



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"

MAESTRÍA EN
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
Resolución: RPC-SO-09-No.265-2021

PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGISTER

Título del proyecto:
Interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización GPS.
Línea de Investigación:
Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable
Campo amplio de conocimiento:
Ingeniería, industria y construcción
Autor/a:
Quinte Sinche Wellington German
Tutor/a:
Msc. Wilmer Albarracín PhD. Paúl Baldeón Egas

Quito – Ecuador

2025

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, Wilmer Fabian Albarracin Guarochico con C.I 1713341152 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización.

Elaborado por: Wellington German Quinte Sinche, de C.I: 1726472853, estudiante de la Maestría: Electrónica y Automatización, de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 12 de septiembre de 2025



Firma

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, Paúl Francisco Baldeón Egas con C.I 1002807814 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización.

Elaborado por: Wellington German Quinte Sinche, de C.I: 1726472853, estudiante de la Maestría: Electrónica y Automatización, de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 12 de septiembre de 2025



Firma

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, Wellington German Quinte Sinche con C.I: 1726472853, autor del proyecto de titulación denominado: “Interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización”. Previo a la obtención del título de Magister en Electrónica y Automatización.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar el respectivo trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor@ del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 12 de septiembre de 2025



Firmado electrónicamente por:
**WELLINGTON GERMAN
QUINTE SINCHE**
Validar únicamente con FirmaEC

Firma

Tabla de contenidos

APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TUTOR	3
DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE	4
INFORMACIÓN GENERAL	7
Contextualización del tema	7
Problema de investigación	8
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:	9
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
CAPÍTULO II: PROPUESTA	19
Grafana	19
Característica de Grafana	19
Descargar Grafana	20
My SQL	21
Base de Datos	21
ESP 32	21
Modulo GPS NEO 6M	22
Sensor Max 30100	22
Módulo Sim800L	23
Diagrama de bloques	24
Diagrama de flujo	24
Interactividad y funcionalidad del sistema	25
Construcción del conocimiento a través de la implementación	25
2.5.2 Implementación de los dispositivos electrónicos del brazalete.	32
Diseño de Diagrama Electrónico	32

Ruteado de las Pistas	33
Modelado 3D del Dispositivo de localización	33
Programación del ESP 32	34
Google Cloud	34
Vinculación de la Base de datos con Grafana	38
Putty	38
MobaXterm	38
Habilitación de puertos para comunicación del VPS, base de datos y Grafana	38
Node Red	39
HeidiSQL	39
Dashboard de visualización en Grafana	40
Pruebas de funcionamiento	41
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	47
ANEXO 1 VALIDACION DE ESPECIALISTAS	47
ANEXO 2 PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA ESP 32	53

Índice de Tablas

Tabla 1 Descripción de perfiles de validadores.	26
Tabla 2 Criterios de evaluación Fernando Churo.	26
Tabla 3 Criterios de evaluación Giovanni Soliz.	27
Tabla 4 Criterios de evaluación Wagner Pucuna.	28
Tabla 5 Matriz de articulación.	29

Índice de Figuras

Figura 1 Pregunta1	13
Figura 2 Pregunta 2	14
Figura 3 Pregunta 3.	14
Figura 4 Pregunta 4.	15
Figura 5 Pregunta 5	15
Figura 6 Pregunta 6.	16
Figura 7 Pregunta 7.	16
Figura 8 Pregunta 8.	17
Figura 9 Pregunta 9.	17
Figura 10 Pregunta 10.	18
Figura 11 Grafana.	20
Figura 12 Descarga completa de Grafana.	21
Figura 13 Interfaz Grafana.	21
Figura 14 Pines de configuración ESP 32.	22
Figura 15 Modulo GPS NEO 6M.	22
Figura 16 Sensor MAX 30100.	23
Figura 17 Módulo SIM800L.	23
Figura 18 Diagrama de bloques.	24
Figura 19 Diagrama de flujo.	25
Figura 20 Diseño de Diagrama Electrónico.	32
Figura 21 Ruteado de las Pistas.	33
Figura 22 Modelado 3D Dispositivo de localización.	33
Figura 23 Case impreso con los dispositivos.	34
Figura 24 Programación del ESP 32.	34
Figura 25 Creación de Google Cloud.	35
Figura 26 Creación del Proyecto en VPM.	36
Figura 27 Instancias VM.	36
Figura 28 Complemento de Google Cloud con Ubuntu.	37
Figura 29 Ip de VM.	37
Figura 30 Habilitación de puertos.	38
Figura 31 Node Red.	39
Figura 32 My SQL.	40
Figura 33 Dashboard de visualización en Grafana.	40

Figura 34 Encendido de la pulsera.	41
Figura 35 Datos visualizados en Grafana.	41
Figura 36 Almacenamiento de datos MySQL.	42
Figura 37 Alertas tempranas.	43

INFORMACIÓN GENERAL

Contextualización del tema

En la última década el índice de enfermedades neurológicas como el Parkinson, el Alzheimer, esclerosis, entre otro tipo de enfermedades han crecido de forma exponencial afectando en su mayoría a los adultos mayores. La Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2025 estima que más de 150 millones de personas vivirán con algún tipo de enfermedad demencial, siendo el Alzheimer la más común. El incremento de este tipo de enfermedad no se asocia únicamente al envejecimiento, sino que también influyen otros factores como la genética, estilo de vida, factores ambientales, hipertensión, condiciones crónicas entre otras.

Con el avance tecnológico se han venido desarrollando soluciones tecnológicas capaces de ayudar con el tratamiento para este tipo de enfermedades, convirtiéndose en un pilar fundamental para la atención y cuidado del paciente. Un tipo de tecnología que actualmente está siendo muy utilizada es el Internet de las Cosas (IoT), la cual tiene como propósito no solo de ayudar con el tratamiento, sino también de facilitar en la toma de decisiones de los familiares, ya que con su variada tecnología se puede realizar una integración con otro tipo de sistemas como la de Grafana, que es un software el cual permite la visualización en tiempo real, control y supervisión de los adultos mayores que cuentan con estas enfermedades en especial la del Alzheimer, reduciendo así la intervención de los cuidadores humanos sin comprometer la seguridad y el bienestar del paciente.

El presente proyecto busca diseñar una interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante la interfaz Grafana, además de, implementar un dispositivo de localización GPS con una tarjeta ESP 32 y módulos que lean parámetros de salud. Esta interfaz permitirá registrar y analizar los datos obtenidos como: el estado de salud de la persona y controlar las rutas y caminos utilizados de manera diaria. Permitiendo conocer su ubicación mediante los históricos de localización, y evitando eventos catastróficos.

Un caso de éxito con este nuevo tipo de tecnología se dio en el Perú, ahí se desarrolló un brazalete el cual tenía como objetivo la geolocalización de los pacientes de edad avanzada que sufren de Alzheimer de una casa de reposo, reduciendo así la desorientación prolongada que sufren, mejorando el tiempo de respuesta en caso de una emergencia.

El diseño de la interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad tiene una visión técnica apoyada por documentación de trabajos previos en el ámbito tecnológico y de la salud, ya que cuenta con diversas configuración de software para el control de la tarjeta

ESP 32 y la plataforma Grafana teniendo como objetivo la monitorización total de localización y salud de la persona, además de, priorizar la facilidad de uso de la plataforma con el fin de que cualquier persona sin conocimiento previo pueda conocer el manejo de la misma.

Problema de investigación

La OMS (Organización Mundial de la Salud) y el Centro de Educación y Referencias sobre la enfermedad del Alzheimer y demencias relacionadas menciona que en la actualidad el Alzheimer es una causante de muerte y se posiciona entre las tres primeras del ranking mundial, teniendo en cuenta que uno de los primeros síntomas más frecuentes es la pérdida en adultos mayores en su mayoría con 65 años en adelante, dejando por delante a enfermedades cardíacas y cáncer. El Alzheimer es una enfermedad del tipo trastorno cerebral que va desgastando la capacidad de pensar. (relacionadas, 2022)

En el año 2020 en Ecuador se realizó un censo para conocer los índices que acarrea esta enfermedad, estimando un total de 80.000 personas mayores, entre ellas la mayoría con más 65 años, sin importar, sexo, ideológica o condición socio económica. Esta enfermedad en etapa preclínica presenta una variedad de síntomas las más recurrentes son la pérdida progresiva de memoria, desorientación temporal y espacial, entre otros trastornos que afectan la autonomía del individuo. Con este tipo de condiciones se incrementa el riesgo de que los individuos con este tipo de enfermedad puedan tener accidentes, se extravíen entre otras, causando una gran preocupación a sus familiares, además de requerir una atención especial por parte de cuidadores afectando también en la economía familiar.

Por lo antes expuesto surge la necesidad de diseñar una interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante la plataforma IoT Grafana, vinculándola a un dispositivo de localización GPS con un microcontrolador ESP 32. Esta interfaz ayudará a tener una supervisión completa de la persona, proporcionándonos históricos de las coordenadas de localización y posicionamiento, además de, alertarnos en caso de salirse de cierta área correspondiente a su domicilio, también nos brindará el monitoreo de su estado de salud. Toda la información o datos enviados se almacenarán en My SQL o base de datos vinculada hacia una máquina virtual creada en Google Cloud.

También el software Grafana ofrece otras herramientas de visualización que sean comprensibles, ya que con su flexibilidad al momento de crear dashboard (pantalla de monitoreo) hace que esta sea la mejor opción para centralizar y visualizar varios datos al mismo tiempo; el sistema de alertas de Grafana hace que estemos al tanto de todo lo que suceda en tiempo real, enviando notificaciones de fallos o errores hacia telegram por medio de mensajes

de texto, en nuestro caso las alertas son enviadas para la persona encargada del monitoreo conozca que el usuario se salió de un perímetro establecido y por lo que en este documento hablaremos de cómo desarrollar una interfaz para el monitoreo y localización de adultos mayores que sufren de alguna discapacidad mediante IoT Grafana.

Objetivo general

Desarrollar una interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización GPS.

Objetivos específicos

1. Determinar los componentes y elementos funcionales necesarios que intervienen en el dispositivo de geolocalización y la plataforma Grafana.
2. Desarrollar e Implementar un dispositivo de geolocalización usando el microcontrolador ESP 32 mediante la Ide de Arduino.
3. Implementar la interfaz de monitoreo usando la plataforma Grafana, que permita la visualización en tiempo real de la ubicación y datos fisiológicos.
4. Establecer la comunicación en tiempo real entre la plataforma de monitoreo y el dispositivo de geolocalización mediante la herramienta Node-Red.
5. Validar el funcionamiento del dispositivo y la interfaz de monitoreo mediante el criterio de especialistas y pruebas de funcionamiento.

Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:

El desarrollo de la propuesta tiene como beneficiarios a personal técnico, ingenieros, personal de la salud, estudiantes, docentes, fabricantes y distribuidores de herramientas y equipos de salud y monitoreo. Este proyecto aporta beneficios al sector de la salud ya que con una interfaz de monitoreo y dispositivos de localización GPS, permiten monitorear a pacientes con enfermedades como el Alzheimer u otros, además de, ayudar a detectar otras enfermedades de manera temprana. Contribuyendo en la localización de personas extraviadas por esta enfermedad, reduciendo problemas posteriores que se pueden presentar.

Además, incentiva a todo el personal mencionado a la adquisición de nuevos conocimientos para tratar enfermedades relacionadas. Involucrando nuevas herramientas, materiales, equipos y tecnologías ya que genera la ampliación a nuevos usos de la automatización y control e internet de las cosas en futuras soluciones médicas.

Desde la percepción en el ámbito profesional y educativo sirve como apoyo para futuros estudios en automatización y control en mención al ámbito de la salud, ya que pueden ser

utilizados por especialistas y técnicos que indaguen en mejores soluciones de monitoreo y supervisión de pacientes de la tercera edad y enfermedades.

Por último, se realizará una socialización general en la cual se presentará un video explicativo del funcionamiento de la interfaz de monitoreo y del dispositivo de localización, la cual va a ser dirigida a los familiares, cuidadores y demás personas involucradas en el cuidado del paciente con discapacidad.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 Contextualización general del estado del arte

Partiendo de fuentes de información, trabajos y documentos elaborados de instituciones de nivel superior como tesis y artículos científicos, además de revistas científicas y otras. Podemos mencionar que la integración de ingeniería eléctrica, electrónica, mecatrónica y otras, en el ámbito de la salud existe un crecimiento notorio; ya que su estudio, desarrollo e implementación están enfocados a mejorar los procesos de captación y análisis de datos de personas adultas, de la tercera edad, etc., que padecen algún tipo de enfermedad. Con la aparición del internet de las cosas y la integración de plataformas de monitoreo en la nube se pretende optimizar el control y supervisión en tiempo real de las condiciones de la persona.

Según el blog EsVida el uso de plataformas de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad dice que “el monitoreo remoto de pacientes (RPM) es clave para ofrecer apoyo constante y evitar recaídas.” (EsVida, 2019). También se conoce que el monitoreo constante no solo evita recaídas, sino que también ayuda a detectar cambios tempranos como por ejemplo en el comportamiento, en la alimentación, en el sueño y también en la movilidad, nos ayuda a prevenir riesgos como desorientación y también ayuda a dar tranquilidad a familiares y cuidadores ya que permite tener un seguimiento constante sin la necesidad de estar alguien físicamente en el lugar.

