



Universidad **Mariana**

Diseño de un sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos de una camilla hospitalaria para el cuidado de pacientes paliativos en la Fundación Amparo San José de Pasto.

Andres Felipe Arteaga Arciniegas
Glen Alejandro Guerrero Burbano

Universidad Mariana
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Mecatrónica
San Juan de Pasto
2024

Diseño de un sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos de una camilla hospitalaria para el cuidado de pacientes paliativos en la Fundación Amparo San José de Pasto.

Andres Felipe Arteaga Arciniegas

Glen Alejandro Guerrero Burbano

Informe de investigación para optar al título de: Ingeniero Mecatrónico

Mg. Tito Manuel Piamba

Asesor

Mg. Edison Viveros Villada

Co - Asesor

Universidad Mariana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Mecatrónica

San Juan de Pasto

2024

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)

Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 20
Universidad Mariana

Agradecimientos

El proceso de desarrollo de este trabajo de grado ha sido un largo proceso el cual no habría sido posible sin la ayuda y guía de muchas personas que han intervenido directa e indirectamente nuestra formación. Queremos expresar profunda gratitud a nuestro asesor Tito Manuel Piamba por su confianza y apoyo en este proceso de formación, al profesor Edison Viveros, Margarita Moncayo, el cuerpo docente del programa de Ingeniería Mecatrónica por todo el conocimiento impartido que ha sido la clave para el avance de este proyecto de grado y a la Universidad Mariana por darnos la oportunidad de formarnos como ingenieros humana y académicamente competentes. Así mismo un agradecimiento especial a la Doctora Jimena Ortiz y a la Fundación Amparo San José por abrirnos las puertas para el desarrollo de esta investigación aplicada.

Andres Felipe Arteaga Arciniegas

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por haberme brindado la sabiduría y fortaleza necesaria para la culminación exitosa de esta etapa de mi vida. También quiero agradecer a mi madre Yeni Arteaga que ha sido el motor que me impulsa a seguir cada día, a mi familia por el cariño incondicional que me han brindado durante toda mi vida. Quiero agradecer de forma muy especial a mi amigo y compañero de tesis Glen Guerrero por todo el esfuerzo y dedicación durante el desarrollo de este proyecto. De igual manera agradezco a Emily Morales por su amistad y por ser un pilar durante los últimos momentos de estudio.

Glen Alejandro Guerrero Burbano

Agradezco a Dios, a mi Madre Luz Marina y a mi Padre Glenn Guerrero por darme el apoyo incondicional durante todo este proceso académico y en mi formación personal y profesional. Agradecimiento a mi familia y amigos por el acompañamiento realizado, agradecimiento especial a mi compañero Andres Arteaga por su compromiso, dedicación y amistad durante el transcurso de la carrera.

Dedicatoria

Andres Felipe Arteaga Arciniegas

Este exitoso proceso es una dedicatoria que principalmente es para Dios por ser el inspirador y fuerza en durante todo el recorrido. Para mi madre, hermana y familia por quienes he logrado llegar hasta aquí y de quienes es un orgullo y privilegio ser parte del mismo hogar. A todas aquellas personas que considero amigos y que han aportado al desarrollo integro de este proyecto con sus conocimientos e ideas que abrieron las puertas a la finalización de esta etapa.

Glen Alejandro Guerrero Burbano

Esta dedicatoria es para mis Padres quienes han sido mi motor a lo largo de mi vida y a quienes les debo todo mi éxito profesional y personal, estoy profundamente orgulloso y agradecido por el camino en el que me encuentro y sé que con su guía y apoyo lograré mis metas.

Contenido

1. Resumen del proyecto	11
1.1. Descripción del problema	11
1.1.1. Formulación del problema	12
1.2. Justificación.....	12
1.3. Objetivos	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos	13
1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos.....	14
1.4.1. Antecedentes	14
1.4.2. Marco teórico.....	16
1.4.3. Marco contextual	26
1.4.4. Marco ético	27
1.5. Metodología	28
1.5.1. Tipo de investigación.....	28
1.5.2. Línea de investigación	28
1.5.3. Hipótesis de investigación	28
1.5.4. Descripción metodológica	28
1.5.5. Validez de la investigación.....	30
2. Presentación de resultados	31
2.1. Resultados de acuerdo a los objetivos.....	31
2.1.1. Resultado Objetivo 1.	31
2.1.2. Resultado Objetivo 2.	36
2.1.3. Resultado Objetivo 3.	55
2.1.3.1. Implementación del Sistema en la Camilla.....	55
2.2. Análisis e interpretación de resultados.....	59
2.2.1. Análisis del primer objetivo	59

2.2.2. Análisis del segundo objetivo	59
2.2.3. Análisis del tercer objetivo.....	60
2.3. Discusión	60
3. Conclusiones	64
4. Recomendaciones	65
Referencias bibliográficas	66
Anexos.....	71
Anexo I. Aval ético	72
Anexo II. Planos electrónicos.....	73
Anexo III. Diseños CAD.....	76
Anexo IV. Video-guía de uso.....	86
Anexo V. Videos funcionamiento.....	86
Anexo VI. Manual de usuario	87
Anexo VII. Resultados documento encuesta.....	102

Índice de Tablas

Tabla 1. Criterio de busqueda	14
Tabla 2. Artículos monitoreo paciente paliativo	15
Tabla 3. Artículos equipos médicos para paciente paliativo.	16
Tabla 4. Posiciones.....	20
Tabla 5. Tipos de camillas hospitalarias.	22
Tabla 6. Tipos de actuadores lineales.....	24
Tabla 7. Matriz metodológica	29
Tabla 8. Actuadores lineales	31
Tabla 9. Cámaras Termograficas	32
Tabla 10. Presupuesto	33
Tabla 11. Funciones Control	40
Tabla 12. Movimientos Camilla.....	44
Tabla 13. Consumos actuadores.....	45
Tabla 14. Consumo nominal funciones camilla	45
Tabla 15. Tabla comparativa.....	47
Tabla 16. Sensores de distancia.....	49
Tabla 17. Cuidados Antes	61
Tabla 18. Cuidados Ahora.....	61
Tabla 19. Beneficios Paciente	62
Tabla 20. Monitoreo del paciente.....	62
Tabla 21. Beneficios del encargado	63
Tabla 22. Beneficios del sistema.....	63

Índice de Figuras

Figura 1. Zonas afectadas en pacientes postrados.....	18
Figura 2. Cama hospitalaria 4 segmentos.....	21
Figura 3. Actuador lineal eléctrico.....	23
Figura 4. Radiación.....	24
Figura 5. Cámara termográfica.....	25
Figura 6. Resolución.....	25
Figura 7. FOV.....	26
Figura 8. Fundación.....	27
Figura 9. Activación Actuadores principales.....	34
Figura 10. Activación Actuadores secundarios.....	35
Figura 11. Pulsadores de pie.....	35
Figura 12. Adquisición.....	36
Figura 13. Fuente lineal en Osciloscopio.....	37
Figura 14. Electrónica en Fritzing.....	38
Figura 15. Fuente Lineal y Pruebas.....	38
Figura 16. Diagrama de flujo ESP principal.....	39
Figura 17. Control Manual en Fritzing.....	41
Figura 18. Diagrama de flujo control manual.....	42
Figura 19. Montaje actuadores.....	42
Figura 20. Prueba electrónica en Camilla Hospitalaria.....	43
Figura 21. Segmentos Cama hospitalaria.....	43
Figura 22. Posiciones en Cama Hospitalaria.....	44
Figura 23. Visualización de datos AMG8833.....	46
Figura 24. Gráficas comparativas.....	48
Figura 25. Pruebas VL53LXX-V2.....	50
Figura 26. Alarmas de temperatura visuales.....	50
Figura 27. Diagrama de flujo monitor de temperatura.....	51
Figura 28. Diseños circuitos Eagle.....	52
Figura 29. Circuitos impresos.....	52
Figura 30. Circuitos soldados.....	53

Figura 31. Ensamblés SolidWorks	53
Figura 32. Ensamblés Fusion 360	54
Figura 33. Impresiones 3D	54
Figura 34. Mando	55
Figura 35. Sistema mecatrónico	55
Figura 36. EndStop & Module	56
Figura 37. Ubicación cámara termográfica	56
Figura 38. Capturas Video.	57
Figura 39. Manual de Usuario.....	57
Figura 40. Entrega.....	58
Figura 41. Capacitación.....	58
Figura 42. Pacientes	59

1. Resumen del proyecto

En la Fundación Amparo San José, el cuidado al adulto mayor ha sido prioridad. Dado que, en la zona de cuidados paliativos, los pacientes requieren mayor asistencia por sus condiciones y que la fundación tiene la política de seguridad del paciente, es necesario el uso de camas hospitalarias para cuidado, tratamientos y terapias durante la estancia del mismo. Debido a las condiciones y el estado de salud de los pacientes en esta unidad, es importante la constante supervisión de sus signos vitales. Dado que la fundación no cuenta con sistemas electrónicos para el control y articulación en camas hospitalarias o monitoreo al paciente, el cuidado que este recibe no es el adecuado, siendo así que en la presente investigación aplicada presente se propone el diseño y desarrollo de un sistema electrónico que proporcione una solución ante esta problemática y brindar por parte de la fundación, un completo cuidado al paciente en cuidados paliativos por parte de los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Mariana, orientado también el proyecto al servicio de extensión entre la Universidad y la Fundación Amparo San José.

1.1. Descripción del problema

La fundación Amparo San José, la zona de paliativos se destaca porque a diferencia de otras unidades, los pacientes requieren de una mayor asistencia al no ser independientes en sus actividades o padecer de movilidad limitada ya sea por lesiones o por discapacidades motoras que imposibilitan su caminar, posicionamiento bípedo o inclusivamente pueden darse por complicaciones cuya movilidad con el tiempo se ve reducida.

En este sentido, el cuidado paliativo se centra en la atención especial del paciente para la prevención de diversas patologías o sufrimientos dados por sus condiciones y darle alivio por medio de fisioterapias o tratamientos continuos que deben ser de manera cronológica dependiendo de los diagnósticos; siendo indispensable el uso de camas hospitalarias que permitan posicionar al paciente en diferentes posturas para estas terapias y para las diversas actividades que se encargan los auxiliares de enfermería resaltando las necesidades fisiológicas, alimentación o actividades cotidianas que los pacientes no pueden realizar por sí mismos. Actualmente la fundación no cuenta

con una disponibilidad o con recursos económicos necesarios para la adquisición de este tipo de tecnologías o sistemas electrónicos para el control de camas hospitalarias.

