

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**CARRERA EN INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**PLAN PARA EL TRABAJO DE TITULACIÓN**

|  |
| --- |
| Tema: |
| Integración de dispositivos de monitoreo para situaciones de emergencia en el hogar de una pareja de adultos mayores integrando visión Artificial. |
| Autor: |
| Jefferson Antonio Alarcón Robles |

**Quito – Ecuador**

**2024**

## Contextualización del problema

En Ecuador, existen 1,520,590 personas mayores de 65 años, siendo un 53.6% mujeres adultas mayores (815,136) y un 46.4% hombres (705,454). La cantidad de adultos mayores ha aumentado del 6.2% en 2010 al 9% en 2022. Además, 2,738 adultos mayores tienen 100 años o más, y se observa que Morona Santiago, Zamora Chinchipe y Loja son las regiones donde viven las personas más centenarias en relación con su propia población (Censo, 2023).

Las personas mayores enfrentan una serie de desafíos que abarcan aspectos biológicos, financieros, relaciones sociales y una cuestión relevante, el problema recreativo. Este último aspecto es significativo, ya que, al dejar el trabajo, muchos individuos se encuentran con tiempo libre que antes dedicaban a sus responsabilidades laborales. Sin embargo, pueden enfrentar dificultades para saber cómo disfrutar ese tiempo, cómo entretenerse o qué actividades físicas realizar.

A medida que la persona envejece se aumenta el riesgo de que esta enferme o sufra afecciones físicas, y con ello, la necesidad de ser cuidada por una o más personas. La persona con necesidad de ayuda para realizar las actividades cotidianas es considerada dependiente y la ayuda comúnmente es otorgada por la familia (Salazar, 2019).

La Fundación TASE reporta que actualmente hay aproximadamente 100.000 personas en Ecuador viviendo con demencia, de las cuales el 60% se estima que sufren de Alzheimer. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que la demencia representa una de las principales causas de discapacidad y dependencia en la población mayor a nivel global. Esta condición no solo afecta de manera abrumadora a quienes la experimentan, sino también a sus cuidadores y seres queridos.

## Problema objeto de investigación

En el presente caso de estudio el señor Higinio Robles de 91 años, que presenta pérdida de memoria, lo que lo hace propenso a situaciones de desorientación, olvido y riesgo potencial para su seguridad. Por otro lado, la señora Selina Ochoa de 86 años presenta una limitación física debido a su movilidad reducida, lo que implica dificultades en el cuidado de su pareja.

Actualmente, el cuidado de los dos adultos mayores se lleva a cabo de dos formas distintas. En primer lugar, se contrata a una persona para que brinde ayuda en la cocina durante el almuerzo y la merienda, así como en las tareas de limpieza. En segundo lugar, los hijos de estas personas se dedican a cuidarlos durante ciertos momentos, lo que ocasionalmente resulta que ambos adultos no cuenten con asistencia o con quien comunicarse por la dificultad a la hora de manejar dispositivos tecnológicos en caso de emergencia.

Esta combinación de condiciones de salud y situaciones en el cuidado representa un desafío significativo para garantizar la seguridad y el bienestar de ambos adultos mayores en el entorno de su hogar. La ausencia de una respuesta rápida y efectiva ante situaciones de emergencia, como una caída por parte de la señora Selina Ochoa o desorientación por parte del señor Higinio Robles, puede llevar a riesgos graves para su salud y bienestar.

Por lo tanto, el problema se basa en la necesidad apremiante de implementar una solución que integre tecnologías y dispositivos especializados para monitorear, alertar y notificar en tiempo real ante situaciones de emergencias, proporcionando así un entorno seguro y adaptado a las necesidades específicas de ambos adultos mayores. Esta solución debe ser diseñada considerando las particularidades de cada condición de salud y asegurando la accesibilidad y eficacia de los dispositivos para todas las personas involucradas en su atención.