Expertos afirman que la expansión de telemedicina es una opción que ha generado buenos frutos a lo largo del tiempo, evitando que personas mueran y ayudando a su recuperación de forma telemática. Ahora, si se prioriza la integración de plataformas digitales de monitoreo se puede gestionar y supervisar las condiciones de forma eficiente y personalizada. (Drobiol, 2024). Ya que al combinar estas dos disciplinas se puede obtener un plus de forma que, el cuidado de las personas de la tercera edad como la integración de dispositivos y protocolos de comunicación como el GPS y su utilidad sean cada vez más conocidos. Mientras tanto la forma de indagar cómo captar información desde pequeños y diminutas tarjetas electrónicas, llevarlas a plataformas IoT hace que tengan una constante evolución en la tecnología.

Según la revista Pistas educativas, Vega José y Lagos Alberto, Sanches Javier y Cosme Francisco realizaron su trabajo de investigación el cual tiene por nombre “Monitoreo de Signos Vitales mediante IoT” en el 2019. Se centran en desarrollar una interfaz de usuario para el monitoreo utilizando plataformas IoT, con intervención de un protocolo de comunicación inalámbrico. Ellos al culminar su proyecto de investigación recalcan que es un hincapié muy importante al momento de realizar la adquisición de datos de adultos mayores y con

enfermedades catastróficas vitales hacia una plataforma IoT. (Jose Ignacio Vega, 2019). Ahora, con la integración de distintas plataformas de monitoreo como Grafana, se puede seguir con el avance tecnológico aportando nuevas formas de control, supervisión y adquisición de datos en tiempo real. Grafana al ser un software nuevo en el mercado es poco conocido por los desarrolladores de IoT e ingenieros lo que lo hace misterioso todavía, pero al indagar mucho más en la plataforma mencionada podemos conocer su funcionalidad, configuración, enlace con distintos medios de almacenamiento, alertas y widgets o pantallas de visualización que tiene. En el ámbito actual Grafana ya es utilizado por empresas multinacionales como JP Morgan Chase (Empresa reconocida en la bolsa de valores) que han afirmado que la visualización y almacenamiento de datos les ha brindado soluciones al momento de analizar sus datos.

Desarrollar una interfaz de monitoreo para personas de la tercera edad con Grafana y dispositivo de localización GPS requiere de una metodología minuciosa, ya que al ser un proyecto de implementación se debe fundamentar en documentación verídica, pruebas de funcionamiento y validación en campo. Este proyecto ayuda a conocer las bases tecnológicas que ha alcanzado la automatización en entornos de salud y, al mismo tiempo, ayuda a obtener una solución funcional para personas de la tercera edad o que sufren una discapacidad como el Alzheimer.

1.1. Proceso investigativo metodológico

El enfoque de este tipo de investigación es del tipo cuantitativo, ya que pretende buscar resultados medibles y estadísticos sobre la efectividad de la interfaz de monitoreo con el dispositivo de geolocalización diseñado para adultos mayores y personas con discapacidad. Con el sistema de monitoreo Grafana se pretende analizar los datos obtenidos por el dispositivo de geolocalización contribuyendo a un mejor control, bienestar y seguridad del paciente, además de poder evaluar el impacto que se tendrá al momento que un paciente tenga algún tipo de desorientación o pierda la autonomía propia.

El tipo de investigación se la clasifica como descriptiva, ya que se obtendrán datos al realizar encuestas, pruebas de funcionamiento y socialización en donde se evidencie el funcionamiento del dispositivo y sistema de monitoreo. La población de estudio está dirigida a personas con enfermedad de Alzheimer, también a sus familiares directos y especialistas de la salud y profesionales en el área de electrónica, la muestra se la realizará en un entorno controlado en la Fundación TASE, la cual se centra en el cuidado de adultos mayores con Alzheimer en la ciudad de Quito, en donde se evaluarán la efectividad propuesta del sistema de monitoreo en contextos reales y en personas.

Para la recolección de información se realizaron encuestas dirigidas a los familiares directos, cuidadores y especialistas de la salud, además de realizar una prueba piloto en donde se validó el funcionamiento del dispositivo de geolocalización integrado a la interfaz Gráfana. A través de estas herramientas se evaluarán la factibilidad del uso de este tipo de dispositivos y tecnología, confiabilidad y aceptación. Así mismo se socializará con un video en el cual se explique el modo de funcionamiento y se realizará la verificación del uso del dispositivo y sistema de monitoreo en adultos con discapacidad.

https://drive.google.com/file/d/1_UGJUIlIaksM-xWRF0eyab_mOCC-CWHW/view?usp=sharing

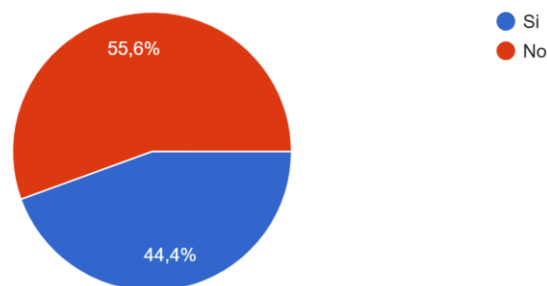
1.2. Análisis de Resultados

En base a las encuestas dirigidas a los familiares directos, personal de salud y especialistas en el área de electrónica, se pudo obtener información acerca del conocimiento y uso de la interfaz de monitoreo y dispositivo de geolocalización mediante Grafana en adultos mayores.

Figura 1

Pregunta1

El alzheimer es una enfermedad progresiva que deteriora las funciones neuronales y condiciones del cerebro que ayudan a pensar. ¿A escuchado o s...s electrónicos que ayuden a mitigar el alzheimer?
9 respuestas



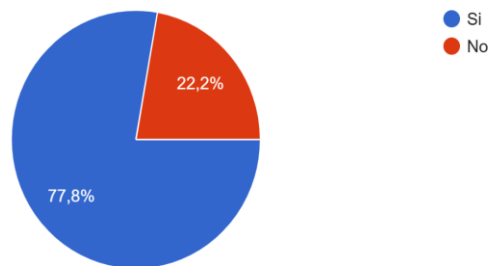
En base a la pregunta 1, se pudo evidenciar que el 55.6% no conoce ni ha escuchado de dispositivos electrónicos que ayuden a mitigar el alzheimer, pero el 44.4% confirma que saben de dispositivos que ayudan a mitigar esta enfermedad.

Figura 2

Pregunta 2

¿Sabía usted qué es un dispositivo de geolocalización?

9 respuestas



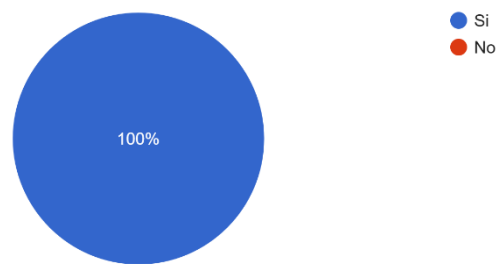
En base a la pregunta 2, el 77.8% de las personas conocen de los dispositivos de geolocalización, pero también el 22.2% no conocen de estos dispositivos.

Figura 3

Pregunta 3.

¿Considera útil que un dispositivo permita conocer la ubicación en tiempo real de una persona con discapacidad?

11 respuestas



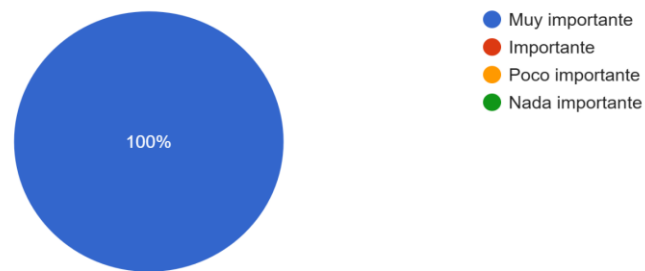
En base a la pregunta 3, todas las personas consideran que es importante conocer la ubicación en tiempo real de personas con discapacidad.

Figura 4

Pregunta 4.

¿Qué tan importante le parece monitorear signos vitales además de la ubicación de personas de la tercera edad o personas con enfermedades?

9 respuestas



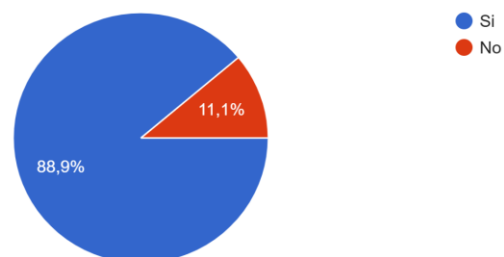
En base a la pregunta 4, todas las personas afirmaron que es importante monitorear los signos vitales además de conocer la ubicación de las personas de la tercera edad y con enfermedades.

Figura 5

Pregunta 5

¿Cree que los gráficos y paneles de un sistema de monitoreo (Grafana) facilitan la comprensión de los datos?

9 respuestas



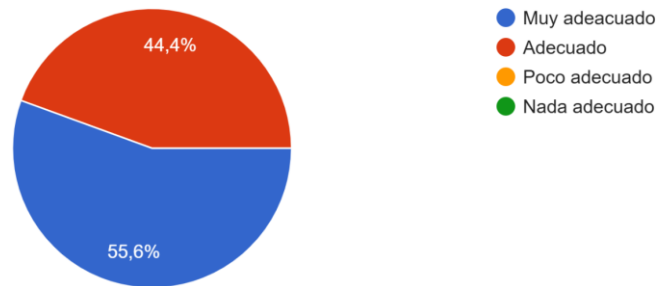
En base a la pregunta 5, el 88.9% afirma que la visualización en un sistema de monitoreo ayuda a entender el estado de las personas, mientras que el 11.1% dice que no facilita.

Figura 6

Pregunta 6.

¿Qué tan adecuada considera la elección de un microcontrolador (ESP32) para este tipo de proyecto de monitoreo para adultos mayores con alzheimer?

9 respuestas



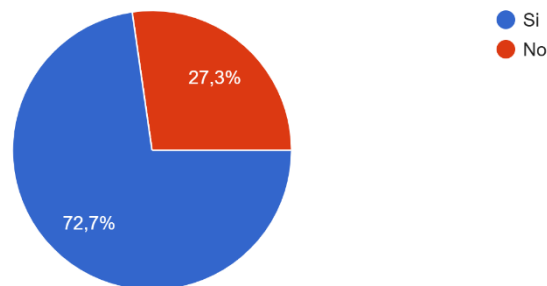
En base a la pregunta 6, el 55.6% afirma que es muy adecuado la utilización de este tipo de microcontrolador, mientras que el 44.4% afirma que no es muy recomendado para monitorear a adultos mayores con problemas como el alzheimer.

Figura 7

Pregunta 7.

¿Le genera confianza que las tecnologías actuales ayuden en el control y bienestar de las personas con discapacidad?

11 respuestas



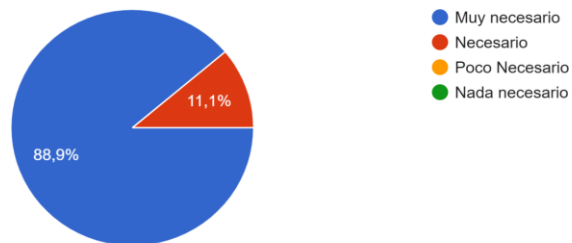
En base a la pregunta 7, el 72.7% afirma que las tecnologías actuales ayudan al control y bienestar de las personas con discapacidad, mientras que el 27.3% dicen que no ayudan.

Figura 8

Pregunta 8.

¿Qué tan necesario cree usted que la información de geolocalización y monitoreo de signos vitales sean almacenados en una base de datos, siendo mostrados en una interfaz de monitoreo?

9 respuestas



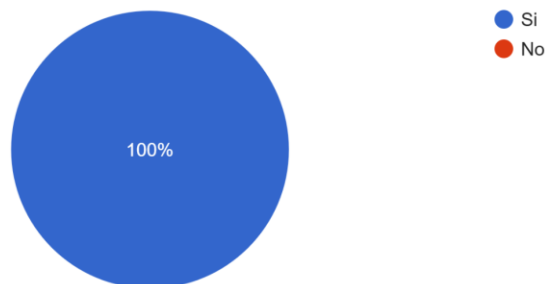
En base a la figura 8, el 88.3% dice que es muy adecuado que toda la información sea almacenada en una base de datos para su posterior utilización, mientras que el 11.1% afirma que solo es necesario.

Figura 9

Pregunta 9.

¿Piensa que la participación de especialistas (salud y electrónica) aumenta la confianza en el sistema?

9 respuestas



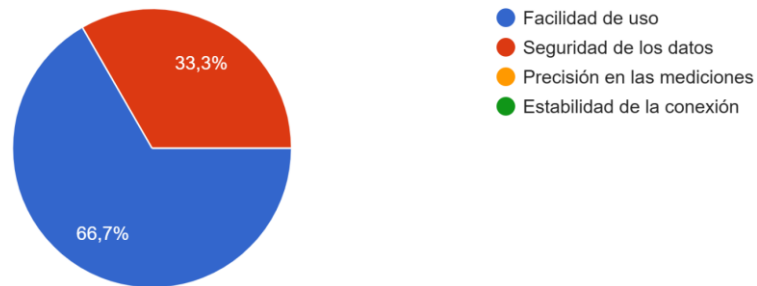
En base a la pregunta 9, el 100 % afirma que este tipo de proyectos respaldados por especialistas generan más confianza.