En efecto, en esta unidad el cuidado que prestan los auxiliares de enfermería al paciente durante las 24 horas del día puede generar afectaciones en su salud, dada la carga laboral en la zona; generando posibles lesiones de espalda al realizar esfuerzos al posicionar manualmente a los pacientes para las diferentes actividades, y de igual manera dificultando la labor de monitorear constantemente el estado de salud y el estado actual de uno o más pacientes que requieren igual cuidado unidad.

1.1.1. Formulación del problema

Dado el servicio de extensión por parte de la Universidad Mariana y que la fundación San José cuenta con la política de seguridad del paciente que se basa en el cuidado y en prevenir eventos adversos que se pueden dar por la condición del mismo o por situaciones externas; Un sistema que permita controlar los movimientos de una cama hospitalaria e implementación de un monitoreo por temperatura al estado del paciente paliativo puede brindarle una agradable estadía durante esta etapa culminativa de su vida con un completo cuidado. De tal manera se formula la pregunta de ¿Cómo se puede desarrollar un control electrónico que permita regular las posiciones de una cama hospitalaria e implementar un sistema de monitoreo por temperatura al paciente en cuidados paliativos?

1.2. Justificación

Para mejorar la calidad de vida a pacientes que enfrentan enfermedades terminales, los cuidados pueden ser asistidos por monitorización fisiológica o equipos médicos que puedan favorecer al estado de salud y tratamiento del paciente; una cama hospitalaria permite posicionar con más facilidad al paciente ajustando su posición de diferentes formas para aliviar dolores, evitar llagas y espasmos e incluso para facilitar el trabajo pesado de los auxiliares de enfermería que pueden llegar a sufrir lesiones al tratar a estos pacientes (Elsokah y Zerek, 2019). A demás según la cama diseñada por PadmaPriyal et al. (2019). Los movimientos de una cama hospitalaria aseguran la

adecuada circulación de sangre del paciente gracias a movimientos fisioterapéuticos que reducen la presión producida en algunas partes del cuerpo previniendo úlceras decúbito.

Debido a la alianza de la fundación San José con el programa de Ingeniería Mecatrónica de Universidad Mariana se diseña un sistema de control para los movimientos de la cama hospitalaria cuyo soporte y mantenimiento sea accesible para la fundación y ayudar en el cuidado paliativo y de igual forma a los auxiliares encargados de los pacientes.

Algunos pacientes pueden tener alguna movilidad en algunas extremidades, pero padecer posibles demencias o por la misma naturaleza de su etapa, cognitivamente no estar conscientes de sus acciones; por lo cual un sistema de monitoreo que esté en contacto con la piel del paciente como monitoreo de oximetría por manilla o por pinzas en los dedos puede llegar a generar incomodidad al paciente, causando que posiblemente este lo manipule para retirarlo lo que puede generar un daño en los diferentes dispositivos médicos. Siendo así que se plantea el monitoreo del paciente por medio de temperatura sin necesidad de tener contacto físico con el paciente.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema electrónico de control de movimientos y monitoreo de temperatura aplicado en una camilla hospitalaria de pacientes paliativos de la fundación Amparo San José.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los componentes necesarios para el control electrónico de la camilla hospitalaria y para el monitoreo de temperatura del paciente en estado paliativo.
- Diseñar y construir un sistema de control de movimientos y de monitoreo de temperatura en una camilla hospitalaria en la fundación San José.
- Validar el prototipo implementado en la camilla bajo recomendaciones del personal de salud en la fundación San José.

1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos

1.4.1. Antecedentes

Utilizando las bases de datos de IEEE Xplore, ScienceDirect y Scopus se establecen criterios de búsqueda para la consulta de artículos tipo “JOURNALS” en diferentes idiomas, relacionados a las formas de cuidado paliativo, monitoreo de pacientes, control de camas hospitalarias y equipos médicos. Los aspectos tomados se evidencian en la Tabla 1.

Tabla 1

Criterio de búsqueda.

Base de datos búsqueda	IEEE Xplore y ScienceDirect
Criterios de búsqueda	“PALIATIVE CARE” OR “PATIENT MONITORING” OR “BEDRIDDEN” AND THERMAL CAMERA OR THERMAL IMAGING
Periodo de búsqueda	2018 – 2023
Número de documentos encontrados sin filtros	37,293
Número de documentos encontrados con filtros	3755
Idioma	Inglés
Tipo de documentos	Artículos - Journals

1.4.1.1. Artículos enfocados en el cuidado paliativo. Según Blum et al. (2023) Los servicios del cuidado paliativo deben ser principalmente de atención continua y de una manera interdisciplinaria generando vínculos con el paciente.

“Los cuidados paliativos tienen como enfoque proporcionar cuidado de niños y adultos por un equipo interdisciplinario como eje central el paciente, objetivos familiares, valores, preferencias y alivio del sufrimiento en cara de enfermedades graves” (Schaefer et al., 2018, p.1488)

En relación a las anteriores citas, se da entender que el cuidado paliativo no depende de la edad del paciente, si no del estado de salud del mismo que puede que no tenga control de movimiento o esté en una etapa terminal, desde infantes con enfermedades terminales, pacientes oncológicos de cualquier edad o hasta con adultos mayores cuya vida está en una etapa culminativa.

1.4.1.2. Artículos enfocados en el monitoreo del cuidado paliativo. Se destaca algunos artículos que implementan monitoreo a pacientes paliativos y control a sus camillas hospitalarias para poder mejorar el cuidado brindado. Los artículos enfocados en el monitoreo del cuidado paliativo tomados como referencia se evidencian en la Tabla 2.

Tabla 2

Artículos monitoreo paciente paliativo.

Número	Autores y año	Resumen
1	Shi et al. (2018)	Diseño un radar no invasivo de respiración y signos vitales para constante supervisión del paciente en cuidado paliativo, mejorando la calidad de vida de este.
2	M. M. Elsokah and A. R. Zerek.(2019)	Sistema embebido con IoT para monitoreo del estado del paciente, asistente por comando de voz y control de altura o posición de la cama hospitalaria.
3	Chen et al. (2021)	Uso de cámara termo gráfica y machine learning para la clasificación de posturas en pacientes postrados en cama de manera no invasiva y así prevenir úlceras en movimientos bruscos al cambiar de posición el paciente o estar mucho tiempo postrado
4	Lay-Ekuakille et al. (2021)	Por medio de cámara termo gráfica infrarroja detectar los cambios de presión en el paciente y la circulación de sangre según la postura del paciente en la cama hospitalaria
5	Bharathiraja et al. (2023)	Detección de caídas en adultos mayores por medio de cámara termográfica AMG8833 y ESP32.
7	Yang et al. (2022)	Por medio de videos de imagen térmica diagnosticar las causas de la apnea de sueño y monitoreando signos vitales y respiración durante el sueño del paciente

1.4.1.3. Artículos enfocados en equipos médicos para cuidados paliativos. En relación con los cuidados paliativos los pacientes y auxiliares de enfermería cuentan con el apoyo de camas hospitalarias. Ayudando a la movilidad, prevención de enfermedades o comodidad y estancia del paciente. Los siguientes artículos en la Tabla 3 implementan algunos de estos elementos y determinan diseños bases para realizar un control de ellos.

Tabla 3

Artículos equipos médicos para paciente paliativo.

Número	Autores y año	Resumen
1	PadmaPriya et al.(2021)	Desarrollo cama proporcione movimientos fisioterapéuticos cambiando las posiciones de esta por medio de actuadores lineales y así controlar el flujo sanguíneo del paciente.
2	Akiyama y Toda, (2022).	Propuesta de un mecanismo de rotación con actuador lineal para cambiar de postura al paciente y prevenir lesiones de espalda en auxiliares de enfermería.
3	Shih et al. (2015)	Análisis de mecanismo cambio de postura de la cama. Implementación de un sistema eficiente para el cuidado de salud en pacientes postrados en cama

Partiendo de la problemática en la fundación Amparo San José, analizando métodos de monitoreo en cuidados médicos y el uso de actuadores lineales en camillas, se da como referencia los artículos anteriormente citados para diseñar un sistema mecatrónico encargado de las articulación de diferentes posturas en la cama hospitalaria; igualmente la necesaria supervisión constante de los pacientes para un adecuado cuidado y así implementar un tipo de monitoreo que sea de una manera no invasiva sin entrar en contacto físico con el paciente.

1.4.2. Marco teórico

El diseño ergonómico, monitoreo y control de movimientos en camas hospitalarias son temas cruciales en la atención médica de cuidados paliativos. La implementación de tecnologías innovadoras y las mejores prácticas en la atención médica pueden mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes, así como la eficiencia en la prestación de servicios de atención

médica. En este marco teórico, se explora las principales teorías, estudios y técnicas relacionadas con el diseño ergonómico y el control de movimientos en camas hospitalarias, con un enfoque en la atención médica de pacientes paliativos en la Fundación Amparo San José de Pasto.

1.4.2.1. Cuidados Paliativos. Los cuidados paliativos son un enfoque interdisciplinario para el cuidado de pacientes con enfermedades graves y potencialmente mortales, centrado en la mejora de la calidad de vida del paciente y su familia, a través de la prevención y alivio del sufrimiento a través de la identificación temprana, evaluación y tratamiento del dolor y otros síntomas físicos, psicológicos y sociales.

1.4.2.2. Salud y cuidados del paciente. Las camas hospitalarias tienen un papel fundamental en el cuidado de los pacientes, no solo para proporcionar descanso o reposo, sino también para asistir en diagnósticos, monitoreo, tratamiento y otras funciones. Existen diferentes tipos de camas hospitalarias que cumplen con estas funciones y más, dependiendo de los costos y cuidados que requiera cada paciente. En este sentido, las camillas hospitalarias son un tipo de cama especialmente diseñada para facilitar el transporte de pacientes dentro del hospital o centro de salud. Según la normativa global IEC 60601-2-52, existen cinco ambientes en los que se puede utilizar una camilla hospitalaria, como la de supervisión intensiva 24 horas, la de asistencia y supervisión médica, la de área médica para cuidado de larga duración, la de cuidado domiciliario con requerimientos de ergonomía y las camas deambulatorias.