Alexa es un sistema moderno utilizado para la facilidad de aplicaciones domóticas**,** conectado con otros dispositivos como, módulos ESP32, sensores y cámaras de vigilancia. Permite monitorear a los dos adultos mayores cuando se queden solos en casa. Esta integración proporciona un nivel adicional de seguridad y tranquilidad tanto para las personas mayores como para sus seres queridos, permitiendo una respuesta rápida ante cualquier situación de emergencia que pueda surgir.

Para la identificación y posicionamiento de los dos adultos mayores, se utilizará una cámara de seguridad con visión artificial que se comunicará con un cerco virtual mediante el uso de la red Wifi de los routers. Combinado con módulos ESP32, se formará una triangulación que ayudará a determinar la posición de los adultos mayores. Por último, se integrarán sensores de movimiento que permitirán encender las luces en la noche, haciendo que su movilidad por la vivienda sea más segura.

## Objetivo general

Implementar un sistema de monitoreo para situaciones de emergencia en el hogar de una pareja de adultos mayores integrando, el asistente virtual Alexa, sensores de movimiento, cerco virtual y visión Artificial.

## Objetivos específicos

* Contextualizar los fundamentos teóricos sobre sistemas y elementos electrónicos que ayuden en la automatización del hogar.
* Establecer las necesidades que el sistema va a cubrir tomando en cuenta la condiciones de cada adulto.
* Diseñar un sistema que permita la comunicación efectiva y la interoperabilidad entre los diferentes dispositivos seleccionados, asegurando una respuesta inmediata ante situaciones de emergencia.
* Evaluar el impacto del sistema de integración en la seguridad y el bienestar de los adultos mayores, así como en la reducción de riesgos asociados a sus condiciones de salud, a través de mediciones objetivas.

## Justificación

Esta investigación se basa en la necesidad apremiante de proporcionar un entorno seguro y adaptado a las necesidades específicas del señor Higinio Robles, quien padece de perdida de memoria, y la señora Selina Ochoa, quien enfrenta limitaciones en su movilidad. La confluencia de estas condiciones de salud representa un desafío considerable para mantener su seguridad y bienestar en el ámbito domiciliario.

Esta investigación se sustenta con la finalidad de aportar una solución a los siguientes criterios y razones:

1. **Riesgos para la seguridad y bienestar:** Las manifestaciones de pérdida de memoria y desorientación que experimenta el señor Higinio Robles, junto con la restricción física de la señora Selina Ochoa, incrementan la probabilidad de afrontar situaciones de emergencia, que potencialmente podrían acarrear consecuencias adversas para su estado de salud.
2. **Imperativo de respuesta ágil y eficaz:** Dada la particular condición de ambos adultos mayores, es de vital importancia contar con un sistema que propicie una respuesta inmediata del cuidador o los familiares frente a cualquier eventualidad que pudieran experimentar.
3. **Elevación de la calidad de vida:** Al proporcionar un ambiente seguro y adaptado a sus necesidades, se contribuye sustancialmente a la calidad de vida de ambos adultos mayores, así como a la tranquilidad de sus familiares y cuidadores.
4. **Apoyo a los cuidadores y familiares:** La implementación de este sistema no solo reditúa beneficios a los adultos mayores, sino que también ofrece un respaldo significativo a los cuidadores y familiares, al conferirles la certeza de contar con una herramienta que les permita estar informados de la situación en tiempo real.
5. **Estímulo a la independencia:** A través de un sistema de asistencia y alerta eficaz, se promueve la independencia de los adultos mayores, al posibilitarles llevar a cabo sus actividades cotidianas de manera más segura y autónoma.
6. **Contribución al ámbito de investigación y desarrollo tecnológico:** Esta investigación aportará al progreso en el campo de la tecnología asistencial y la atención a adultos mayores, al proporcionar un modelo replicable y adaptable en contextos análogos.

En síntesis, esta investigación y la subsiguiente implementación del sistema de integración de dispositivos de asistencia, alerta y notificación, persiguen como objetivo primordial asegurar una respuesta rápida para atender la seguridad y el bienestar del señor Higinio Robles y la señora Selina Ochoa en su entorno domiciliario, mejorando su calidad de vida y brindando tranquilidad a sus familiares y cuidadores.