Figura 10

Pregunta 10.

¿Cuál considera que debería ser la principal mejora del sistema de geolocalización y la interfaz de monitoreo?

9 respuestas



En base a la pregunta 10, el 66.7% afirma que la principal mejora del dispositivo de geolocalización debe ser la facilidad de uso, mientras que el 33.3% afirma que debería tener seguridad en los datos.

CAPÍTULO II: PROPUESTA

2.1 Fundamentos teóricos aplicados

El diseño de la interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización GPS tiene como objeto varias áreas del conocimiento, entre las cuales, la electrónica y automatización, IoT (internet de las cosas), y las comunicaciones inalámbricas. Según se afirma, la electrónica en la medicina ha alcanzado innumerables éxitos a través del tiempo, ya que ha podido curar muchas enfermedades a través de la implementación de nuevas tecnologías radiológicas, ultrasónicas, tomográficas y la inclusión de dispositivos electrónicos como localizadores para monitorear a discapacitados y personas de la tercera edad. (Bracho, 2020).

La monitorización de signos vitales y localización de adulto mayores y personas con discapacidad ha tomado gran presencia en los últimos años con la inclusión de nuevos sistemas de monitoreo desde plataformas IoT, las cuales, están actualizándose constantemente, adaptándose a entornos distintos y dando dinamismo a las necesidades de los usuarios, permitiendo analizar los datos obtenidos del dispositivo.

Grafana

Grafana es una interfaz de usuario que se caracteriza por recibir datos y analizarlos de una manera centralizada, así como, el almacenamiento y la visualización. Su programación en código abierto hace que Grafana tenga una forma muy versátil y flexible de manejar los datos, además de monitorear aplicaciones y dispositivos electrónicos en tiempo real. (Martínez, 2021)

Grafana es un software de visualización tiene diferentes opciones de representar la visualización de eventos con diferentes witches (opciones de visualización), para la interfaz de monitoreo hacemos uso de la opción de visualización Dauge que es en forma de tacómetro y un witches en forma de stat que es forma de altos y bajos, ideales para comprender la situación del usuario.

Característica de Grafana

Algunas características de Grafana son:

- Tiene gran compatibilidad con algunas bases de datos como: MySQL, Graphite, Influx DB y PostgreSQL y otros.
- Su forma de configurarla y programarla es por código abierto lo que significa que todos los usuarios pueden ver, modificar y distribuir su código.
- Es una gran herramienta que ayuda a ver, analizar, estudiar y monitorear datos

obtenidos, además de contar con paneles de visualización, histogramas y mapas geográficos.

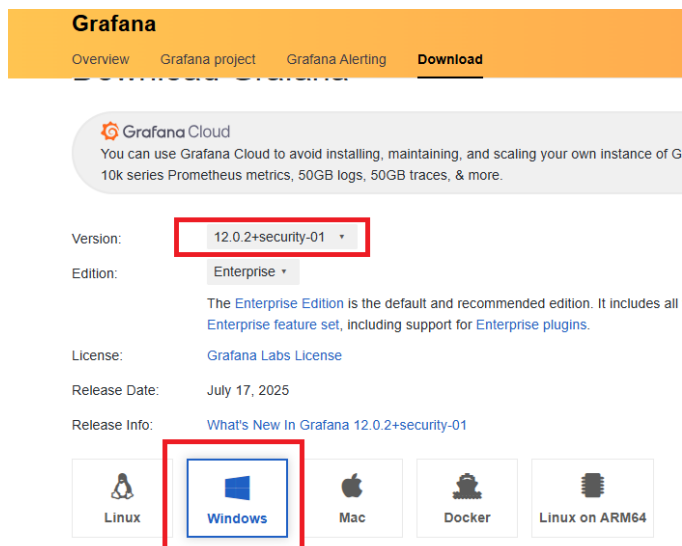
- Tiene la opción de alerta temprana en donde el usuario por medio de configuración puede alertar por medio de notificaciones y correos de cualquier novedad.

Descargar Grafana

Para poder descargar Grafana nos dirigimos hacia el navegador y buscamos la opción Grafana para Windows y desde la página principal seleccionamos la última versión que nos ofrecen y dependerá del sistema operativo que maneje cada uno, en nuestro caso seleccionamos Windows, tal como vemos en la figura 11 y damos clic en descargar.

Figura 11

Grafana.



Después ejecutamos como administrador y esperamos a que se instale en nuestro computador. Así como observamos en la figura 12. Y abrimos Grafana con nuestro usuario y contraseña, así como vemos en la figura 13.

Figura 12

Descarga completa de Grafana.

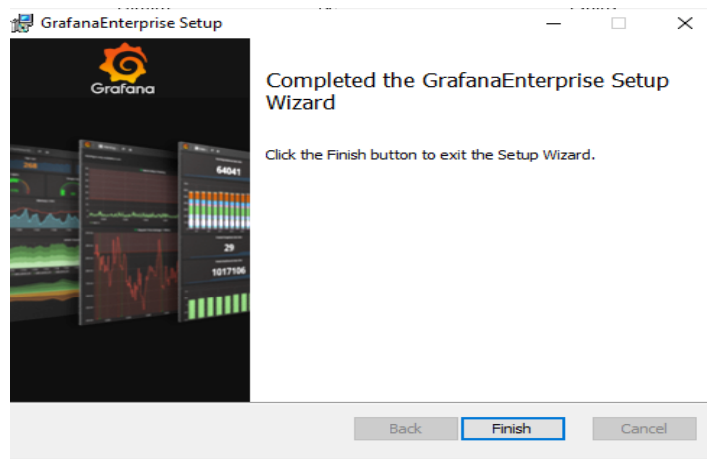
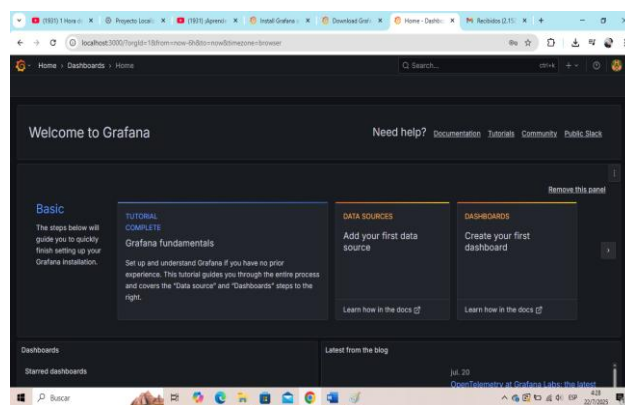


Figura 13

Interfaz Grafana.



My SQL

SQL Server Management o Lenguaje de consulta estructurada es un software creado por Microsoft y Sybase que ayuda a gestionar bases de datos las cuales son utilizadas por empresas, industrias entre otras. Proporcionando un control de información y almacenamiento mediante la creación de tablas. (Perez, 2021)

Base de Datos

Una base de datos es un conjunto de información que es almacenada para ser utilizada posteriormente. En nuestro proyecto servirá para contener toda la información creada por el brazaletes, poderla visualizar y utilizar para posteriores análisis. (Perez, 2021)

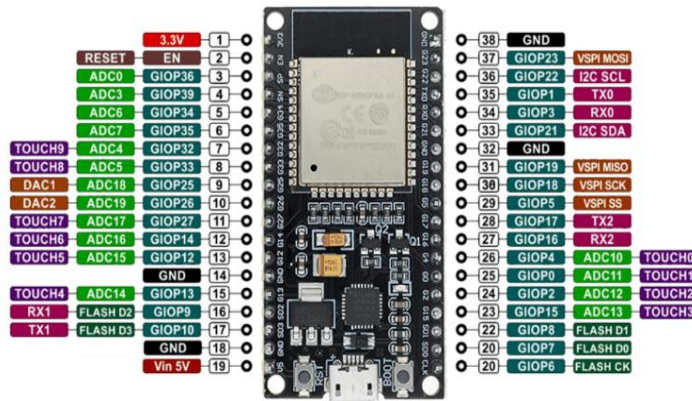
ESP 32

Es una placa de desarrollo, System on Chip (SoC) que además de su bajo costo y minúsculo derroche de energía, que incluye Wifi, Bluetooth, es muy superior en capacidades a un Arduino

UNO y a un ESP8266, es una serie de creado por Espressif Systems, en la figura 14 se muestra la placa y sus conexiones. (MicroESYS, 2021)

Figura 14

Pines de configuración ESP 32.



Modulo GPS NEO 6M

Es un módulo que nos permite configurarlo en el microcontrolador, emitiendo una señal de posicionamiento. Sus características constructivas son acordes para poderlo colocar en cualquier dispositivo electrónico de tamaño pequeño. Así como se observa en la figura 15. (Electronics)

Figura 15

Modulo GPS NEO 6M.

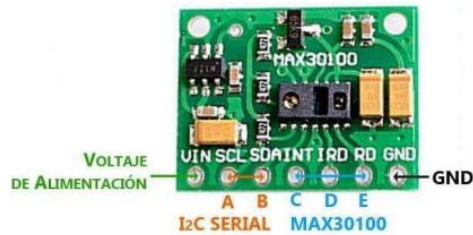


Sensor Max 30100

Es un sensor óptico que ayuda a conocer el pulso y la oxigenación de la sangre. es compatible con ESP 32 y su configuración se la realiza en el Ide de Arduino. Así como se observa en la figura 16. (Altronics)

Figura 16

Sensor MAX 30100.



Módulo Sim800L

Este módulo es un tipo GSM que funciona con chip en las bandas 850 MHz y 1900 MHz los cuales son de tipo 2G, adecuados para enviar información del tipo voz y datos. Por medio de sus pines TX/RX hace posible enviar y recibir comandos configurados desde placas electrónicas hacia dispositivos, en nuestro caso del brazalete hacia la interfaz de monitoreo Grafana. Ver figura 17. (Electronic, 2022)

Figura 17

Módulo SIM800L.



2.2 Descripción de la propuesta

La propuesta del presente proyecto consiste en el desarrollo de una interfaz de monitoreo y supervisión para adultos mayores y personas con discapacidad mediante un dispositivo de localización GPS. Esta solución tiene como objetivo conocer en tiempo real la localización y ubicación de una persona, conocer sus signos vitales y alertarnos de posibles pérdidas ya que mediante la plataforma de monitoreo Grafana podemos estar en constante monitorización de todas estas las cualidades, brindándonos una accesibilidad a una base de datos, sacar historiales y dar alertas en caso de cualquier eventualidad.

A. Estructura general

Para conocer el funcionamiento adecuado de la plataforma de monitoreo Grafana, se ha desarrollado un diagrama de bloques que muestra la interacción entre el dispositivo de localización y la plataforma.

Diagrama de bloques

En la figura 18 se presenta el diagrama de bloques que muestra la comunicación entre el dispositivo de localización con la plataforma de monitoreo.

Figura 18

Diagrama de bloques.

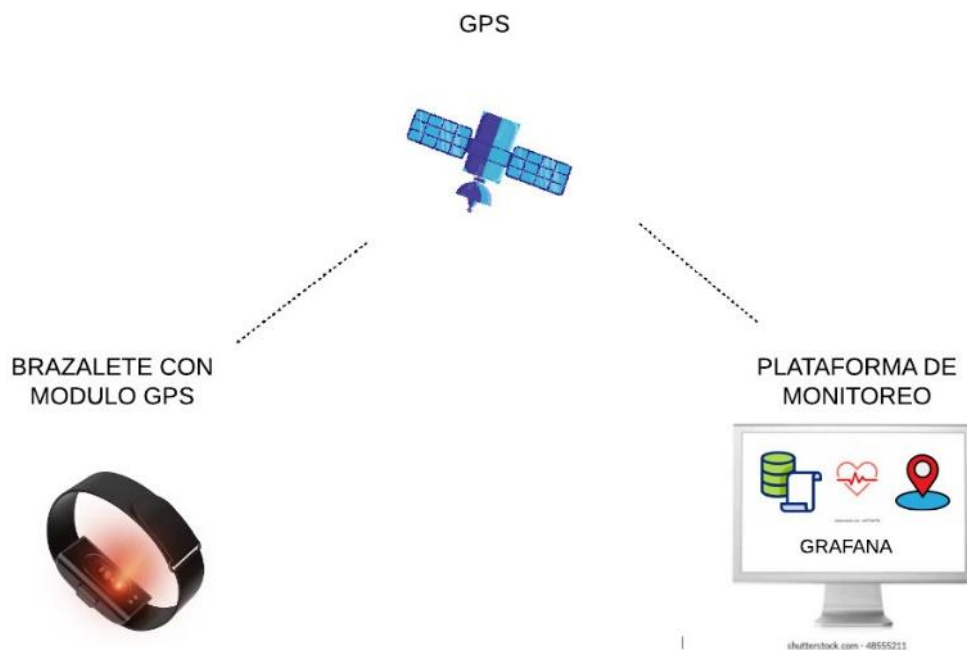
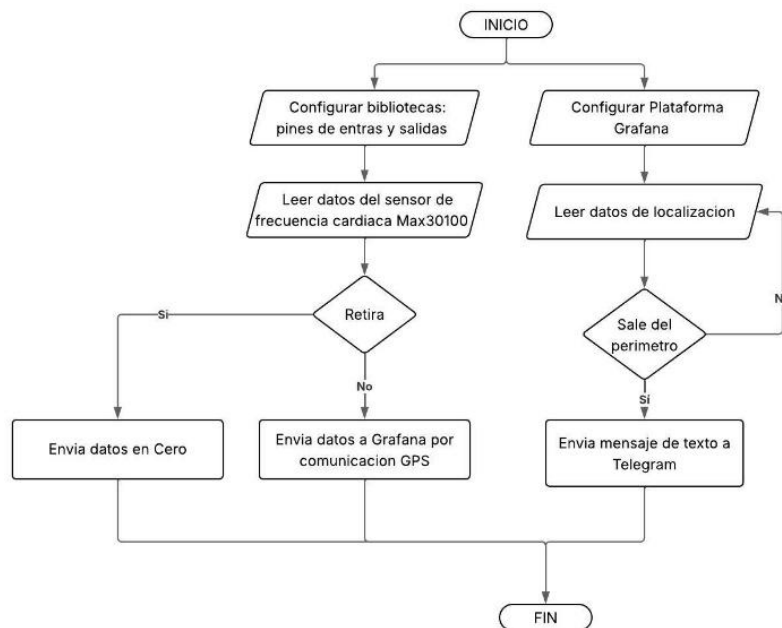


Diagrama de flujo

En la figura 19 podemos observar el diagrama de flujo, el cual nos indica los pasos a seguir y entender el funcionamiento del proyecto.