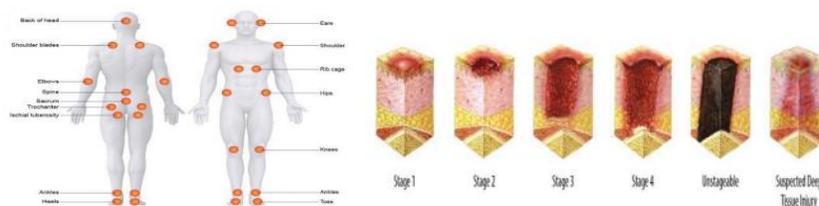
1.4.2.3. Enfermedades y afectaciones comunes en pacientes con cuidados paliativos por no uso de camas articuladas.

1.4.2.3.1. Evaluación de la movilidad de pacientes paliativos. La evaluación de la movilidad del paciente paliativo es un proceso continuo y dinámico que implica la observación de la capacidad del paciente para realizar actividades cotidianas, como moverse en la cama, sentarse, levantarse y caminar. También se consideran factores como la debilidad muscular, la fatiga, el dolor y la disnea. La evaluación de la movilidad es esencial para identificar las necesidades del paciente y desarrollar un plan de cuidado individualizado que promueva la autonomía y mejore la calidad de vida del paciente. Watson. (2015).

1.4.2.3.2. Úlceras por presión. Las úlceras por presión son lesiones localizadas en la piel y/o en el tejido subyacente, generalmente sobre prominencias óseas, que se producen como consecuencia de la presión y/o la fricción. El manejo de las úlceras por presión incluye la prevención, el tratamiento y la monitorización continua para prevenir la recurrencia. (National Pressure Ulcer Advisory Panel [NPUAP], 2019).

Figura 1.

Zonas afectadas en pacientes postrados.



Fuente: Prevention of Decubitus Ulcer, 2019.

1.4.2.3.3. Problemas cardiovasculares y respiratorios. Dado como consecuencia a la poca actividad física o movilidad realizada por el paciente; deteriorando la ventilación pulmonar y esto hace que la retención de secreciones aumente lo que generaría posibles infecciones respiratorias. Igualmente, la mala respiración genera mala repartición de oxígeno por los órganos, ralentizando el corazón y generando problemas cardiacos.

1.4.2.3.4. Problemas músculo-esqueléticos. Similar al anterior, la poca actividad y movilidad, la masa muscular se pierde, generando atrofas, contracturas y rigidez muscular. Con el tiempo las articulaciones pueden causar dolores en el paciente y llevar finalmente a un deterioro muscular de la pérdida de control de esfínteres generando también alteraciones digestivas Bakerjian. (2022).de oxígeno por los órganos, ralentizando el corazón y generando problemas cardiacos.

1.4.2.3.5. Alteraciones digestivas. Como consecuencia al poco movimiento y ejercicio del paciente postrado en cama, puede llegar a tener desorden alimenticio al no tener apetito o no alimentarse adecuadamente, aumentando reflujo gástrico, sufriendo de mala digestión, estreñimiento Villa-Forte. (2023).

1.4.2.4. Enfermedades y afectaciones adquiridas por el encargado de los cuidados al no usar Camas con posiciones articulares. Estudios realizados por Larson et al. (2022) han demostrado que el posicionamiento de pacientes tiene una gran tasa de lesiones lumbares en el personal de la salud. Este estudio se realizó con 35 trabajadores sanitarios a los cuales se les dio la tarea de posicionar al paciente en diferentes alturas y determinar las zonas de la columna lumbar donde se produce un esfuerzo significativo. Los resultados demostraron que las mayores cargas al posicionar a un paciente se dan en la espalda baja afectando principalmente las vértebras L4-L5 con valor de $p = 0.02$ y L5-S1 con un valor de $p = 0.01$ al posicionar al paciente de manera normal o habitual y una posición ideal a (99.1 cm). Los cuidados paliativos se han convertido en parte de la cobertura sanitaria universal según Pham et al. (2020). Las tareas que demandan los cuidados paliativos son de especial atención, lo cual ha provocado en los cuidadores fatiga, agotamiento y dificultad para dormir debido a que su labor frecuentemente no terminaba por las noches.

1.4.2.5. Tratamientos en cuidados paliativos.

1.4.2.5.1. Higiene. El cuidado de la piel en pacientes paliativos es primordial para evitar problemas como las úlceras por presión, ya que estos pacientes suelen estar inmovilizados o pasar largos periodos de tiempo en la cama. La higiene es un aspecto fundamental en el cuidado de la piel, ya que ayuda a prevenir infecciones y a mantener la piel limpia y saludable. Además, la prevención y tratamiento de las úlceras por presión también son importantes, y se deben tomar medidas para aliviar la presión en las áreas del cuerpo que están en contacto con la cama o el sillón. Sachs, J. (2015).

1.4.2.5.2. Cuidado de la piel en pacientes paliativos. El cuidado de la piel en pacientes paliativos es crucial para prevenir y tratar las complicaciones cutáneas. Según el artículo de Grocott, et al. (2017), se debe prestar atención especial a la limpieza, la hidratación y la protección de la piel, así como a la prevención y el tratamiento de las lesiones cutáneas en pacientes paliativos. Además, es importante tener en cuenta los efectos secundarios de los medicamentos y las terapias, así como los factores de riesgo individuales del paciente para garantizar una atención óptima.

1.4.2.5.3. Posturas de los pacientes en camas hospitalarias. Las camas hospitalarias articuladas más comunes cuentan con 4 segmentos para el cuidado del paciente; las posturas que toma la camilla serán cruciales para que el encargado de los cuidados realice terapias, limpieza o prevención de úlceras por presión en el paciente, e incluso ayudarlo en sus necesidades fisiológicas diarias o traslados hacia otra superficie. Tomando como referencia la revista “OCRONOS” y el libro “CLINICAL PROCEDURES FOR SAFER PATIENT CARE” se presenta la tabla 4 donde se cataloga las diferentes posturas comunes en camas hospitalarias y sus ventajas en el cuidado del paciente e incluso para el personal encargado de su cuidado

Tabla 4
Posiciones

Posición		Descripción	Características
Supina	 <p>Fuente: Clinical Procedures for Safer Patient Care (2015).</p>	Posición general de descanso o acostado del paciente	<ul style="list-style-type: none"> • Ideal para reanimación Cardiopulmonar
Altura		Elevación general del plano o postura en el que se encuentre posicionada la camilla.	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor elevación ayuda a reducir la carga sobre la espalda del encargado durante movilizaciones, traslados o terapias • Menor elevación facilita el posicionamiento del paciente en una postura sentada para algún tipo de actividad.
Fowler	 <p>Fuente: Clinical Procedures for Safer Patient Care (2015).</p>	Espaldar posicionado a aproximadamente 45°, rodillas ligeramente flexionadas	<ul style="list-style-type: none"> • Comodidad, alimentación y atención del paciente • Útil para tratamientos de problemas cardiovasculares y respiratorios.

<p>Semi Fowler</p>	 <p>Fuente: Clinical Procedures for Safer Patient Care (2015).</p>	<p>Espaldar posicionado a máximo 30°, sin rodillas flexionadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descanso del paciente. • Facilitar drenaje después de procedimientos u operaciones abdominales.
<p>Trendelenburg</p>	 <p>Fuente: Clinical Procedures for Safer Patient Care (2015).</p>	<p>Plano inclinado de la cama orientando las piernas de tal modo que queden a un nivel más altas que la cabeza.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora circulación cardiaca y cerebral sanguínea. • Bueno para casos de Hipotensión o urgencias médicas
<p>Trendelenburg Inverso</p>		<p>Plano inclinado de la cama orientando la cabeza de tal modo que quede a un nivel más alta que las piernas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora circulación sanguínea en extremidades, problemas respiratorios • Bueno para casos de urgencias médicas disminuir riesgo sanguíneo y generación de coágulos de sangre

1.4.2.6. Camas hospitalarias. Estudios Como referencia se investiga en diferentes fuentes de artículos y revistas las camas hospitalarias disponibles en el mercado. En la Tabla 5 se tiene los diferentes tipos y en la Figura 2 se observa el ejemplo de una cama hospitalaria de 4 segmentos.

Figura 2.

Camita hospitalaria 4 segmentos.



Fuente: Types of Hospital Beds

Tabla 5*Tipos de camillas hospitalarias.*

Tipo	Fuente	Descripción
Cama hospitalaria rígida	Hill-Rom	Diseñada de un marco sólido sin características de ajuste. Utilizadas tanto en pacientes hospitalizados como en aquellos que necesitan cuidados domiciliarios
Cama hospitalaria articulada	Hill-Rom	Cama con 4 secciones móviles ajustables para elevar el respaldo, las piernas, o la altura de la cama.
Cama ortopédica	Revista Nursing Made Incredibly Easy	Cama especializada diseñada para pacientes con lesiones musculoesqueléticas. Tienen superficies ajustables y soportes para las extremidades que ayudan a prevenir deformidades y fomentan la curación.
Camas de cuidados intensivos	Normativa IEC 60601-2-52	Camas para pacientes que requieren atención médica crítica y monitoreo constante. Cuentan con 4 segmentos que dan características especiales como ajuste de altura, posiciones múltiples y capacidades de monitoreo avanzado, para garantizar la seguridad y el bienestar del paciente.

1.4.2.7. Control y manipulación de movimientos en camillas hospitalarias. Se refiere a la capacidad de las camillas para moverse de forma autónoma y ser controladas por el personal médico en un entorno hospitalario. Esto se logra a través de la incorporación de sistemas de motorización y control electrónico que permiten ajustar la altura, la inclinación y la posición de la cama de forma precisa y segura para el paciente.

1.4.2.7.1. Sistemas de automatización en camas hospitalarias. Los sistemas de automatización en camillas hospitalarias son dispositivos que utilizan la tecnología para mejorar la comodidad y seguridad del paciente durante su traslado en el hospital. Estos sistemas pueden incluir características como elevación y descenso eléctrico, ajuste automático de la altura, inclinación y posición de la cama, así como control remoto de los movimientos de la camilla. Estos sistemas pueden ser de diferentes tipos desde simples controles manuales hasta sistemas más avanzados que utilizan tecnología como sensores, microprocesadores y algoritmos de control. Estos sistemas tienen como objetivo mejorar la calidad de atención al paciente y facilitar el trabajo del personal

médico y de enfermería. Además, algunos sistemas también incorporan tecnología de detección de peso y de presión para ayudar a prevenir las úlceras por presión en los pacientes que pasan mucho tiempo en la cama. Los sistemas de automatización en camillas hospitalarias están diseñados para mejorar la eficiencia del personal y la seguridad del paciente, al mismo tiempo que proporcionan una experiencia más cómoda y menos estresante para el paciente.