Por lo tanto, con la integración de un cerco virtual que se lo ara con la red wifi de la vivienda y la comunicación de módulos ESP32 permitirá saber si el señor Higinio Robles sale del área en la que está acostumbrado a movilizarse, o si los dos adultos mayores se movilizan fuera del área segura de la casa, como un segundo piso o la parte trasera del hogar y no han regresado al área segura de la casa en unos 30 minutos o se ha tenido un llamado de alerta por parte de la señora Selina Ochoa, el sistema notificara al cuidador y a sus hijos para que tomen las acciones correspondientes.

Además, se implementará una cámara con un algoritmo de código abierto de visión artificial que los reconozca y verifique en qué sentido del pasillo se están movilizando que es el más transitado para dirigirse a las diferentes áreas de la casa.

Por último, se integrarán sensores de movimiento en áreas estratégicas de la casa que permitan prender las luces para que su movilidad en la noche sea segura. Este sistema de monitoreo y alerta permitirá a la señora Selina Ochoa comunicarse con su cuidador o con sus hijos en caso de una emergencia con la ayuda de Alexa, brindando tranquilidad a sus hijos cuando los adultos mayores se quedan solos.

Esta investigación y los datos obtenidos pueden ser empleados en sistemas domóticos de monitoreo diseñados para adultos mayores que presenten estas condiciones. Con adecuaciones, el sistema podría ser utilizado para vigilar a cualquier adulto mayor que requiera atención para salvaguardar su salud.

## Contextualización de fundamentos teóricos

En el presente Trabajo de Titulación, se enmarcan varios fundamentos teóricos que proporcionarán el marco conceptual y metodológico necesario para abordar la problemática planteada. A continuación, se caracterizan de manera sintetizada:

1. **Gerontología y Geriatría:** Estos campos de estudio aportan los conocimientos sobre el envejecimiento, sus manifestaciones físicas y cognitivas, así como las estrategias de atención y cuidado específicas para adultos mayores, considerando las particularidades de salud de los protagonistas de este estudio.
2. **Tecnología Asistencial y Salud Digital:** Se aborda el uso de dispositivos y tecnologías diseñadas para mejorar la calidad de vida y la seguridad de personas con necesidades específicas, incluyendo la implementación de sistemas de alerta y asistencia personalizada.
3. **Enfermedad de Alzheimer y Demencias:** Se profundiza en la comprensión de las características clínicas y comportamentales de la enfermedad de Alzheimer, para desarrollar estrategias de apoyo adecuadas al señor Higinio Robles.
4. **Accesibilidad y Diseño Universal:** Se consideran los principios de diseño que aseguran que el entorno y los dispositivos sean utilizables por todas las personas, incluyendo aquellas con movilidad reducida, garantizando así la inclusión y autonomía de la señora Selina Ochoa.
5. **Sistemas de Alerta y Notificación en Salud:** Se exploran las metodologías y tecnologías para implementar sistemas de alerta y notificación que permitan una respuesta inmediata ante situaciones de emergencia, integrando sensores, comunicación en tiempo real y protocolos de actuación.

Estos fundamentos teóricos proporcionarán la base conceptual y metodológica necesaria para el desarrollo y ejecución del presente Trabajo de Titulación, permitiendo abordar de manera integral la implementación de un sistema de integración de dispositivos de asistencia, alerta y notificación para el señor Higinio Robles y la señora Selina Ochoa.

## Proceso de investigación

**Enfoque de la Investigación:**

El enfoque será principalmente cualitativo, con un componente complementario cuantitativo. El enfoque cualitativo permitirá una comprensión profunda de las experiencias, necesidades y contextos específicos del señor Higinio Robles y la señora Selina Ochoa a través de entrevistas a la señora Selina Ochoa, sus cuidadores y familiares que han usado el sistema, también mediante observaciones, se buscará obtener información detallada sobre sus condiciones de salud y sus interacciones con el entorno domiciliario.