Figura 19

Diagrama de flujo.



B. Explicación del aporte

Interactividad y funcionalidad del sistema

La interfaz de monitoreo realizada en la plataforma IoT Grafana es un modelo interactivo que permite la supervisión y control de una persona en tiempo real. Por medio del microcontrolador ESP 32 y el módulo GPS podemos enviar y recibir información del usuario, verla de forma dinámica y fluida en la plataforma ya que la información es almacenada o guardada en My SQL obteniendo una base de datos para poder analizar sus rutas y conocer su estado de salud.

Construcción del conocimiento a través de la implementación

La implementación de este sistema no solo se centra en la localización de un usuario en tiempo real, sino que adiciona aprendizajes claves como la utilización de plataformas gratuitas IoT en nuestra vida cotidiana, además de, la programación de nuevas tarjetas y utilización de módulos de comunicación. Al integrar distintas fases de conocimientos podemos obtener un sistema funcional que permite conocer y comprender la programación de microcontroladores ESP 32 y la inclusión de distintos módulos de comunicación, desarrollar habilidades de diseño en 3D y explorar nuevas formas de aprendizajes económicas que incluyen plataformas de monitoreo gratuitas y accesibles para cualquier usuario que esté empezando en el uso de tecnologías de captación de información por medio de IoT.

C. Estrategias y/o técnicas

Para la implementación de la Interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización GPS, se ejecutaron estrategias metodológicas fundamentadas en el aprendizaje por proyectos anteriores y la experiencia práctica adquirida en campo, además de darle un enfoque interactivo, en el cual el sistema se lo realizó en etapas y pruebas de funcionamiento en campo, permitiendo la identificación y corrección de errores en cada etapa. El usuario al utilizar la pulsera nos ayudó a validar resultados de la interfaz y el dispositivo GPS, obteniendo el desempeño del dispositivo y la plataforma IoT.

Las herramientas tecnológicas que se utilizaron para la interfaz y el dispositivo IoT son pensadas y seleccionadas de manera que se pueda adquirir de forma sencilla tanto en hardware y software. De esta forma garantizamos el reemplazo de suministros o elementos cuando presenten defectos o fallas, la placa de desarrollo ESP 32 es escogida por su capacidad de procesamiento, sus dimensiones de construcción, conectividad GPS y compatibilidad con múltiples sensores, vinculación con plataforma IoT Grafana y por supuesto la adquisición de datos en tiempo real. Se implementó el sensor MAX30100, el módulo GPS y el módulo SIM800L los cuales permiten el monitoreo de las condiciones del usuario; la programación se la realizó en la plataforma de desarrollo IDE de Arduino, en donde todos los datos se gestionaron en la plataforma IoT de Grafana, logrando visualizarlos y posteriormente analizarlos por medio de una dashboard.

2.3 Validación de la propuesta

La interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización GPS fue analizada por tres especialistas con mención en Ingeniería en electrónica y telecomunicaciones, Ingeniería en seguridad industrial y un Doctor con especialización en neurología. Con el objetivo de determinar la viabilidad y ayuda pertinente que otorga a personas de la tercera edad.

Para la evaluación de la plataforma de monitoreo cada especialista se basó en una rúbrica de evaluación. Cabe mencionar que los documentos firmados por los evaluadores se incluyen en el ANEXO 1.

Tabla 1*Descripción de perfiles de validadores.*

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Fernando Churo	12	Ing. Electronica y Telecomunicaciones	Gerente de System Solucion
Giovanny Soliz	7	Ing. Seguridad Industrial	Coordinador de Proyectos AVS ingeniería (Empresa Privada)
Wagner Pucuna	5	Neurocirujano	Medico con Especialización en Neurocirugía (Hospital del IESS de Latacunga)

Tabla 2*Criterios de evaluación Fernando Churo.*

EVALUACIÓN SEGÚN IMPORTANCIA Y RESPONSABILIDAD					
CRITERIOS	En total desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Impacto				X	
Aplicabilidad				X	
Conceptualización					x
Actualidad				X	
Calidad Técnica					X
Factibilidad					x
Pertinencia					X

El primer especialista consideró que la utilización de plataformas de monitoreo con dispositivos locales y de fácil consumo como tarjetas ESP 32 y sensores económicos tienen gran aplicabilidad y factibilidad dentro de entornos médicos. Resaltó el impacto positivo que tiene el monitoreo en tiempo real de personas de la tercera edad y su adecuada conceptualización técnica, afirmando que los dispositivos IoT están correctamente implementados. Además, destacó la calidad del proyecto por su tendencia en supervisión en tiempo real con plataformas gratuitas IoT.

Tabla 3*Criterios de evaluación Giovanni Soliz.*

EVALUACIÓN SEGÚN IMPORTANCIA Y RESPONSABILIDAD					
CRITERIOS	En total desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Impacto					x
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad				X	
Calidad Técnica					X
Factibilidad					x
Pertinencia				X	

El segundo especialista valoro de forma positiva el impacto y aplicabilidad del dispositivo GPS y la interfaz de monitoreo. Dándonos a conocer que la propuesta es completamente pertinente y actual, ya que las tecnologías de supervisión y adquisición de datos son tendencias que van en crecimiento en industrias, empresas y mucho más en el hogar. También subrayó la calidad técnica y escalabilidad del sistema, ya que Grafana con su versión de pago ofrece más servicios de monitoreo, asegurando que a futuro su expansión es inminente.

Tabla 4*Criterios de evaluación Wagner Pucuna.*

EVALUACIÓN SEGÚN IMPORTANCIA Y RESPONSABILIDAD					
CRITERIOS	En total desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					x
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

El tercer especialista enfatizó el impacto positivo en el monitoreo y análisis de datos del usuario, indicando que, con los datos adquiridos cada cinco segundos y completamente guardados en la base de datos de Grafana se puede controlar de forma adecuada el estado de salud. También menciona que la conceptualización y diseño de la propuesta cumple con los requisitos de monitoreo, destacando finalmente la fiabilidad de las tarjetas ESP 32 y su capacidad para integrar múltiples módulos IoT. Consideró que el proyecto tiene alta aplicabilidad para diversos casos médicos a futuro.

2.4 Matriz de articulación de la propuesta

En la presente tabla 5 matriz se sintetiza la articulación del producto realizado con los sustentos teóricos, metodológicos, estratégicos-técnicos y tecnológicos empleados.

Tabla 5

Matriz de articulación.

Ejes o partes principales del proyecto		Breve descripción de los resultados de cada parte	Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto	Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon
1	Definición: de los elementos electrónicos, de control de aplicación de programación, de comunicaciones, variables de entrada a monitorear, variables de salida a controlar, etc.	Se identificaron los dispositivos electrónicos fundamentales para la realización del dispositivo GPS, así como, la tarjeta ESP 32 y módulos para compatibles. Se optó por la interfaz de monitoreo Grafana ya que es una tendencia nueva y gratuita en el mercado. Se establecieron las variables a monitorear.	Internet de las Cosas (IoT) Comunicaciones Inalámbricas Plataformas de monitoreo IoT.	Análisis comparativo de dispositivos electrónicos. Evaluación de compatibilidad ESP 32 y Grafana. Diseño de tarjeta en software de simulación.
2	Diseño: de circuitos electrónicos, de control, aplicación, programación, cálculos, simulaciones, etc.	Elaboración de placa electrónica con la integración de módulos y ESP 32. Diseño 3D de contenedor para la placa. Diseño de los widgets en Grafana para su visualización.	Programación ESP 32. Protocolo de comunicación GPS. Configuración del sensor MAX30100 para emitir alertas en grafana.	Diseño de esquemas electrónicos en Kidcad. Programación en IDE de Arduino, compatible para tarjetas ESP 32.

3	Implementación: cableado, sistemas electromecánicos, de control, de comunicaciones, aplicaciones IoT, bases de datos, programación, estructuras físicas, políticas de seguridad informáticas, etc.	Módulo GPS. Aplicaciones de programación o bases de datos Monitoreo del sensor MAX30100. Implementación de placa electrónica con módulos.	Desarrollo de bases de datos en Google Cloud. Protocolos de comunicación GPS. Integración con plataforma IoT.	Emparejamiento de base de datos MY SQL con interfaz Grafana. Pruebas de comunicación del módulo GPS y sensor MAX30100.
4	Pruebas y evaluaciones del sistema y funcionamiento del dispositivo.	Compatibilidad de tarjeta electrónica ESP 3, módulo GPS y sensor de oxígeno con grafana. Compatibilidad de base de datos SQL con grafana y almacenamiento en base de datos. Adquisición de datos cada 5 segundos a grafana. Alertas por salirse de un área determinada.	Métodos de evaluación de sistemas IoT, análisis de la frecuencia cardiaca del usuario, Seguridad y confiabilidad en redes GPS.	Medición de tiempos de envío y adquisición de datos de sensores, Simulación de la interfaz con alertas tempranas por salirse del perímetro establecido.

2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.

El brazalete electrónico utilizado para la propuesta se programó en la plataforma IDE de Arduino el cual, es muy amigable con diversas tarjetas electrónicas, entre ellas está la tarjeta electrónica ESP 32 y módulos de comunicación compatibles con estas tarjetas. A través de esta plataforma se estableció todas las configuraciones para que el sensor de frecuencia cardiaca recepte y envíe toda la información proveniente del usuario por medio del módulo GPS y el módulo GSM, siendo así receptada por la interfaz de monitoreo Grafana, que mediante gráficos y dashboards de visualización nos permiten observar el estado de salud del usuario y la localización, tanto así que se puede analizar los datos guardados en la base de datos My SQL.

Grafana al ser una plataforma IoT internacional y de diversos usos, es idónea para poder tener una constante monitorización de usuarios, rendimientos, estado de salud entre otros. Esta plataforma al ser internacional permite diversas vinculaciones con bases de datos, almacenamiento en la nube, dashboards con inteligencia artificial de una forma pagada entre muchas otras funciones. Para este proyecto se adquirió Google Cloud (almacenamiento en la nube de Google) ya que al tener información en la nube podemos conectarnos desde cualquier parte mundo, logrando supervisar de forma permanente al usuario y por supuesto configurando la interfaz para que emita alertas tempranas de visualización garantizando la completa funcionalidad del brazalete.

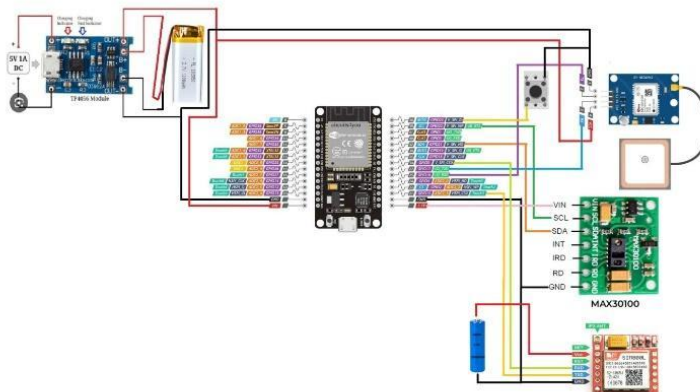
2.5.2 Implementación de los dispositivos electrónicos del brazalete.

Diseño de Diagrama Electrónico

Para la implementación del dispositivo de localización se comenzó con la creación de la placa electrónica, la cual se realizó en el software KidCad. Ver figura 20.

Figura 20

Diseño de Diagrama Electrónico.