Como se menciona anteriormente, los sistemas de automatización en camillas hospitalarias están disponibles en diferentes niveles de sofisticación, desde sistemas básicos con características limitadas hasta sistemas avanzados que utilizan inteligencia artificial. La elección del sistema adecuado dependerá de las necesidades específicas de la institución médica, el presupuesto disponible y las necesidades de los pacientes.

1.4.2.7.2. Actuadores lineales. Los actuadores lineales son dispositivos que convierten alguna clase de energía en movimiento lineal. Son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones, incluyendo la automatización de camas hospitalarias. Estos actuadores pueden ser controlados y programados para moverse en una variedad de formas y velocidades, lo que permite una mayor precisión en la posición y la velocidad de la cama. Los actuadores pueden ser de diferentes tipos, incluyendo eléctricos, hidráulicos y neumáticos, y su elección depende del tipo de aplicación y las características deseadas del actuador. Los sistemas de automatización en camillas hospitalarias con actuadores lineales debido a su alta precisión de movimiento permiten el ajuste de la posición y la altura de la cama, lo que mejora la comodidad del paciente y facilita el trabajo del personal médico. En la Tabla 6 se puede evidencia los tipos de actuadores y en la Figura 3 un actuador lineal eléctrico.

Figura 3.

Actuador lineal eléctrico.



Fuente: Tomado de Tipos de actuadores lineales para proyectos de Arduino

Tabla 6

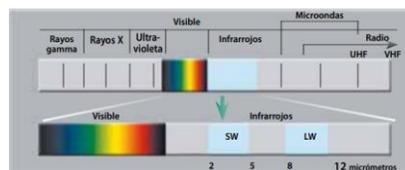
Tipos de actuadores lineales.

TIPO	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	FUENTE
Eléctricos	Convierten la energía eléctrica en mecánica lineal; constante de un motor eléctrico, un husillo y un controlador que regula la velocidad, la dirección y la posición del movimiento lineal.	Precisos, fáciles de controlar, silenciosos y no generan emisiones tóxicas.	Boldea et al. (1999).
Hidráulicos	Convierten la energía hidráulica en movimiento lineal. Están compuestos por un cilindro hidráulico que contiene un pistón móvil y un fluido hidráulico, como aceite o agua. Cuando el fluido es presurizado, se mueve el pistón y se produce el movimiento lineal.	Gran fuerza de empuje para aplicaciones industriales pesadas, gran precisión y funcionamiento en ambientes hostiles.	Bhimani, S. (2019).
Neumáticos	conversión de la energía del aire comprimido en movimiento lineal utilizando el aire comprimido mueve el pistón dentro de un cilindro para generar movimiento lineal.	alta velocidad y capacidad de generar grandes fuerzas de empuje.	Davis, S. (2018).

1.4.2.8. Termografía Infrarroja. Para Vollmer (2013), Cualquier objeto que su temperatura sea mayor al cero absoluto, emite radiación infrarroja que es invisible para el ojo del ser humano. La radiación infrarroja que un objeto emite tiene una relación con la temperatura de este; En este sentido la termografía se encarga de detectar y medir esa radiación obteniendo la temperatura de la superficie o del objeto analizado.

Figura 4.

Radiación



Fuente: Tomado de Cámaras termográficas en aplicaciones industriales

1.4.2.8.1. Cámara termográfica. Utilizando dispositivos óptico-electrónicos capaces de detectar y medir la radiación, debido que las ondas se propagan, la medición de temperatura emitida por los objetos puede ser captada y convertida en una imagen térmica. Esta tiene la ventaja de ser no invasiva o destructiva de una manera precisa a una distancia sin contacto físico.

Figura 5.

Cámara termográfica



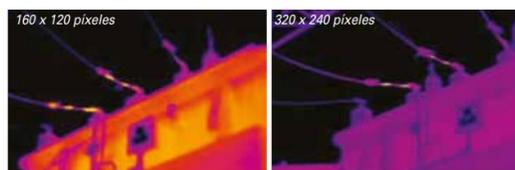
Fuente: Introducción a los principios de la termografía

1.4.2.8.2. Precisión. Debido que no todos los instrumentos de medición son exactos, si se puede obtener un porcentaje de precisión en las mediciones con respecto a la temperatura, el margen de error dependerá del instrumento o cámara a emplear. (Introducción a los principios de la termografía, s/f).

1.4.2.8.3. Resolución. La resolución de la cámara equivale a la calidad de imagen tomada, esta resolución se mide en Píxeles (px), una mayor resolución permite tener una mejor precisión de los objetos escaneados y su temperatura.

Figura 6.

Resolución



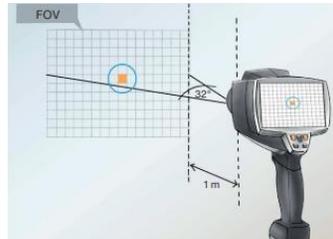
Fuente: Cámaras termográficas en aplicaciones industriales

1.4.2.8.4. Frecuencia de imagen. Medida en Hercios (Hz), indicando la frecuencia con que se actualiza una imagen térmica. (Introducción a los principios de la termografía, s/f).

1.4.2.8.5. Campo de visión. En inglés Field of View (FOV), es expresada en ángulo ($^{\circ}$), es la medida de la superficie visible con la cámara termográfica, esta depende del sensor detector de la cámara.

Figura 7.

FOV



Fuente: Tomado de Termografía, guía de bolsillo.

1.4.2.8.6. Procesamiento de imágenes termográficas. La señal eléctrica es procesada por la cámara a una imagen con diferencias de temperatura, corrección de píxeles defectuosos y ruido. El procesamiento de imagen consiste en analizar en el dominio de frecuencia la respuesta térmica de la muestra sobre cada píxel aplicar filtros a la imagen como paletas de color, ajustes de brillo o contraste. Benitez et al (2007).

1.4.3. Marco contextual

La fundación Amparo San José (2021) tiene historia en la ciudad de Pasto, ellos cuentan su historia:

La fundación fue fundada el 19 de marzo de 1949 por el Obispo Emilio Botero González y el Gobernador del departamento Doctor José María Salazar Albán, el Canónigo Doctor Fidencio Concha y el Presbítero doctor Alfonso Romo mediante decreto número 31 dado por elección Monseñor Obispo Emilio Botero González. Al efecto la instalación del santísimo Sacramento que fue conducido profesionalmente de la iglesia de San Juan Bautista y dada la bendición desde la capilla el Presbítero Doctor Alfonso Romo leyó el decreto dado por elección o Señor Obispo Doctor Emilio Botero González y señalado con el número 31 por el cual funda en Pasto un instituto de beneficencia con el nombre de Amparo San José. La Fundación Amparo San José tiene como misión atender de manera integral a la Persona Mayor que requiere del servicio con

el fin de promover su autonomía, elevar su autoestima y fomentar el rol protagónico en el proceso de envejecimiento involucrando familia comunidad e instituciones.

La unidad de cuidados paliativos es el primer nivel de atención que maneja la fundación como un servicio de salud, se ofrece el servicio a usuarios y personas mayores con patologías crónicas y/o terminales que a nivel domiciliario son difíciles de manejar. A ellos se les presta el servicio de cuidados de enfermería las 24 horas, enfermería, atención médica, terapia física, terapia ocupacional, valoración y consulta por nutrición, gerontología y el servicio de psicología. En esta unidad hay habitaciones compartidas, las cuales están asignadas de acuerdo al diagnóstico médico de cada usuario; pueden ser unipersonales, bipersonales y triples. Se cuenta con una estación de enfermería, sala de procedimientos mínimos, el almacenamiento intermedio de residuos biosanitarios y las áreas de cocineta y lavandería. (Fundación Amparo San José, 2021)

Figura 8.

Fundación



Fuente: Fundación Amparo San José.

1.4.4. Marco ético

Dado el proyecto de extensión con la fundación Amparo San José, se realiza un acuerdo de aval ético para el procedimiento en la investigación frente a la Universidad Mariana; dicho acuerdo se presenta como Anexo I.

1.5. Metodología

1.5.1. Tipo de investigación

Al desarrollar un sistema electrónico que permita manipular una camilla hospitalaria y monitorear la temperatura del paciente, se genera un producto que permite realizar cuidados paliativos de una manera adecuada haciendo que el proyecto orientado a la extensión sea una investigación aplicada, al implementar conocimientos tecnológicos y de ingeniería.

1.5.2. Línea de investigación

La investigación se centra en la línea de diseño y desarrollo mecatrónico, al crear un sistema que permita manipular la camilla hospitalaria y monitorear al paciente en estado paliativo.

1.5.3. Hipótesis de investigación

Asegurar un movimiento en el cuerpo del paciente paliativo ayuda al liberar la presión en ciertas zonas del cuerpo e implementando monitoreo a su temperatura, mejorando su cuidado y sus condiciones de vida

1.5.4. Descripción metodológica

De acuerdo a los objetivos planteados, se establece una estructura de tres fases, distribuidas en cada objetivo específico, arrancando con 5 actividades para el primer objetivo o fase inicial de identificación, seguido de 8 actividades para el diseño y construcción del sistema, finalizando por 4 actividades para la fase final de validación. Las respectivas actividades se detallan a través de una matriz metodológica mostrada en la Tabla 7.

Tabla 7

Matriz metodológica.