El componente cuantitativo se utilizará para recopilar datos sobre la efectividad y eficiencia del sistema de integración de dispositivos de asistencia, alerta y notificación, a través de métricas como tiempos de respuesta ante emergencias, incidencia de alertas y nivel de satisfacción de los usuarios.

**Tipo de Investigación:**

El estudio se enmarca en una investigación mixta y descriptiva, siendo un estudio de caso. Se selecciona un único caso, el hogar del señor Higinio Robles y la señora Selina Ochoa, para realizar un análisis detallado de la implementación del sistema de integración de dispositivos de asistencia. Esto permite una comprensión exhaustiva de las necesidades específicas de estos adultos mayores y la evaluación de la efectividad de la solución propuesta.

**Población y Muestra:**

La población objetivo de este estudio está constituida por el señor Higinio Robles y la señora Selina Ochoa, así como sus cuidadores y familiares directos. Dado que se trata de un estudio de caso, no se realizará una selección de muestra en el sentido tradicional. Sin embargo, se considerarán los casos particulares de cada adulto mayor para diseñar e implementar el sistema de integración de dispositivos de asistencia de manera personalizada.

**Métodos, Técnicas e Instrumentos:**

**Métodos:**

Observación Participante: El investigador estará presente en el hogar para observar directamente las interacciones y necesidades de los adultos mayores en su entorno cotidiano.

Entrevistas en Profundidad: Se llevarán a cabo entrevistas detalladas con la señora Selina Ochoa, así como con sus cuidadores, para obtener información sobre sus experiencias y necesidades.

**Técnicas:**

Análisis de Contenido: Se empleará esta técnica para analizar las entrevistas y observaciones, identificando patrones y temáticas relevantes.

Evaluación Cuantitativa: Se recopilarán datos cuantitativos sobre la efectividad del sistema de integración de dispositivos, como tiempos de respuesta y frecuencia de alertas.

**Desarrollo del proceso tecnológico:**

**Identificación de Necesidades:** Se llevará a cabo una evaluación de las necesidades de los adultos mayores, considerando las condiciones de salud y las limitaciones individuales de cada uno. Esto incluirá la determinación de las funcionalidades requeridas del sistema de monitoreo, como la detección de caídas, la supervisión de la actividad diaria y la respuesta a emergencias médicas.

**Selección de Dispositivos:** Se procederá a seleccionar los dispositivos de monitoreo más adecuados para satisfacer las necesidades identificadas. Esto puede incluir sensores de movimiento, cámaras de vigilancia, entre otros. La compatibilidad con el asistente de Amazon Alexa será un criterio importante en la selección de los dispositivos.

**Integración de Dispositivos:** Se realizará la configuración y conexión de los dispositivos seleccionados en un sistema unificado de monitoreo. Esto implicará la instalación física de los dispositivos en el hogar y la programación de las interacciones entre ellos para garantizar un funcionamiento coordinado y eficiente.

**Desarrollo de la Interfaz de Usuario:** Se diseñará una interfaz de usuario intuitiva y accesible para facilitar la interacción de los adultos mayores con el sistema de monitoreo. Se prestará especial atención a la simplicidad y claridad de las instrucciones y comandos, así como a la compatibilidad con dispositivos de asistencia adicionales, como controles de voz y dispositivos móviles.

**Pruebas y Optimización:** Se llevarán a cabo pruebas exhaustivas del sistema integrado de monitoreo en condiciones reales de uso, con la participación activa de los adultos mayores y sus cuidadores. Se identificarán y corregirán cualquier fallo o deficiencia en el funcionamiento del sistema, y se realizarán ajustes según sea necesario para garantizar su eficacia y fiabilidad.

**Implementación y Evaluación:** Una vez completado el desarrollo y la optimización del sistema de monitoreo, se procederá a su implementación en el hogar de los adultos mayores. Se recopilarán datos cuantitativos y cualitativos sobre la efectividad del sistema, incluyendo tiempos de respuesta, frecuencia de alertas y percepciones de los usuarios, para evaluar su impacto en la seguridad y bienestar de la pareja de adultos mayores. Los resultados de esta evaluación se utilizarán para realizar ajustes finales y mejoras en el sistema, si es necesario, y para informar futuras investigaciones y desarrollos en el campo del monitoreo domiciliario para adultos mayores.