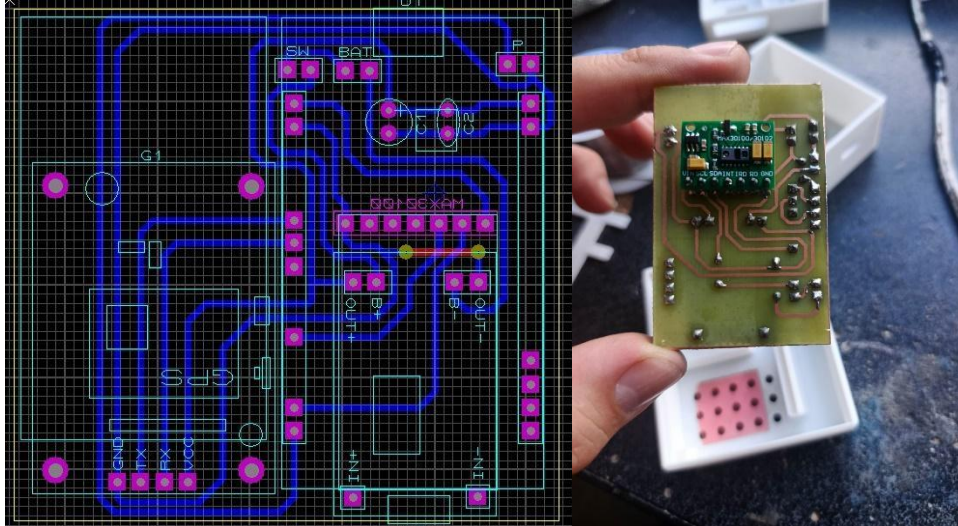


Ruteado de las Pistas

En la figura 21 se muestra el ruteado de las pistas de la PCB para el dispositivo de localización

Figura 21

Ruteado de las Pistas.

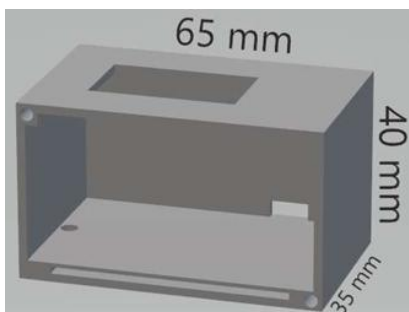


Modelado 3D del Dispositivo de localización

Mediante el software SolidWork se establece el modelado de la caja contenedora del dispositivo. Con este software podemos generar archivos del tipo STL el cual ayuda a realizar impresiones en 3D, observar figura 22.

Figura 22

Modelado 3D Dispositivo de localización.



El case impreso se lo realizó con medidas reales ya del circuito impreso, así como la inclusión de todos los módulos electrónicos, tal como se ve en la figura 23. Y finalmente, con la ayuda de una impreso 3D se obtiene el modelado en físico. Luego se empieza con el ensamble de todos los componentes en el case para poder obtener el dispositivo de localización.

Figura 23

Case impreso con los dispositivos.



Programación del ESP 32

Para la programación utilizamos el software IDE de Arduino, gracias a su compatibilidad con tarjetas electrónicas como la ESP32. Este software ayuda a generar todo el código abierto de la programación, compilar y cargar. Ver figura 24 y en el Anexo 2.

Figura 24

Programación del ESP 32.

```
1 #include <Wire.h>
2 #include <TinyGPS++.h>
3 #include <HardwareSerial.h>
4
5 // --- CONFIGURACIÓN DE PINES ---
6 const int pinEntrada = 23; // INPUT_PULLUP
7 #define GPS_RX_PIN 16
8 #define GPS_TX_PIN 17
9 #define SDA_PIN 21
10 #define SCL_PIN 22
11 #define SIM_RX_PIN 5
12 #define SIM_TX_PIN 15
13
14 // --- I2C y MAX30100 ---
15 #define MAX30100_ADDR 0x57
16 #define REG_MODE_CONFIG 0x06
17 #define REG_SPO2_CONFIG 0x07
18 #define REG_LED_CONFIG 0x09
19 #define REG_FIFO_DATA 0x05
20 const uint16_t IR_THRESHOLD = 3000; // Ajusta según tu entorno
21
22 // --- OBJETOS GLOBALES ---
23 TinyGPSPlus gps;
24 HardwareSerial SerialGPS(1);
25 HardwareSerial SerialSIM(2);
26
27 // --- GPRS / HTTP ---
28 const char* APN = "internet.claro.com.ec";
29 const char* SERVER_IP = "34.27.176.40";
30 const uint16_t SERVER_PORT = 1880;
31 int failHttpCount = 0;
```

Google Cloud

Para el proyecto se necesita la creación de una VPS (Servidor privado virtual) o también conocida como máquina virtual y para ello escogimos Google Cloud ya que se ajusta con los servicios y requerimientos de nuestro proyecto, además de, la integración y vinculación de entornos de desarrollo como grafana, ofrecer servicios de almacenamiento específicamente

para automatización, IoT e inteligencia artificial. Además de brindarnos acceso a My SQL y Google Maps, dos características esenciales para la interfaz de monitoreo.

Para la creación de la cuenta nos dirigimos hacia la página de Google Cloud y creamos una cuenta Gmail. Luego comenzamos a llenar los datos solicitados por Google. Ver figura 25.

Figura 25

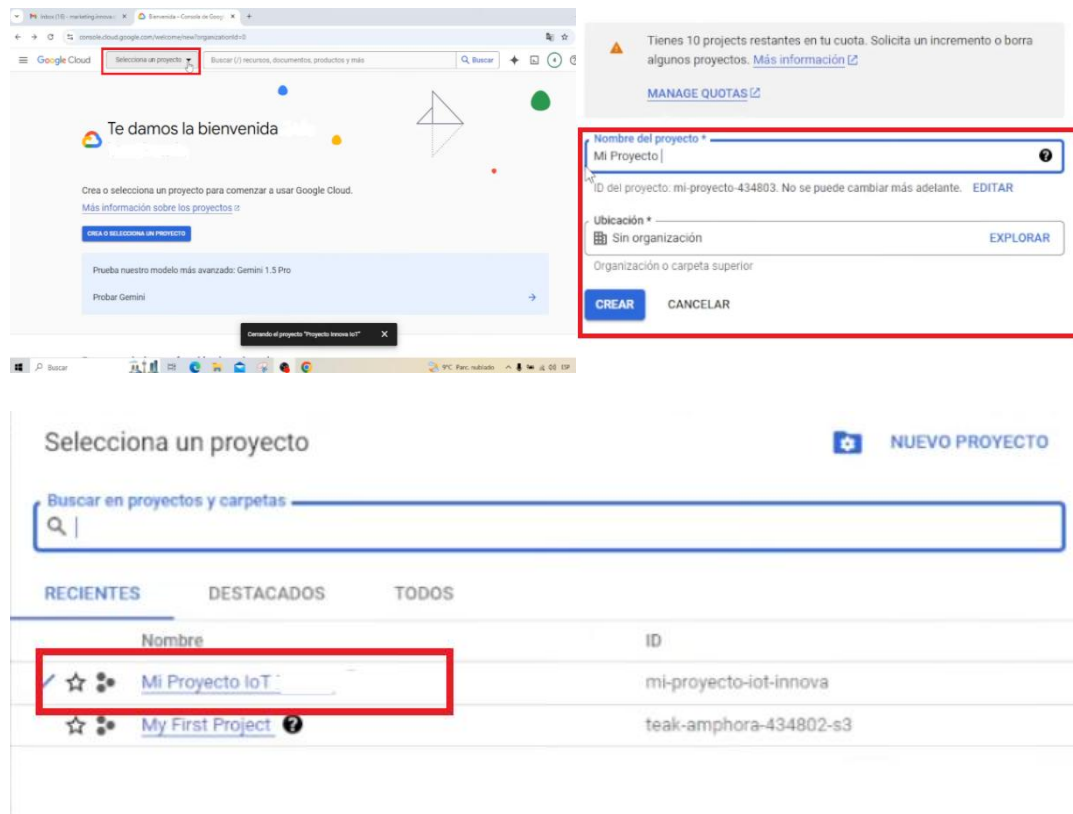
Creación de Google Cloud.

The figure consists of two screenshots from a web browser showing the Google Cloud account creation process. The top screenshot is titled 'Step 1 of 2 Account Information'. It shows a login for 'Luis Loachamin' with the email 'marketing.innova.demos@gmail.com'. The country is set to 'Ecuador'. There is a checkbox for 'Email updates' and a 'START FREE' button. The bottom screenshot is titled 'Step 2 of 2 Payment Information'. It shows a 'Create new payments profile' form. The fields are: 'Legal name' (Luis Loachamin), 'Street address' (Avenida Ruminahui), 'Apt, suite, etc. (optional)' (empty), 'Postal code' (170812), and 'City' (Quito). There is a 'START FREE' button and a 'Create' button.

Después de llenar todos los datos solicitados creamos un proyecto que contendrá nuestro servicio IoT, y para ello vamos a la opción nuevo proyecto y colocamos los datos que nos piden como: nombre del proyecto y la fecha de creación, luego esperamos a que se cree el proyecto y seleccionamos el proyecto y con ello ya podemos empezar a subir los archivos del proyecto. Así como vemos en la figura 26.

Figura 26

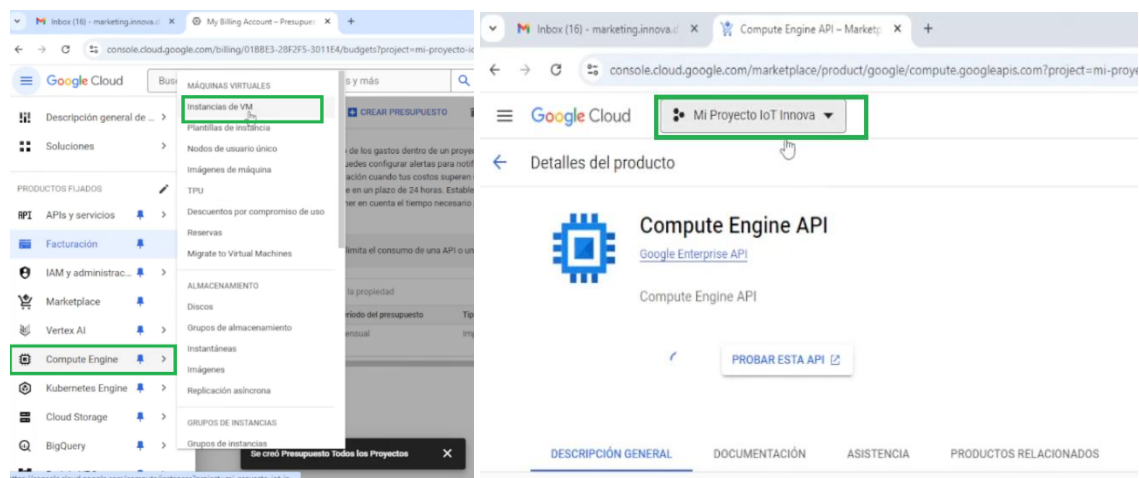
Creación del Proyecto en VPM.



A continuación, creamos un VPS en Google Cloud para subir todo nuestro proyecto y para ello nos dirigimos a las opciones de Google y seleccionamos Compute Engine/Instancias VM así como vemos en la figura 27. Posteriormente colocamos habilitar y nos aseguramos de que estemos en haciendo este paso dentro del proyecto creado.

Figura 27

Instancias VM.



Luego nos dirigimos a Marketplace, colocamos en el buscador Ubuntu 20.04 LTS (local) el cual es un VPS y descargamos, a continuación, colocamos un nombre, así como se observa en la figura 28. Y configuramos la IP (protocolo de internet) que por defecto nos brinda Google cloud y para ellos nos dirigimos hacia la opción Red VPC/Dirección IP, luego reservamos la IP colocada y damos clic en guardar, así como se ve en la figura 29. Y con eso completamos nuestra VPS para poder subir, crear y guardar cualquier configuración.

Figura 28

Complemento de Google Cloud con Ubuntu.

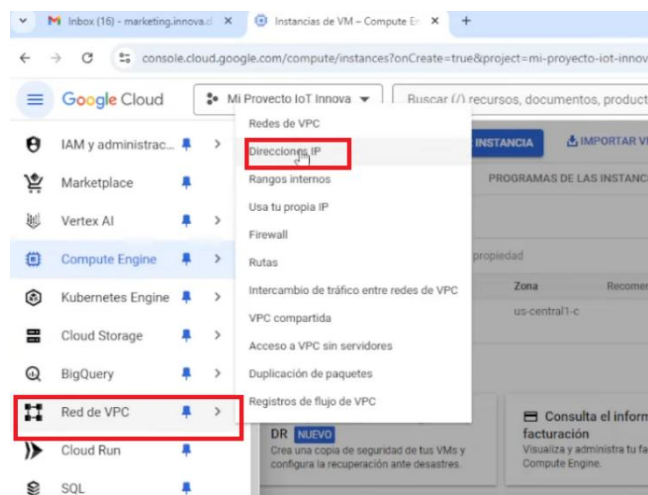
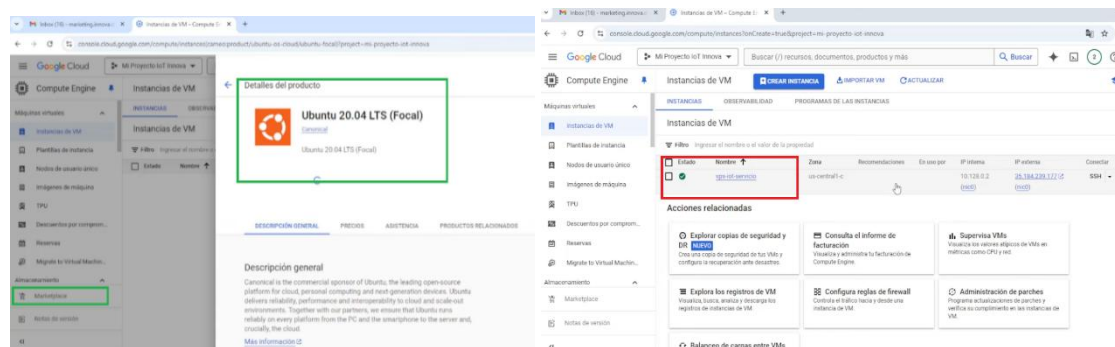


Figura 29

Ip de VM.