Objetivo	Fase	Actividades	Indicador	Entregables	Métodos
Identificar los componentes necesarios para el control electrónico de la camilla hospitalaria y para el monitoreo de temperatura del paciente en estado paliativo.	1	Identificación de elementos necesarios para manipulación cama hospitalaria	1.1	Hojas de datos	Consulta e identificación de componentes
		Selección de componentes electrónicos para la activación de actuadores lineales y fuente de alimentación	1.2	Hojas de datos	Consulta y análisis de componentes necesarios
		Elección de sistema de monitoreo	1.3	Evidencia fotográfica	Consulta y análisis de componentes necesarios
		Estimación del presupuesto para adquisición de componentes	1.4	Hoja de excel	Cotización de costos
		Diseño de planos electrónicos preliminares y simulaciones para control de los actuadores lineales.	1.5	Planos electrónicos Y simulaciones en proteus	Uso de software Fritzing, Proteus y eagle
Construir un sistema de control de movimiento y de monitoreo de temperatura en una camilla hospitalaria en la fundación San José.	2	Adquisición electrónica seleccionada.	2.1	Evidencia fotográfica	Compra electrónica
		Pruebas de laboratorio actuadores con electrónica seleccionada en protoboard	2.2	Evidencia fotográfica	Comprobación en laboratorio Alvernia
		Diseño controles manuales manipulación camilla	2.3	Planos electrónicos	Definición de tipo comunicación, funciones y pruebas en protoboard
		Ensamble de los motores en la cama hospitalaria	2.4	Evidencia fotográfica	Montaje actuadores lineales en la camilla de la fundación
		Pruebas protoboard electrónica en cama hospitalaria y asignación de funciones	2.5	Evidencia video y fotográfica	Pruebas y análisis de consumos del sistema
		Programación de cámara termográfica	2.6	Codigos en lenguaje de programación	Pruebas laboratorio cámara termográfica

		Diseño de esquemáticos electrónicos PCBs y carcasas CAD para la electrónica	2.7	Esquemáticos EAGLE, Planos CAD	Uso software Eagle para diseño PCB. Diseño 3D Carcasas en Fusion 360 y Solidworks
		Construcción de las placas PCB y ensamblaje de los componentes electrónicos	2.8	Placa PCB	Manufactura de la PCB y soldadura de los componentes electrónicos
Validar el prototipo implementado en la camilla bajo recomendaciones del personal de salud en la fundación San José.	3	Implementación de las placas PCB en la cama hospitalaria	3.1	Evidencia video y fotográfica	Pruebas funcionamiento PCB del sistema en la cama
		Documentación y diseño de guías de usuario para entendimiento de los funcionarios de la fundación	3.2	Video tutorial y Manual en PDF	Render y Plantilla de Guías de uso
		Entrega y capacitación del uso de la camilla al personal de la fundación	3.3	Difusión Radio y Televisión	Capacitación del uso de la camilla al personal de la fundación por parte de los investigadores.
		Validación del prototipo en la cama hospitalaria	3.4	Evidencia fotográfica	Pruebas de funcionamiento 20 días

1.5.5. Validez de la investigación

1.5.6.1. Validación Interna. Se analiza el funcionamiento del Sistema electrónico, consumos de corriente y posturas para los pacientes. Igualmente se programa el dispositivo encargado de medir la temperatura adquirido durante en un ambiente controlado para establecer alertas de temperatura, la revisión de datos y comparación de resultados con un instrumento de medición de temperatura del mercado.

1.5.6.2. Validación Externa. El sistema desarrollado se implementará a una cama hospitalaria en la fundación Amparo San José de la zona de cuidados paliativos.

2. Presentación de resultados

Para la presentación de resultados se tomará en cuenta las fases de planeación estipuladas previamente, siendo así que se presenta los resultados de acuerdo a los objetivos y sus actividades.

2.1. Resultados de acuerdo a los objetivos

2.1.1. Resultado Objetivo 1.

Del primer objetivo, se desarrolla la primera fase del proyecto con un total de cinco (5) actividades correspondientes a la matriz metodológica; cuyas evidencias a continuación serán detalladas y cuyos anexos se encuentran al final del documento.

2.1.1.1. Identificación y selección de electrónica necesaria para el sistema.

2.1.1.1.1. Actuadores lineales. Para una cama hospitalaria estándar de 4 segmentos, se selecciona 4 actuadores lineales de la marca LINAK, la cual es reconocida por actuadores lineales destinados para uso en equipos médicos; en la Tabla 9 se registra sus características según sus hojas de datos cuyas fuerzas de empuje y hale son recomendadas para articulación de camas hospitalarias. Para entendimiento de la Tabla 8, Se utiliza NC para finales de carrera normalmente cerrados, Avance (A) y Retroceso (R). Las hojas de datos de los siguientes actuadores se encuentran en el anexo B y C.

Tabla 8

Actuadores lineales

Actuador lineal	Referencia	Consumo Máximo	Voltaje nominal	Fuerza de empuje	Fuerza de arrastre	Final de carrera Integrado	Tipo de final de carrera
1	LA 31	4.5 A	24 VDC	6000 N	4000 N	2 (A y R)	NC
2	LA 31	4.5 A	24 VDC	6000 N	4000 N	2 (A y R)	NC
3	LA 27	3.5 A	24 VDC	6000 N	4000 N	No aplica	No aplica
4	LA 27	3.5 A	24 VDC	6000 N	4000 N	No aplica	No aplica

2.1.1.1.2. Esp 32 – Microcontrolador principal. Se elige dos placas de desarrollo basadas en el microcontrolador ESP32 debido a su gran capacidad de conectividad para la programación del sistema electrónico; Una placa destinada para el diseño del mando o control electrónico que será para el personal encargado de los cuidados del paciente, Y otra placa principal que será la encargada de recibir la información por cable a través de comunicación por el puerto UART para activación y manipulación de los actuadores lineales encargados de la articulación o alguna secuencia programada para la cama, y del agregado de comunicación inalámbrica por medio del protocolo ESP NOW basado en la tecnología de comunicaciones inalámbricas Wifi único de las placas de desarrollo ESP32, que cuenta con la capacidad de emparejar dispositivos mediante una dirección MAC.

2.1.1.1.3. Cámara termográfica. Para la elección de la cámara termográfica se ha seleccionado un dispositivo cuyos datos que se desee adquirir, no sean necesariamente delimitados por un punto específico como es el caso de la mayoría de los sensores de temperatura que están disponibles en el mercado; para este problema se han seleccionado una serie de dispositivos que cuentan con un rango de visión como lo son las cámaras termográficas que permitan capturar datos de temperatura en rangos de visión que van desde los 45° en adelante, permitiendo también capturar datos de un entorno parcialmente completo donde se desee trabajar. En este sentido, en la Tabla 9 se postulan diferentes alternativas de sensores que se ajustan a la necesidad del proyecto.

Tabla 9

Cámaras Termográficas

Referencia	Resolución	Comunicación	Rango T. (°C)	Voltaje Operación (V)	Consumo (mA)	Taza de resfresco (Hz)	Costo en el mercado (\$COP)
AMG8833 IR	8x8	I2C	0°-80°	3.3	4.5	10	150.000
GY-MCU8833	8x8	Serial	0°-80°	3.3	4.5	10	140.000
MLX90640BAA	34x24	I2C	-40°- 85°	3.3	23	0.5 - 64	512.777
MLX90640BAB	34x24	I2C	-40°- 125°	3.3	23	0.5 - 64	482.092

Se selecciona el sensor AMG8833 para el sistema de monitoreo por temperatura, se la destaca por su relación costo beneficio en sus características y debido a que las referencias GY y MLX requieren importación al país aumentando costos y tiempos de envío finales.

2.1.1.1.3. Raspberry Pi Pico – Sistema de monitoreo. Se implementa esta placa de desarrollo teniendo en cuenta que para la programación del sensor AMG 8833 seleccionado, el lenguaje de Arduino con ESP32 puede ser más complicada y consumir más recursos de memoria. Siendo así que con la placa raspberry Pi pico, el sensor puede ser programado con una segunda implementación de Python la cual es Circuitpython que tiene soporte para una gran variedad de sensores gracias a las librerías de Adafruit adaptadas para este lenguaje de programación en esta placa de desarrollo.

2.1.1.2. Cotización Inicial. A continuación, la Tabla 10, se presenta una estimación de presupuesto inicial para el desarrollo del prototipo inicial según los elementos seleccionados. En la Tabla 10 también se podrá encontrar el índice del anexo de las hojas de datos de los elementos. Se resalta que los actuadores lineales no fueron agregados en la cotización al ser suministrados por la fundación.

Tabla 10

Presupuesto.

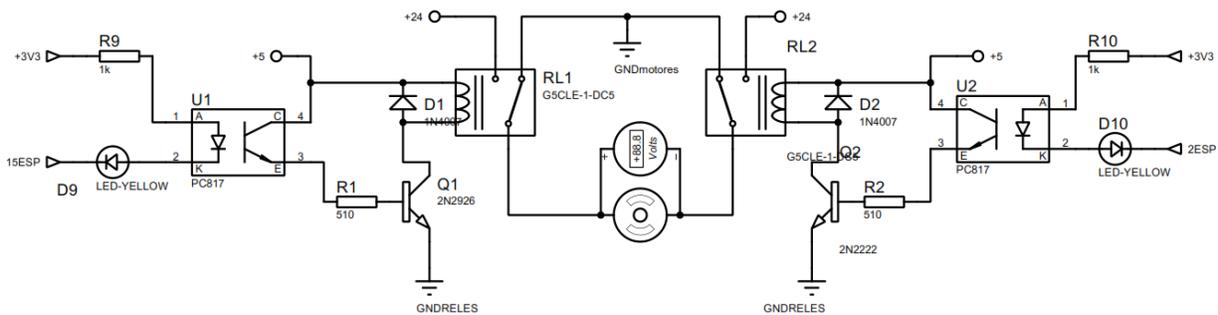
Rubros	Descripción	Justificación	Cantidad	Valor Unitario	Total
Materiales e Insumos	ESP32 WeMos D1 Mini	Microcontrolador para la camilla y controles o mando	2	\$ 38.000,00	\$ 76.000,00
	Raspberr Pi Pico	Microcontrolador para los controles o mado	1	\$ 24.990,00	\$ 24.990,00
	Modulo de 8 Reles	Control movimiento	1	\$ 39.000,00	\$ 39.000,00
	Capacitor 2200uF - 100V	Fuente de alimentación	2	\$ 5.759,00	\$ 11.518,00
	Puente De diodos 8a	Fuente de alimentación	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
	Filamento Impresión 3d Pla (Kg)	Material construcción	1	\$ 87.000,00	\$ 87.000,00
	Convertidor Dc Dc 200w Buck	Fuente de alimentación	1	\$ 87.000,00	\$ 87.000,00
	Cámara Termografica Amg8833	Sensor para medir el estado del paciente	1	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00
	Transformador toroidal	Fuente de alimentación	1	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00

TOTAL	\$ 797.508,00
--------------	----------------------

2.1.1.3. Diseño planos electrónicos y simulaciones – Activación actuadores. Para la activación de los actuadores lineales con el microcontrolador ESP 32 se utiliza optoacopladores que realizan la activación de relés, separando las fuentes de alimentación de la electrónica digital de la fuente encargada de los actuadores, esto con tal de evitar interferencias sobre el microcontrolador y daños sobre la electrónica. En este sentido se propone utilizar para un actuador, 2 relés optoacoplados en una configuración tipo H con el objetivo de controlar el sentido de giro, activación y desactivación del actuador de manera digital con el ESP 32 de la electrónica principal. Esta configuración se presenta en la Figura 9 y debe ser replicada para los actuadores 1 Y 2 que cuentan con final de carrera normalmente cerrado integrado, lo que limita el avance y retroceso de los actuadores cuando estos se encuentren en su máxima extensión y mínima retracción.