**Instrumentos:**

Cuestionarios Estructurados (si aplicable): Se utilizarán para recopilar datos cuantitativos sobre la efectividad del sistema de integración.

Guías de Entrevistas: Se desarrollarán guías específicas para las entrevistas con la señora Selina Ochoa y sus cuidadores, adaptadas a las particularidades de cada caso.

Pruebas y Verificaciones: Este proceso de investigación permitirá abordar de manera completa la implementación del sistema de integración de dispositivos de asistencia, alerta y notificación, obteniendo información cualitativa y cuantitativa sobre su impacto en la seguridad y bienestar de los adultos mayores involucrados.

## Bibliografía

Barber, R., Ortiz, F. J., Calatrava, F. M., Garrido, S., Alfonso, L. M. J., Vera, A. M., ... & Mozos, Ó. M. HIMTAE: Sistema heterogéneo multirobot para ayuda de personas mayores en un ambiente asistido en el hogar. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/28348>

Calatrava Nicolás, F. M., Ortiz Zaragoza, F. J., Vera Repullo, J. A., Roca González, J., Jiménez Buendía, M., & Martínez Mozos, Ó. (2021). Sistema heterogéneo para la monitorización de la actividad diaria en el hogar y el bienestar de personas mayores. In *XLII Jornadas de Automática* (pp. 632-639). Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/28348>

Censo Ecuador (2023). Censo de Población y Vivienda. Recuperado de <https://www.censoecuador.gob.ec/>

Edición Medica. (2021). Estadísticas sobre demencia en Ecuador. Recuperado de [En Ecuador hay 100.000 personas con demencia, el 60% tiene Alzheimer (edicionmedica.ec)](https://www.edicionmedica.ec/secciones/salud-publica/en-ecuador-hay-100-000-personas-con-demencia-el-60-tiene-alzheimer-98098)

Fernández Barranco, F. (2023). Montaje en instalaciones domóticas en edificios (UF0539): operaciones de montaje de instalaciones eléctricas de baja tensión y domóticas en edificios (MF0816): (1 ed.). Cano Pina. <https://elibro.net/es/lc/uisrael/titulos/230312>

Martínez, D. B., Soldevilla, M. G., Santiago, A. P., & Martínez, J. T. (2019). Enfermedad de alzheimer. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, *12*(74), 4338-4346. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304541219300538>

Moreno Orsini, I. A. (2015). *Plan de empresa para la prestación de servicios de consultoría y ejecución de proyectos domóticos para personas mayores* (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/25823>

Navas Martín, M. Á., & Cuerdo-Vilches, T. (2022). La salud digital: la convergencia de la salud, la tecnología y los pacientes en la sociedad digital. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/296437/1/LA%20SALUD%20DIGITAL.pdf>

Salazar M., Garza E., García S, Juárez P, Herrera J., Duran T. (2019). Funcionamiento familiar, sobrecarga y calidad de vida del cuidador del adulto mayor con dependencia funcional. ENEO-UNAM, Volumen 16, 12 páginas. URL: https://www.scielo.org.mx/pdf/eu/v16n4/2395-8421-eu-16-04-362.pdf

Trujillo B. (2018). Frecuencia de fragilidad y comorbilidad en adultos mayores. *Rev. Arg. de Gerontología y Geriatría, 33*(1), 7. <https://www.researchgate.net/profile/Benjamin-Trujillo-Hernandez/publication/344340515_FRECUENCIA_DE_FRAGILIDAD_Y_COMORBILIDAD_EN_ADULTOS_MAYORES/links/5f6a0af292851c14bc8e1329/FRECUENCIA-DE-FRAGILIDAD-Y-COMORBILIDAD-EN-ADULTOS-MAYORES.pdf>

Varela Pinedo, L. F. (2005). Principios de Geriatría y Gerontología: ( ed.). Universidad Peruana Cayetano Heredia. <https://elibro.net/es/lc/uisrael/titulos/104108>