Direcciones IP						
RESERVAR DIRECCIÓN IP EXTERNA ESTÁTICA						
Filtro: Ingresar el nombre o el valor de la propiedad						
☐	Nombre	Dirección IP	Tipo de acceso	Región	Tipo ↓	Versión
☐	vps-iot-servicio-ip-externa	35.184.239.177	Externo	us-central1	Estática	IPv4
☐	—	10.128.0.2	Interno	us-central1	Efímera	IPv4

Vinculación de la Base de datos con Grafana

Putty

Para tener acceso desde la computadora hacia el VPS o máquina virtual se debe vincular ciertos programas como Putty que es un programa informático que permite a un usuario conectarse de forma segura a un servidor remoto o máquina virtual.

MobaXterm

Después de tener la vinculación segura de nuestra computadora con el VPS utilizamos el programa MobaXterm el cual es un administrador de servidores remotos o VPS, en donde, mediante sus diversos protocolos de comunicación como el SSH (intérprete de comandos seguros) podemos ejecutar comandos de programación mediante scripts enviados desde el ESP 32.

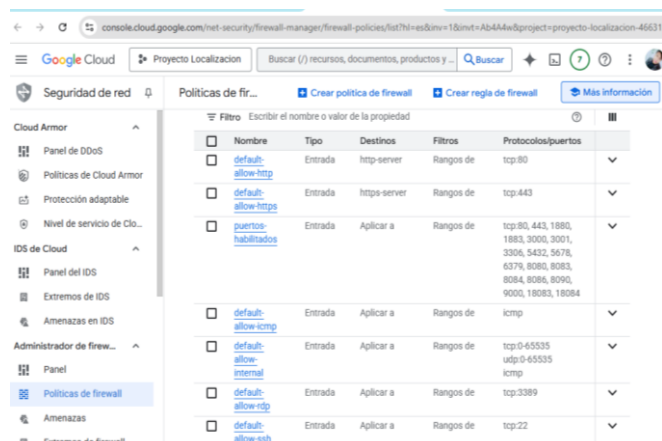
Habilitación de puertos para comunicación del VPS, base de datos y Grafana

La ventaja de utilizar Google Cloud es la variedad de servidores que utiliza para albergar información, proporcionándonos direcciones específicas para conectarnos o vincularnos directamente. Para ellos habilitamos puertos en la nube que nos servirán para establecer una comunicación bidireccional es decir de envío y recepción de datos entre el dispositivo de localización, el almacenamiento en la base de datos y la visualización y monitoreo en la interfaz Grafana.

Para ello mediante configuración en Google Cloud añadimos los puertos 3000 para My SQL, el puerto 8083 para Grafana y el puerto 1880 para Node Red, así como se observa en la figura 30, luego empezamos con la creación de los dashboard correspondientes para visualización y monitoreo de cualquier usuario que utilice el dispositivo de localización.

Figura 30

Habilitación de puertos.

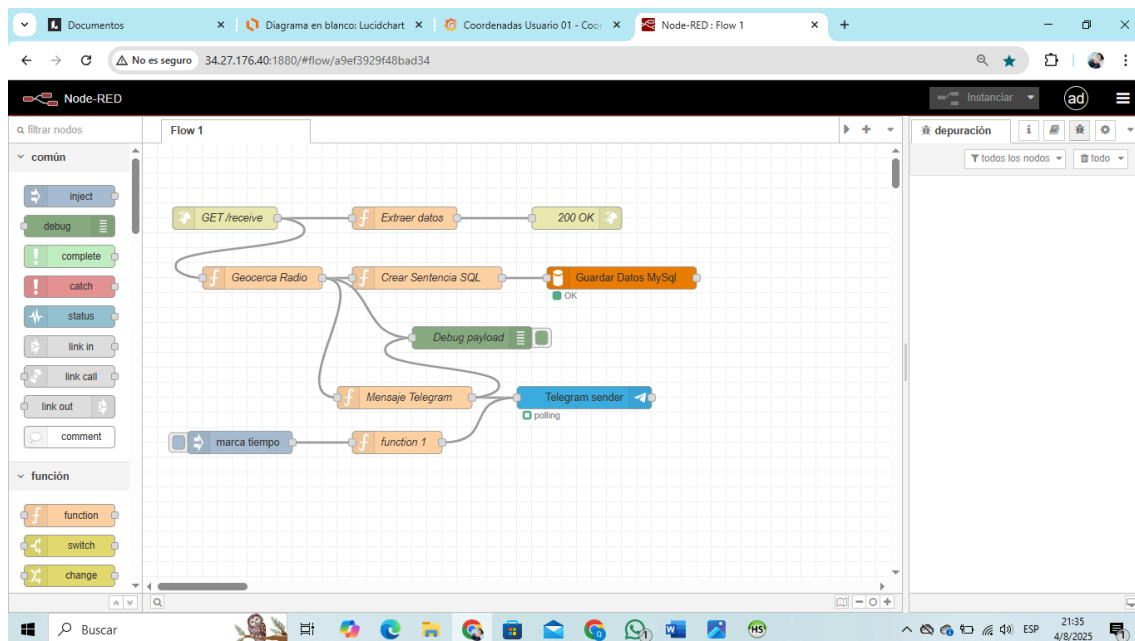


Node Red

Una vez añadido los puertos hábiles, nos dirigimos a Node Red que es un componente indispensable en proyectos de IoT, automatización y monitoreo. Para nuestra máquina virtual sirve como un intermediario que recibe información o datos, los procesa y almacena, además de, enviarlos directamente a la plataforma Grafana y emitir una alerta temprana hacia el telegram. Así como vemos en la figura 31.

Figura 31

Node Red.



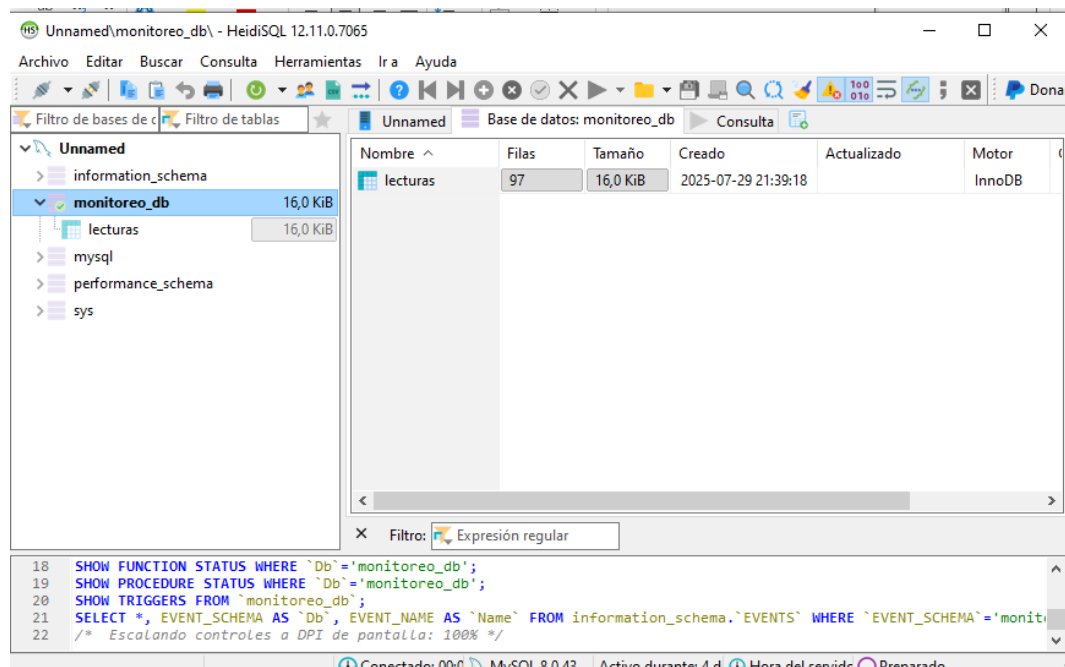
Su programación es sencilla ya que nos permite realizar acciones mediante casillas que son arrastradas y soltadas formando nodos de comunicación en forma de flujo de datos. La vinculación de alertas tipo mensaje de textos hacia telegram la realizamos con las funciones correspondientes que nos ofrece Node Red, garantizando que tendremos una constante supervisión del usuario.

HeidiSQL

A continuación, creamos una base de datos con el nombre de monitoreo_db en HeidiSQL el cual albergará toda la información enviada desde el ESP 32 hacia Node red, dirigiéndose hacia nuestra base de datos para luego enviarla a la plataforma Grafana para su visualización. Así como en la figura 32.

Figura 32

My SQL.

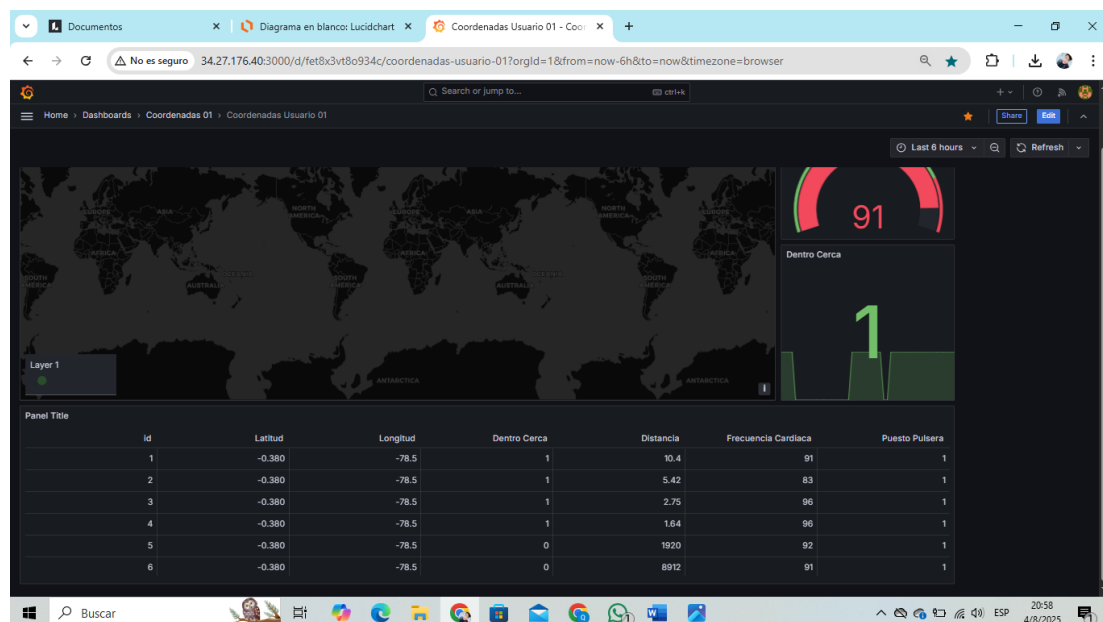


Dashboard de visualización en Grafana

En la figura 23 podemos observar la interfaz de monitoreo en Grafana, en donde, colocamos el dashboard general del proyecto llamado coordenadas y arrastramos widgets para configurarlos de manera que nos permitan visualizar los datos obtenidos desde el dispositivo de localización, configuramos para obtener un modelo de Maps desde Google, el ritmo cardiaco, la cerca perimetral del usuario y los datos en tiempo real. Ver figura 33.

Figura 33

Dashboard de visualización en Grafana.



Pruebas de funcionamiento

Se establecen pruebas de comunicación entre los dispositivos involucrados, pruebas de almacenamiento de datos, visualización de información en la plataforma y alertas tempranas de notificación vía telegram. Estas pruebas de funcionamiento se las realizo con un familiar de la señora Juana ya que por motivos de salud no se pudo realizar con la misma.

Primero se prendió el dispositivo de localización y se esperó diez segundos a que la cobertura del módulo Sim800l nos informe que existe señal para la transmisión de datos del usuario. Tal como se observa en la figura 34.