Figura 9.

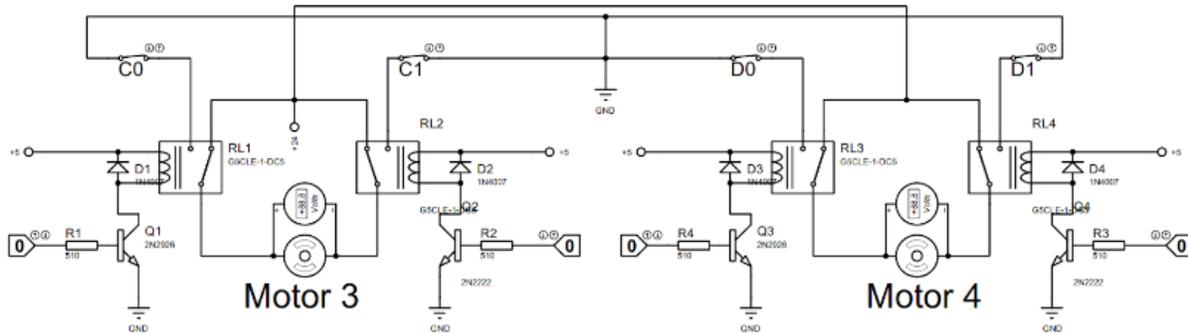
Activación Actuadores principales



En la Figura 10 a continuación se presenta el circuito de la configuración utilizada para los actuadores 3 y 4 los cuales no cuentan con final de carrera integrado, siendo necesario implementarlos de forma externa; optando así por la configuración de finales de carrera normalmente cerrados cuya función es la de cortar el suministro de energía siempre que el actuador haya llegado a su máxima extensión o mínima retracción. Este diseño tiene la ventaja que ahorra memoria de lectura sobre el microcontrolador y a su vez hace eficaz el diseño del circuito final. Ambos circuitos han sido simulados en proteus. El plano anexo se encuentra enmarcado al final del documento como el Anexo II.

Figura 10.

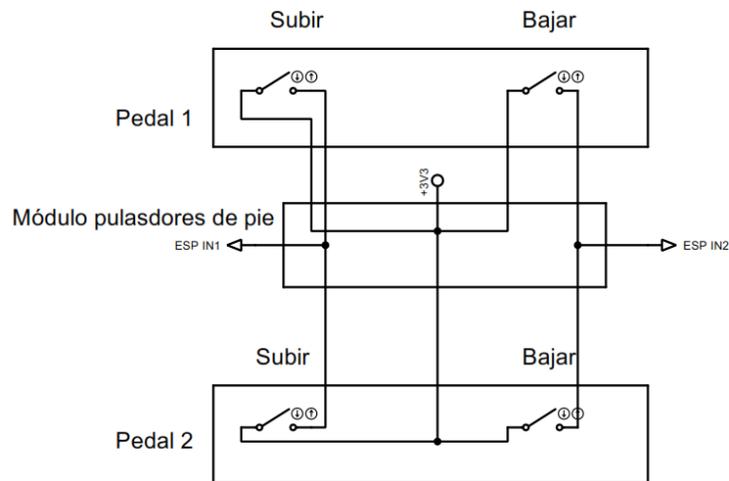
Activación Actuadores secundarios



2.1.1.4. Diseño planos electrónicos y simulaciones – Módulo de periféricos. Las camas hospitalarias cuentan con pulsadores de pie acoplados en los laterales de estas que se encargan de la regulación de altura de la cama y son de fácil acceso para los encargados de los cuidados del paciente. En este sentido se diseña un módulo que permita conectar 2 de estos periféricos a la electrónica principal. En la Figura 11 se muestra el funcionamiento de estos periféricos llamados Pulsador 1 y Pulsador 2, los cuales son pulsadores normalmente abiertos que conectan al módulo diseñado que une las conexiones para que ambos funcionen por medio de solo 2 entradas al microcontrolador y un pin para alimentación; de esta forma se tienen en cuenta para el diseño de la electrónica y programación principal la configuración Pull Down para estos periféricos.

Figura 11.

Pulsadores de pie



2.1.2. Resultado Objetivo 2.

Del segundo objetivo, se desarrolla la segunda fase del proyecto con un total de ocho (8) actividades correspondientes a la matriz metodológica. Las evidencias a continuación serán detalladas y anexos mencionados se encuentran al final del documento.

2.1.2.1. Adquisición de elementos seleccionados. Esta actividad se realiza paulatinamente a lo largo del desarrollo de esta fase, haciendo adquisición de la electrónica necesaria para la activación de los actuadores, elementos para la fuente de alimentación, microcontroladores, cámara termográfica y algunos elementos destinados a la fabricación del circuito impreso final. En la Figura 12 se evidencia la electrónica adquirida.

Figura 12.

Adquisición



2.1.2.2. Pruebas de laboratorio electrónica. Se realizan en protoboard pruebas de la fuente de alimentación y de activación de los actuadores lineales, mediante la programación del microcontrolador ESP32 encargado de la activación del módulo relé y por ende del actuador respectivo según la configuración previamente diseñada. Para la fuente de alimentación se realiza pruebas de laboratorio del transformador Toroidal utilizando osciloscopio para estipular el voltaje Medio, RMS y pico del transformador de manera práctica en Corriente Alterna (CA) o en inglés, Alternating Current (AC). Obteniendo un voltaje Pico a pico de 50.8VAC y RMS de 22.0 VAC como se evidencia en la Figura 13. Estos valores serán necesarios para la fuente encargada de la alimentación de los actuadores lineales en la fase u objetivo 2 del proyecto.

Figura 13.

Fuente lineal en Osciloscopio



Para el sistema inicial se utiliza el diagrama esquemático de la Figura 14 donde se observa que, para la activación, control de avance y retroceso se realiza la conexión H para cada uno de los actuadores a los relés optoacoplados, los cuales las entradas de estos optoacopladores se conectan a la salida de la ESP 32 de la electrónica principal.

Por medio de la activación de pulsadores, se conecta 8 de ellos a los pines digitales del ESP 32 que mediante software en el código con en el IDLE de ARDUINO se configuran en Pull-Down, siendo innecesario utilizar resistencias físicas en la elaboración del hardware; se asigna dos pulsadores a cada motor siendo uno para avance y otro para retroceso del respectivo actuador correspondiente. Igualmente, pulsadores de pie (Módulo de periféricos) para controlar la elevación de la camilla donde el hardware llevará las resistencias Pull-Down.

Para el módulo de periféricos destinados a los pulsadores de pie que controlan la elevación de la camilla, por hardware se les asigna resistencias Pull-Down.

El sistema contará con 2 fuentes de alimentación como se observa en la imagen, de la cual la fuente lineal de 24V diseñada anteriormente será para alimentación de actuadores y relés, y una fuente de 5V aparte sin GND común para la electrónica digital o el microcontrolador. En la Figura 14 se muestra un esquemático gráfico utilizado para las pruebas mencionadas e indicadas en la Figura 15. Planos electrónicos en el Anexo II. Satisfactoriamente en las pruebas evidenciadas en la Figura 15 no presenta interferencia o daños en la placa, al separar las fuentes de alimentación de la electrónica digital encargada de la activación y de la electrónica de potencia encargada de la alimentación de los actuadores

Figura 14.

Electrónica en Fritzing

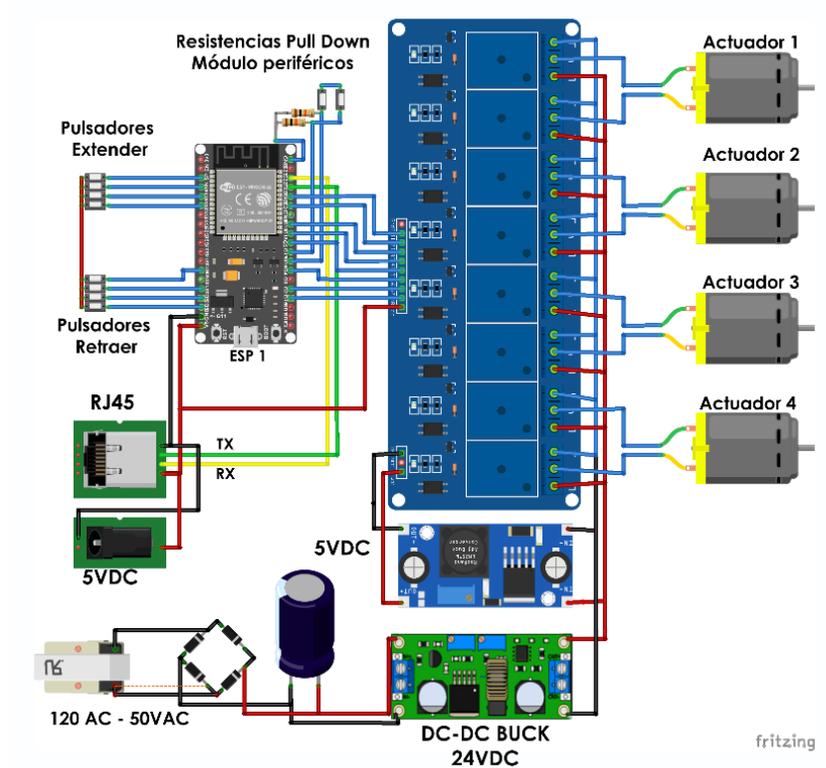


Figura 15.