Figura 34

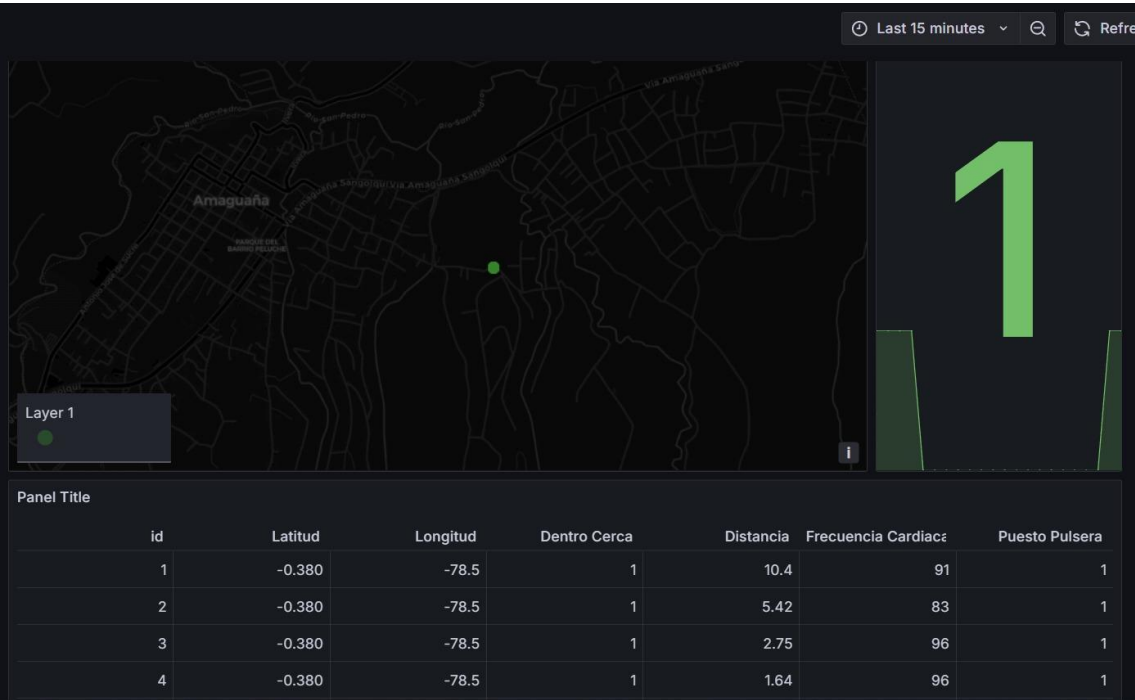
Encendido de la pulsera.



Luego comenzamos con la monitorización del usuario, abrimos la interfaz de monitoreo realizada en Grafana y observamos como los datos son recibidos y visualizados en los withches. Así como se ve en la figura 35.

Figura 35

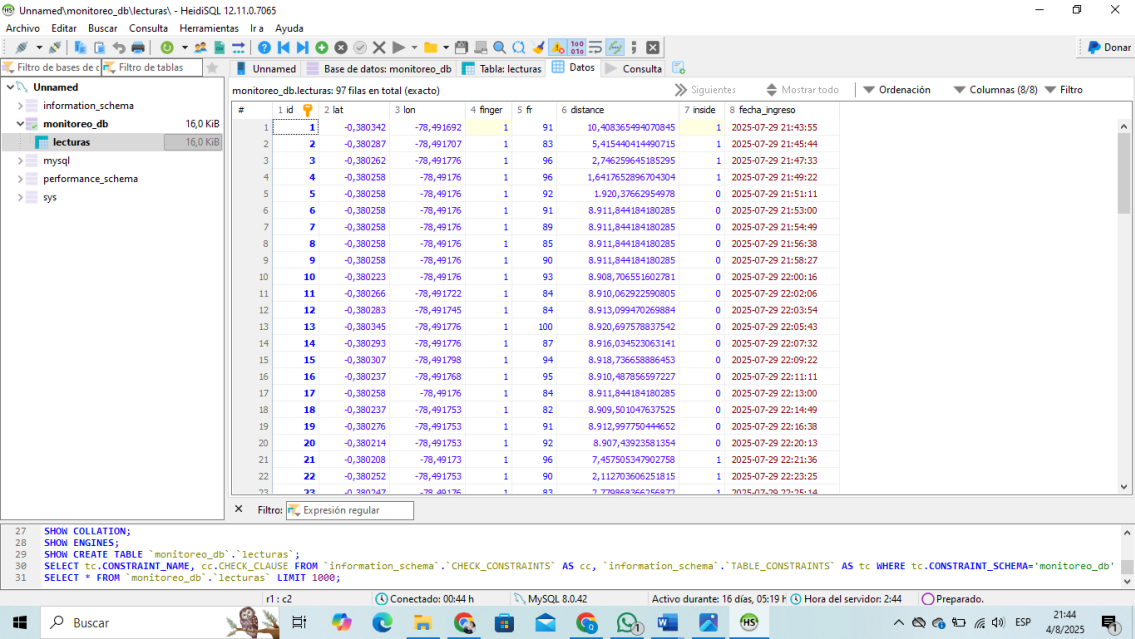
Datos visualizados en Grafana.



En la figura 36 verificamos que los datos enviados desde el brazalete son almacenados correctamente en la base de datos.

Figura 36

Almacenamiento de datos MySQL.



Y para finalizar, el usuario después de haber caminado algunos minutos y haberse salido de la cerca perimetral a 200 metros del punto inicial, se enviará y verificará las alertas tempranas vía telegram con el mensaje “Fuera de la cerca”. Así como se observa en la figura 37.

Figura 37

Alertas tempranas.



CONCLUSIONES

Los dispositivos electrónicos utilizados para este proyecto fueron seleccionados de acuerdo con sus características, ya que son de tamaño reducido, utilizan un bajo consumo de energía y se adaptan a diferentes entornos. Además de, ser fáciles de programar mediante la IDE de Arduino y ser compatibles con plataformas como Grafana.

Mediante la plataforma Grafana se realizó la interfaz de monitoreo de una forma amigable para que el operario o la persona que se encuentre supervisando al usuario pueda conocer la posición y el estado de salud de la persona,

El desarrollo del dispositivo de localización permitió aplicar conocimientos de diseño electrónico, programación y ensamblaje logrando un prototipo que cumple con los objetivos establecidos. También permite conocer su funcionamiento, futuras mejoras y flexibilidad de adaptarlo a otros entornos.

La utilización de VPN en la nube nos ayuda a tener una conexión directa desde cualquier parte del mundo y de forma segura, además de los servicios que podemos encontrar y añadir a interfaces de monitoreo como Grafana.

Los microcontroladores ESP 32 al ser compatibles con la IDE de Arduino muestran versatilidad y gran capacidad de conectividad con protocolos de comunicación como GPS, permitiendo enviar datos en tiempo real y almacenar históricos en base de datos como HeidiSQL, además de, enlazarlos a plataformas de visualización como Grafana para poder interpretar y analizar la información captada desde el microcontrolador de una forma fácil y amigable.

Las pruebas de funcionamiento permitieron confirmar que el dispositivo de localización y la interfaz de monitoreo operan de acuerdo con las especificaciones correspondientes ya que permiten conocer la ubicación del usuario, su estado de salud y alertan de manera que el supervisor este siempre pendiente de la persona.

RECOMENDACIONES

Siempre se debe verificar las características técnicas de cada dispositivo de manera cuidadosa, conocer su compatibilidad y prestaciones ya que al implementar un prototipo de dispositivo de localización se debe considerar el dimensionamiento, bajo costo de adquisición de módulos y sensores, y facilidad en la programación del microcontrolador que actuará como el cerebro del dispositivo, de tal forma que podamos obtener un dispositivo acorde a las necesidades de adultos mayores y personas con discapacidad.

Grafana al ser una interfaz de monitoreo ofrece diversas actualizaciones que mejoran con el tiempo lo que provoca nuevas mejoras con opciones de monitoreo mucho más avanzadas y compatibilidad con más servidores en la nube, así como con bases de datos y visualizaciones mucho más eficaces.

Es de mucha utilidad tener máquinas virtuales ya que son entornos controlados en donde podemos realizar infinitas actividades, así como, la creación de proyecto IoT en la nube, logrando conectarnos desde cualquier parte, pero se recomienda utilizar softwares como Putty para tener seguridad al momento del envío de tramas de datos, garantizando que la información llegue de forma segura hacia la interfaz de monitoreo.

Se debe evaluar los microcontroladores ESP 32 y módulos adjuntos ya que al ser dispositivos dinámicos y temáticos y al estar en ambientes robustos no son lo suficientemente precisos y adecuados para otorgar posiciones de geolocalización.

Desarrollar un sistema de alerta sonora que notifique en tiempo real cualquier anomalía del sistema, del dispositivo o en caso de anomalías detectadas en el usuario, estas alertas tempranas permitirán que los supervisores intervengan rápidamente antes de cualquier eventualidad presentada.

BIBLIOGRAFÍA

Altronics. (s.f.). *Altronics*. Obtenido de Altronics: <https://altronics.cl/sensor-gy-max30100>

Bracho, D. J. (01 de 2020). *Electronica y Comunicaciones en Medicina*. Obtenido de Electronica y Comunicaciones en Medicina: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cudi.edu.mx/sites/default/files/CUDI/eventos/2019/Electronica_Comunicaciones_Medicina.pdf

Drobiol. (24 de 08 de 2024). *Aplicaciones móviles para el monitoreo de la salud*. Obtenido de <https://cesarobiol.com/apps-monitoreo-salud/>

Electronic, M. (20 de 01 de 2022). *MCI Electronic*. Obtenido de <https://mcielectronics.cl/shop/product/modulo-celular-gprs-sim800l-26256/#:~:text=El%20m%C3%B3dulo%20SIM800L%20es%20un,Peso:%204%2C7g>

Electronics, A. (s.f.). *AVElectronics*. Obtenido de <https://avelectronics.cc/producto/modulo-gps-neo-6m/?srsltid=AfmBOop4FxsOCj8auMZEuz9GLsFYDW9ujT2TatEsIfJVZp5yJW6w4rrf>

EsVida. (2019). *EsVida*. Obtenido de <https://esvyda.com/es/salud-mental-integracion-de-plataformas-digitales/>

Jose Ignacio Vega, L. A. (2019). *Monitoring of vital signs using IoT*. Obtenido de <http://www.itc.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/2100>

Martínez, J. (21 de 12 de 2021). *OpenWebinars*. Obtenido de <https://openwebinars.net/blog/que-es-grafana-y-primeros-pasos/>

MicroESYS. (2021). *MicroESYS*. Obtenido de <https://microdesys.es/docs/microcontrolador-esp32/>

Perez, S. D. (18 de Octubre de 2021). *Microsoft SQL Server*. Obtenido de <https://intelequia.com/es/blog/post/qu%C3%A9-es-microsoft-sql-server-y-para-qu%C3%A9-sirve>

relacionadas, C. d. (2022). *National Institute on Aging*. Obtenido de National Institute on Aging: Demencia leve por enfermedad de Alzheimer.

ANEXOS

ANEXO 1 VALIDACION DE ESPECIALISTAS



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"

MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

INSTRUMENTO PARA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Estimado colega:

Se solicita su valiosa cooperación para evaluar la calidad del siguiente contenido digital "Interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización". Sus criterios son de suma importancia para la realización de este trabajo, por lo que se le pide que brinde su cooperación contestando las preguntas que se realizan a continuación.

Datos informativos

Validado por: Ing. Edison Fernando Churo Guayasamin

Título obtenido: Ingeniero en Electrónica y Control.

C.I.: 1713292645

E-mail: ferchuro@hotmail.com

Institución de Trabajo: System Solucion

Cargo: Gerente General

Años de experiencia en el área: 12 años

Instructivo:

- Responda cada criterio con la máxima sinceridad del caso.
- Revisar, observar y analizar la propuesta de la plataforma virtual, blog o sitio web.
- Coloque una X en cada indicador, tomando en cuenta que Muy adecuado equivale a 5, Bastante Adecuado equivale a 4, Adecuado equivale a 3, Poco Adecuado equivale a 2 e Inadecuado equivale a 1.

Tema: "

Indicadores	Muy adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Inadecuado
Pertinencia	X				
Aplicabilidad	X				
Factibilidad	X				
Novedad	X				
Fundamentación pedagógica	X				
Fundamentación tecnológica	X				
Indicaciones para su uso	X				
TOTAL	35				

Observaciones:

La interfaz de monitoreo con nuevas tecnologías e interfaces de monitoreo generada con Grafana es novedoso ya que es un software nuevo en el mercado con licenciamiento gratuito que puede ayudar a almacenar varios datos y analizarlos de forma efectiva, siendo de gran ayuda y aplicabilidad en varios sectores, como por ejemplo en la salud. Dándole una percepción de rubro diferente para microempresas y empresas que se dedican al monitoreo y análisis de datos.

Recomendaciones:

- Se recomienda continuar con las actualizaciones generadas por la plataforma Grafana y seguir con el avance y monitorización de distintos parámetros.

Lugar, fecha de validación: Quito, 17 de agosto del 2025



Firma del especialista
Ing. Edison Fernando Churo Guayamin

MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

INSTRUMENTO PARA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Estimado colega:

Se solicita su valiosa cooperación para evaluar la calidad del siguiente contenido digital "Interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización". Sus criterios son de suma importancia para la realización de este trabajo, por lo que se le pide que brinde su cooperación contestando las preguntas que se realizan a continuación.

Datos informativos

Validado por: Ing. Orlando Giovanni Soliz Rodríguez
Título obtenido: Ingeniero en Seguridad Industrial y Salud ocupacional
C.I.: 1723978738
E-mail: gsoliz@avsingenieria.com
Institución de Trabajo: Almeida Villavicencio Soria Ingeniería Cia. LTDA.
Cargo: Coordinador de Proyectos de Control y Automatización
Años de experiencia en el área: 7 años

Instructivo:

- Responda cada criterio con la máxima sinceridad del caso.
- Revisar, observar y analizar la propuesta de la plataforma virtual, blog o sitio web.
- Coloque una X en cada indicador, tomando en cuenta que Muy adecuado equivale a 5, Bastante Adecuado equivale a 4, Adecuado equivale a 3, Poco Adecuado equivale a 2 e Inadecuado equivale a 1.

Tema: "

Indicadores	Muy adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Inadecuado
Pertinencia	X				
Aplicabilidad	X				
Factibilidad	X				
Novedad		X			
Fundamentación pedagógica	X				
Fundamentación tecnológica	X				
Indicaciones para su uso	X				
TOTAL	30	4			

Observaciones:

La interfaz de monitoreo es un prototipo para el uso de nuevas tecnologías enfocadas al monitoreo de la salud, con versiones gratuitas y de alta funcionalidad. Utilizando protocolos básicos como el GPS para el envío y recepción de información.

Recomendaciones:

- Se debe verificar la funcionalidad con previas simulaciones, documentar y analizar la escalabilidad que se va a tener un prototipo de monitoreo.
- También se recomienda profundizar las nuevas versiones de la plataforma para obtener nuevas formas de monitoreo en tiempo real.
- Se sugiere incluir anexos con información complementaria en caso de existir dudas.

Lugar, fecha de validación: Quito, 20 de agosto del 2025



Firma del especialista
Ing. Orlando Giovanni Soliz Rodríguez

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"

MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

INSTRUMENTO PARA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Estimado colega:

Se solicita su valiosa cooperación para evaluar la calidad del siguiente contenido digital "Interfaz de monitoreo para adultos mayores y personas con discapacidad mediante Grafana y dispositivo de localización". Sus criterios son de suma importancia para la realización de este trabajo, por lo que se le pide que brinde su cooperación contestando las preguntas que se realizan a continuación.

Datos informativos

Validado por: Dr. Wagner Saul Pucuna Sisilema
Título obtenido: Medico General
C.I.: 1725215626
E-mail: wagsalps-96@hotmail.com
Institución de Trabajo: Hospital General de Latacunga
Cargo: Neurocirujano
Años de experiencia en el área: 5 años

Instructivos:

- Responda cada criterio con la máxima sinceridad del caso.
- Revisar, observar y analizar la propuesta de la plataforma virtual, blog o sitio web.
- Coloque una X en cada indicador, tomando en cuenta que Muy adecuado equivale a 5, Bastante Adecuado equivale a 4, Adecuado equivale a 3, Poco Adecuado equivale a 2 e Inadecuado equivale a 1.

Tema: "

Indicadores	Muy adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Inadecuado
Pertinencia	X				
Aplicabilidad	X				
Factibilidad	X				
Novedad	X				
Fundamentación pedagógica	X				
Fundamentación tecnológica	X				
Indicaciones para su uso	X				
TOTAL	35				

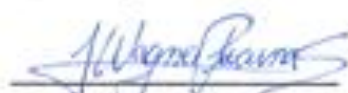
Observaciones:

La plataforma Grafana al ser una interfaz que permite observar varios parámetros de un usuario ayuda a que el área de la salud tenga una percepción diferente, enfocándose en tener nuevas y mejores formas de ver a un paciente, cubriendo permanentemente su monitorización en tiempo real. Diferentes profesionales de la salud al tener acceso a la información del usuario, se puede analizar y diagnosticar un tratamiento diferente con mejores resultados dependiendo el avance de la persona.

Recomendaciones:

- Seguir investigando nuevas formas de tecnologías orientadas a cuidados de adustos mayores y personas con discapacidad.

Lugar, fecha de validación: Quito, 18 de agosto del 2025



Firma del especialista
Dr. Wagner Saul Pucuna Sisilema

ANEXO 2 PROGRAMACION DE LA TARJETA ESP 32

```
#include <Wire.h>

#include <TinyGPS++.h>

#include <HardwareSerial.h>

// ———— CONFIGURACIÓN DE PINES ————

const int  pinEntrada    = 23;  // INPUT_PULLUP

#define  GPS_RX_PIN      16

#define  GPS_TX_PIN      17

#define  SDA_PIN         21

#define  SCL_PIN         22

#define  SIM_RX_PIN      5

#define  SIM_TX_PIN      15


// ———— I²C y MAX30100 ————

#define MAX30100_ADDR    0x57

#define REG_MODE_CONFIG  0x06

#define REG_SPO2_CONFIG  0x07

#define REG_LED_CONFIG   0x09

#define REG_FIFO_DATA    0x05

const uint16_t IR_THRESHOLD = 3000;  // Ajusta según tu entorno


// ———— OBJETOS GLOBALES ————

TinyGPSPlus  gps;

HardwareSerial  SerialGPS(1);

HardwareSerial  sim800(2);
```

```

// ----- GPRS / HTTP -----

const char* APN      = "internet.claro.com.ec";

const char* SERVER_IP  = "34.27.176.40";

const uint16_t SERVER_PORT = 1880;

int failHttpCount     = 0;


// ----- TIMERS -----

#define REPORTING_PERIOD_MS 1000

uint32_t tsLastReport = 0;

int sensorCounter = 0;


// ----- FUNCIONES I2C / MAX30100 -----

void initMAX30100() {

    Serial.println("[MAX30100] Iniciando I2C y configurando sensor...");

    Wire.begin(SDA_PIN, SCL_PIN, 100000);

    // reset

    Serial.println("[MAX30100] Reset del sensor");

    Wire.beginTransmission(MAX30100_ADDR);

    Wire.write(REG_MODE_CONFIG);

    Wire.write(0x40);

    Wire.endTransmission();

    delay(100);

    // modo SpO2

```

```

Serial.println("[MAX30100] Modo SpO2");

Wire.beginTransmission(MAX30100_ADDR);

Wire.write(REG_MODE_CONFIG);

Wire.write(0x03);

Wire.endTransmission();


// config SpO2

Serial.println("[MAX30100] Configuración SpO2");

Wire.beginTransmission(MAX30100_ADDR);

Wire.write(REG_SPO2_CONFIG);

Wire.write((0x2<<5)|(0x3<<2)|0x1);

Wire.endTransmission();


// corriente LED

Serial.println("[MAX30100] Configuración corriente LED");

Wire.beginTransmission(MAX30100_ADDR);

Wire.write(REG_LED_CONFIG);

Wire.write(0x24);

Wire.endTransmission();


Serial.println("[MAX30100] Inicialización completa");
}


uint16_t readIR() {

Wire.beginTransmission(MAX30100_ADDR);

```

```

Wire.write(REG_FIFO_DATA);

Wire.endTransmission(false);

Wire.requestFrom(MAX30100_ADDR, 4);

uint16_t red = (Wire.read()<<8) | Wire.read();

uint16_t ir = (Wire.read()<<8) | Wire.read();

return ir;
}

// ———— FUNCIONES GPRS ————

String sendAT(const String &cmd, unsigned long timeout = 2000) {

    Serial.print("[GPRS] AT> "); Serial.println(cmd);

    sim800.println(cmd);

    unsigned long start = millis();

    String resp;

    while (millis() - start < timeout) {

        while (sim800.available()) {

            String line = sim800.readStringUntil('\n');

            line.trim();

            if (line.length()) {

                Serial.print("[GPRS] < "); Serial.println(line);

                resp += line + "\n";

            }

        }

    }

    return resp;
}

```

```
}
```

```
bool initGPRS() {  
  
    Serial.println("[GPRS] Iniciando GPRS...");  
  
    sendAT("AT+CGATT=1",3000);  
  
    sendAT("AT+SAPBR=3,1,\"Contype\",\"GPRS\"",1000);  
  
    sendAT("AT+SAPBR=3,1,\"APN\", \"\" + String(APN) + \"\",1000);  
  
    String r = sendAT("AT+SAPBR=1,1",5000);  
  
    bool ok = (r.indexOf("OK")>=0);  
  
    Serial.println(ok?"[GPRS] Bearer abierto":"[GPRS] Falló bearer");  
  
    sendAT("AT+SAPBR=2,1",2000);  
  
    return ok;  
}
```

```
bool checkNetwork(bool &gprs, int &rssi) {  
  
    Serial.println("[GPRS] Comprobando estado de red...");  
  
    String r = sendAT("AT+CREG?",1000);  
  
    bool net = (r.indexOf("1")>=0 || r.indexOf("5")>=0);  
  
    r = sendAT("AT+CGATT?",1000);  
  
    gprs = (r.indexOf("1")>=0);  
  
    r = sendAT("AT+CSQ",1000);  
  
    rssi=-1;  
  
    if (r.indexOf("+CSQ:")>=0) {  
  
        int p1=r.indexOf(':')+2, p2=r.indexOf(' ',p1);  
  
        rssi=r.substring(p1,p2).toInt();  
    }  
}
```

```

}

Serial.printf("[GPRS] GSM:%s GPRS:%s RSSI:%d dBm\n",

    net?"OK":"NO",

    gprs?"OK":"NO",

    rssi);

return net;

}

void sendHTTPRequest() {

    Serial.println("[HTTP] Preparando envío...");

    float lat = gps.location.isValid()?gps.location.lat():0.0;

    float lon = gps.location.isValid()?gps.location.lng():0.0;

    int finger = (readIR()>IR_THRESHOLD) ? 1 : 0;

    String url = String("http://") + SERVER_IP + ":" + SERVER_PORT

        + "/receive?lat=" + String(lat,6)

        + "&lon=" + String(lon,6)

        + "&finger=" + finger;

    sendAT("AT+HTTPTERM",1000);

    sendAT("AT+HTTPINIT",2000);

    sendAT("AT+HTTPPARA=\"CID\",1",1000);

    sendAT("AT+HTTPPARA=\"TIMEOUT\",30",1000);

    Serial.print("[HTTP] URL: "); Serial.println(url);

    sendAT("AT+HTTPPARA=\"URL\",\"" + url + "\"",2000);

    String resp = sendAT("AT+HTTPACTION=0",6000);

    int status=-1, i=resp.indexOf("+HTTPACTION:");

```

```

if (i>=0) {

    int c1=resp.indexOf(',')+1, c2=resp.indexOf(', ',c1);

    status=resp.substring(c1,c2).toInt();

}

Serial.printf("[HTTP] Status: %d\n", status);

if (status==200) {

    failHttpCount=0;

    sendAT("AT+HTTPREAD",3000);

} else if (++failHttpCount>=3) {

    Serial.println("[HTTP] Fallos >=3, reiniciando módulo...");

    sendAT("AT+CFUN=1,1",10000);

    delay(10000);

    while(!initGPRS()) { delay(5000); }

    failHttpCount=0;

}

sendAT("AT+HTTPTERM",1000);

Serial.println("[HTTP] Envío finalizado");

}

// ----- SETUP -----

void setup() {

    Serial.begin(115200);

    while(!Serial);

    Serial.println("[SETUP] Iniciando sistema...");

```

```

pinMode(pinEntrada, INPUT_PULLUP);

initMAX30100();

SerialGPS.begin(9600, SERIAL_8N1, GPS_RX_PIN, GPS_TX_PIN);

Serial.println("[GPS] UART inicializado");


sim800.begin(9600, SERIAL_8N1, SIM_RX_PIN, SIM_TX_PIN);

Serial.println("[GPRS] UART inicializado");

delay(500);

sendAT("AT+CFUN=1,1",10000);

delay(10000);

sendAT("AT",1000);

while(!initGPRS()) { Serial.println("[GPRS] Reintentando GPRS..."); delay(5000); }

Serial.println("[SETUP] Configuración GPRS completada");


tsLastReport = millis();

sensorCounter = 0;

}


// ----- LOOP -----

void loop() {

    unsigned long now = millis();

    if (now - tsLastReport >= REPORTING_PERIOD_MS) {

        tsLastReport = now;

```

```
Serial.println("[LOOP] Ciclo de lectura");
```

```
// Detección de dedo
```

```
uint16_t ir = readIR();
```

```
Serial.printf("[SENSOR] IR raw=%u\n", ir);
```

```
if (ir > IR_THRESHOLD) {
```

```
    Serial.println("✅ Dedo DETECTADO");
```

```
} else {
```

```
    Serial.println("❌ Sin dedo");
```

```
}
```

```
// Lectura GPS
```

```
while (SerialGPS.available()) gps.encode(SerialGPS.read());
```

```
if (gps.location.isUpdated()) {
```

```
    Serial.printf("[GPS] Lat=%f Lon=%f\n", gps.location.lat(), gps.location.lng());
```

```
}
```

```
sensorCounter++;
```

```
}
```

```
if(digitalRead(pinEntrada) == LOW)
```

```
{
```

```
    Serial.println("PULSADOR PRESIONADO");
```

```
    sensorCounter = 50;
```

```
}
```

```
if (sensorCounter >= 40) {
```

```
    sensorCounter = 0;
```

```
    bool gprs; int rssi;
```

```
    if (checkNetwork(gprs, rssi) && gprs) {
```

```
        sendHTTPRequest();
```

```
    } else {
```

```
        Serial.println("[LOOP] Omitido: sin red/GPRS");
```

```
    }
```

```
}
```

```
}
```