Fuente Lineal y Pruebas

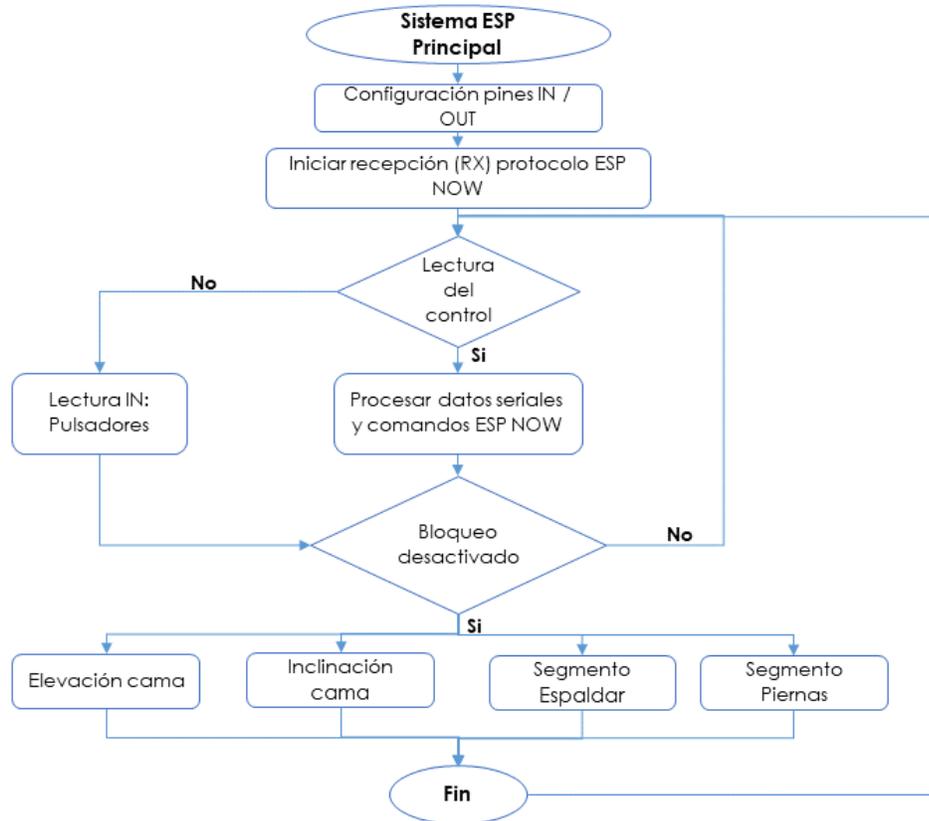


En la Figura 16 se presenta el diagrama de flujo que revela la arquitectura general del código de programación diseñado para la electrónica principal correspondiente a la activación y manipulación de los actuadores lineales encargados de las funciones programadas para la por medio de pulsadores como se observó en las Figuras 14 y 15, y también por el mando o control electrónico que será para

el personal encargado de los cuidados del paciente. En el caso del mando, la electrónica principal recibirá datos a través de comunicación serial por el puerto UART y también por comunicación inalámbrica a través del protocolo ESP NOW.

Figura 16.

Diagrama de flujo ESP32 principal



2.1.2.3. Mando o Controles manuales para manipulación de la camilla. Teniendo en cuenta que la cama se encuentra en cuidados paliativos y el paciente no manipulará la articulación de esta, se diseña un mando electrónico o control manual para el personal encargado del cuidado del paciente teniendo en consideración los referentes teóricos de posturas en pacientes en camillas hospitalarias; Se decide implementa cinco (5) funciones, cuatro de ella con opción de subir y bajar destinadas para la configuración de las posiciones de Spine, Altura, Fowler o Semi Fowler y Trendelenburg o Trendelenburg Inverso. Igualmente, una función de bloqueo para desactivar las anteriores funciones del control. Las funciones a programar se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11

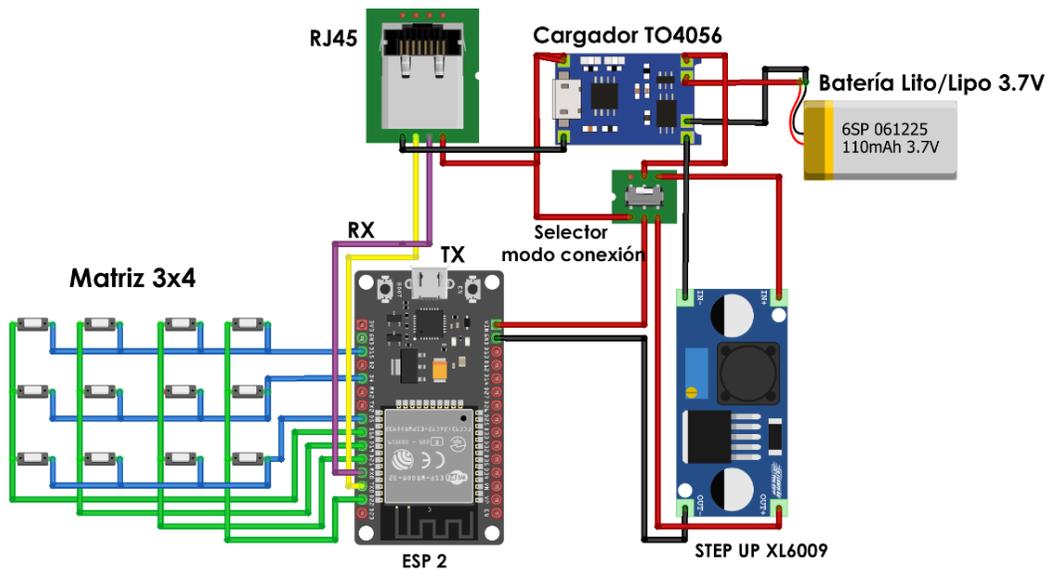
Funciones Control

Función	Representación	Posición
1	Gráfica	
		
	 	<ul style="list-style-type: none"> • Spine • Fowler • Semi Fowler
2		
		
		<ul style="list-style-type: none"> • Spine • Fowler • Semi Fowler
3		
		
		<ul style="list-style-type: none"> • Altura General de la Camilla
4		
		
		<ul style="list-style-type: none"> • Trendelenburg • Trendelenburg Inverso
5		<ul style="list-style-type: none"> • Bloqueo de funciones

Para la electrónica del mando, se utiliza la segunda placa de desarrollo ESP 32, se diseña un teclado matricial de tres (3) filas y cuatro (4) columnas, (3x4), con el fin de reducir el uso o asignación de pines para una liberación de memoria del microcontrolador. La ventaja que el control manual tiene es su comunicación con el microcontrolador ESP32 principal por medio del protocolo Serial por el puerto UART y un agregado de conectividad Inalámbrica por medio del protocolo ESP NOW para ser utilizado de manera remota sin necesidad de conexiones por cable, dándole un impulso a futuros agregados. En este sentido es necesario que el control tenga suministro de corriente en ambos modos; Para la fuente de alimentación del control durante el modo Inalámbrico se agrega un módulo cargador TP4056 para cargar baterías tipo litio o lipo, para este caso se utilizará una batería litio 18650 la cual que a través del elevador de voltaje BOOST DC DC XL6009 suministra 5V al pin VBUS del ESP32. Planos electrónicos en el Anexo II.

Figura 17.

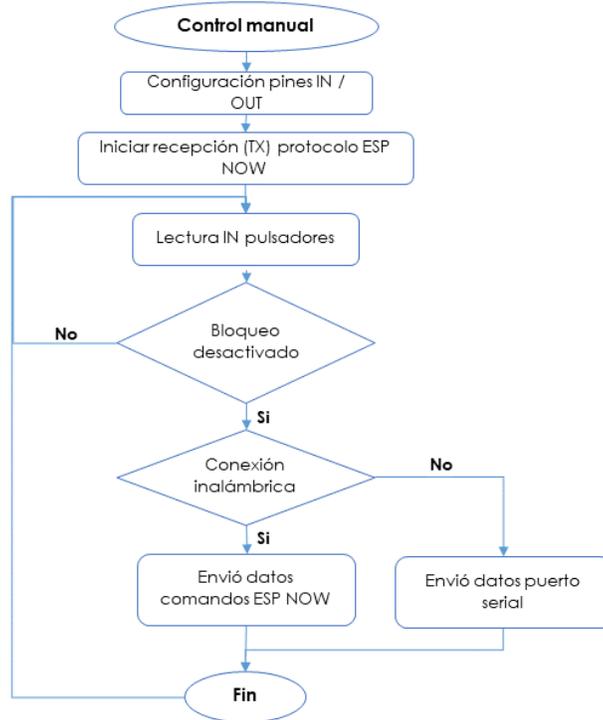
Control Manual en Fritzing



En la Figura 18 se presenta el diagrama de flujo que revela la arquitectura general del código de programación diseñado para la electrónica del control o mando, este se encargará de realizar el envío de datos al ESP de la electrónica principal para las diferentes funciones de activación de los actuadores por medio del protocolo ESP NOW en modo inalámbrico y envío de datos a través de comunicación serial por el puerto UART en modo alámbrico o conexión directa.

Figura 18.

Diagrama de flujo control manual



2.1.2.4. Ensamble de actuadores y pruebas en una cama hospitalaria. En la Figura 19 se muestra la instalación de los actuadores lineales en una cama hospitalaria de la fundación amparo San José para la validación en protoboard de la electrónica y control manual como se observa en la Figura 20 para la posible corrección de fallas, análisis de posturas para complemento en el diseño final y consumo de corriente de la fuente en la camilla con carga similar de un paciente.

Figura 19.

Montaje actuadores



Figura 20.

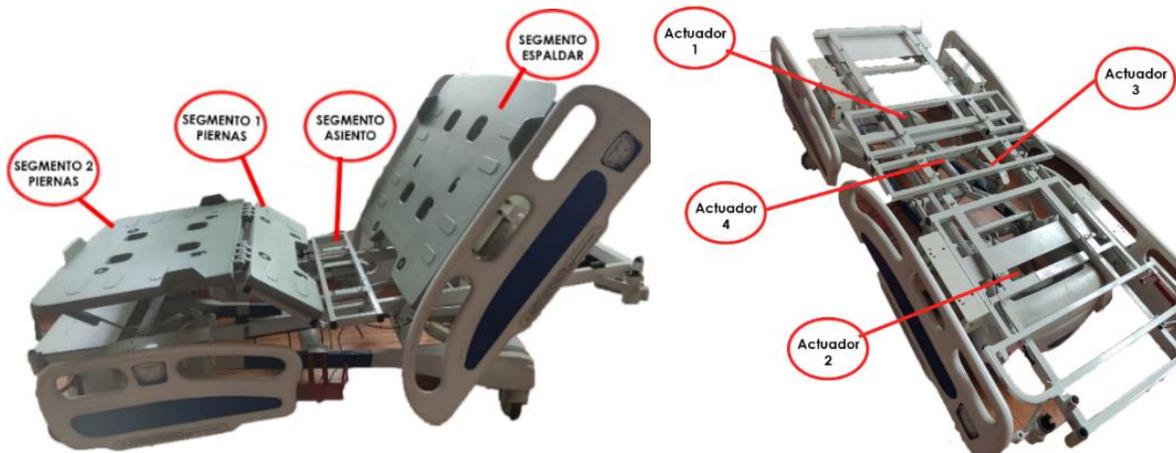
Prueba electrónica en Camilla Hospitalaria



Para las diferentes posiciones y funciones de la cama es necesario catalogar por secciones la activación de cada actuador lineal y así programar cada uno en su debida función. Se ha clasificado en la Figura 21 por segmentos las articulaciones de la cama por segmentos y ubicación de los actuadores lineales ella.

Figura 21.

Segmentos Cama hospitalaria



Se resalta que el Segmento asiento, no se articula por ningún actuador, solamente puede variar su altura junto a los otros segmentos. Se puede observar algunas posiciones como Trendelenburg a la izquierda de la Figura 22 y una postura de Fowler a la derecha. En este sentido se cataloga en la Tabla 12 los actuadores, segmentos y posiciones para cada función a programar.

Figura 22.

Posiciones en Cama Hospitalaria



Tabla 12

Movimientos Camilla.

ACTUADOR LINEAL	SEGMENTO O MOVIMIENTO	FUNCIÓN DESIGNADA A PROGRAMAR ENCARGADO	POSICIÓN
1	Inclinación de la camilla	Altura, Inclinación	<ul style="list-style-type: none"> • Altura general de la cama
2	Inclinación de la camilla	Altura, Inclinación	<ul style="list-style-type: none"> • Trendelenburg • Trendelenburg Inverso
3	Segmento 1 y 2 de las piernas	Piernas	<ul style="list-style-type: none"> • Spine • Fowler • Semi Fowler
4	Segmento espaldar	Espalda	<ul style="list-style-type: none"> • Spine • Fowler • Semi Fowler

Para estimar el consumo de corriente de cada actuador, en conexión serie a la fuente de 24VDC se coloca un multímetro como herramienta de medición de amperaje, y se registran en la Tabla 13. En la tercera columna se realiza un registro del consumo de cada actuador sin carga al momento avanzar, en la cuarta columna se registra un consumo en el avance de cada actuador con una carga que simula a un paciente de 75 kilogramos, siguiendo así a la quinta columna que corresponde al porcentaje de incremento de corriente de los actuadores cuando tienen carga. Esto mismo se repite para las columnas 6 a 8, con la diferencia de ser los consumos para cuando los actuadores realicen retroceso. Se hace énfasis que según los datos registrados de las hojas de datos en la Tabla 8 anteriormente, el consumo máximo de los actuadores LA 31 es de 4.5 amperios y de los de referencia LA 27 el consumo máximo es de 3.5 A

Tabla 13*Consumos actuadores.*

1	2	3	4	5	6	7	8
Actuador lineal	Referencia	Consumo sin carga Avance	Consumo con carga Avance	% Incremento Corriente	Consumo sin carga retroceso	Consumo con carga retroceso	% Incremento Corriente
1	LA 31	1 A	2.28 A	228 %	0.9 A	1.5 A	167 %
2	LA 31	1 A	2.28 A	228 %	0.9 A	1.5 A	167 %
3	LA 27	0.7 A	1.75 A	175 %	0.63 A	1 A	159 %
4	LA 27	0.7 A	1.35 A	135 %	0.63 A	1 A	159 %

Finalmente, en la Tabla 14 se registra el consumo de cada función programada según las Tablas 11 y 12. Para el caso de las funciones encargadas de altura e inclinación, dependerá del uso 2 actuadores referencia LA 31, para las funciones de los segmentos espaldar y piernas solo es necesario su respectivo actuador. Para los consumos de carga nominal se ha establecido los consumos máximos con carga que se registró en la columna 4 de la Tabla 13.

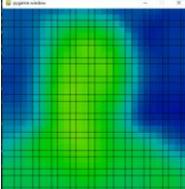
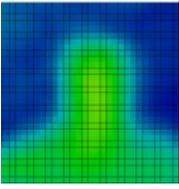
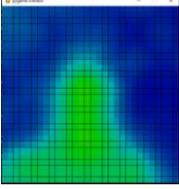
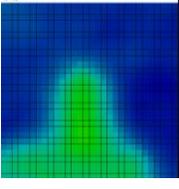
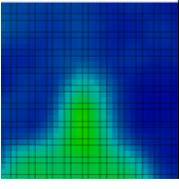
Tabla 14*Consumo nominal funciones camilla.*

FUNCIÓN		CONSUMO NOMINAL CARGA 75KG
1	Espalda	1.35 A
2	Piernas	1.75 A
3	Elevación	4.56 A
4	Inclinación	4.56 A

2.1.2.5. Programación del monitoreo por temperatura. Cómo se mencionó durante la fase inicial, la programación del sensor AMG8833 requiere de la implementación de las librerías de Adafruit las cuales son soportadas por Circuitpython; en ese sentido escogiendo el microcontrolador Raspberry Pi Pico, dado que su entorno de programación en el lenguaje Python, gran versatilidad para el uso de librerías y además una capacidad de adquisición, procesamiento y facilidad de graficar datos. Siendo una buena herramienta para la posible implementación futura de plataformas IoT en el proyecto.

Tabla 15

Tabla comparativa.

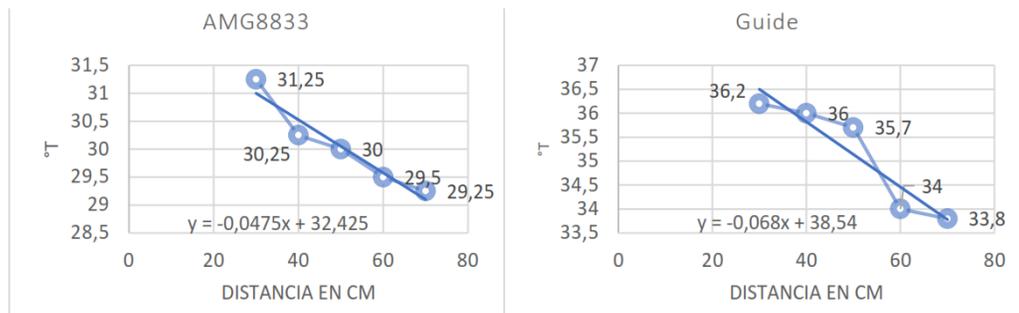
CÁMARA AMG8833	CÁMARA GUIDE T120	DISTANCIA SEPARACIÓN ENTRE CÁMARA Y PERSONA
		30 cm
31.25°C	34.5°C	36.2°C
		40 cm
30.25°C	34.2°C	36°C
		50 cm
30°C	34.1°C	35.7°C
		60 cm
29.5°C	27.5°C	34°C
		70 cm
29.25°C	30.3°C	33.8°C

Dada las mediciones y comparativas entre los datos proporcionados por el sensor AMG8833 y la Cámara Guide T120 a diferentes distancias y mismas condiciones. Se obtienen las gráficas de la Figura 24, donde se observa que el sensor AMG8833 presenta un margen de error significativo

a la temperatura corporal de una persona debido a que la diferencia es de por lo menos 5.75 °C lo cual podría representar un riesgo al tratarse de un monitoreo médico.

Figura 24.

Gráficas comparativas



De lo anterior se evidencia que, la diferencia presentada en cada lectura tiene una mínima variación con respecto a la anterior con respecto al valor de la temperatura del cuerpo humano, por lo cual, se pensó en compensar dicha disparidad con un valor promedio entre todas las diferencias, pero como se mencionó anteriormente una mínima variación puede representar un mayor riesgo.

Desafortunadamente, se encuentra que este tipo de sensores o cámaras disponibles en el mercado a este costo presentan el mismo problema por lo cual se sugiere la implementación de un sensor que permita obtener una distancia relativa entre el objetivo y la cámara para generar una calibración automática del sensor seleccionado a través de la linealización anteriormente obtenida en la Figura 24.

2.1.2.5.2. Implementación de un sensor de distancia para el monitoreo por temperatura. Para linealizar la medición de temperatura en los datos de la cámara en caso de que se modifique la distancia de medición y no presentar mayores alteraciones que puedan llevar a conclusiones no deseadas o incorrectas en el monitoreo, En la Tabla 16 se compara tres series de sensores de distancia accesible disponibles en el mercado.

Tabla 16

Sensores de distancia.

SENSOR	TIPO	RANGO	VENTAJA	DESVENTAJA
VL53LXX-V2	Láser	50mm a 2000mm	Alta precisión, inmune a las condiciones del ambiente	Ángulo de medición estrecho
HC-SR04	Ultrasonido	2cm a 400cm	Bajo costo, fácil de usar	Afectado por la superficie del objeto a medir
Sharp 2Y0A21	Infrarrojo	10 cm a 80cm	Fácil de usar, salida analógica	Afectado por la luz ambiental

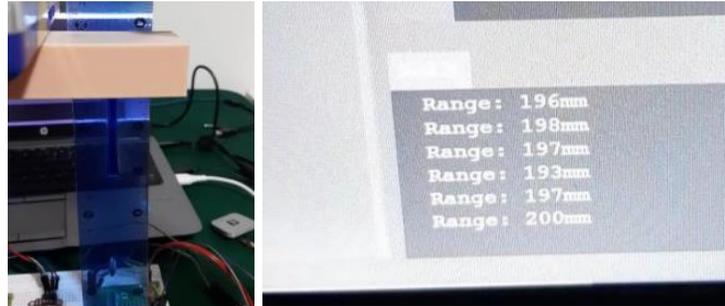
Se realizó la prueba pertinente con cada uno de los sensores tabulados de los cuales 2 de ellos fueron descartados inmediatamente debido a que el HC-SR04 presenta falla en la adquisición de datos sobre la superficie requerida. Para los sensores restantes se realizaron pruebas con las mismas condiciones y a la misma distancia, en este caso se pretendió adquirir la longitud entre el sensor y un objeto el cual su distancia fue de 20cm o 200mm.

El sensor Sharp 2Y0A21 presenta una mayor presión en los datos adquiridos con respecto a los descartados anteriormente, más sin embargo este presenta un desfase de aproximadamente 2cm, además de que estos presentaban variaciones mayores en ciertas mediciones.

Con el sensor VL53LXX-V2 se obtuvieron resultados más precisos en los cuales la variación de la distancia era mínima de aproximadamente 4mm en comparación la distancia real desde el sensor hacia el objeto como se observa en la Figura 25, además de lo mencionado anteriormente el sensor es una opción factible ya que sus datos no se pueden ver afectados por la incidencia de factores externo como la luz, la humedad entre otros además de que es una opción mucho más económica que el sensor Sharp.

Figura 25.

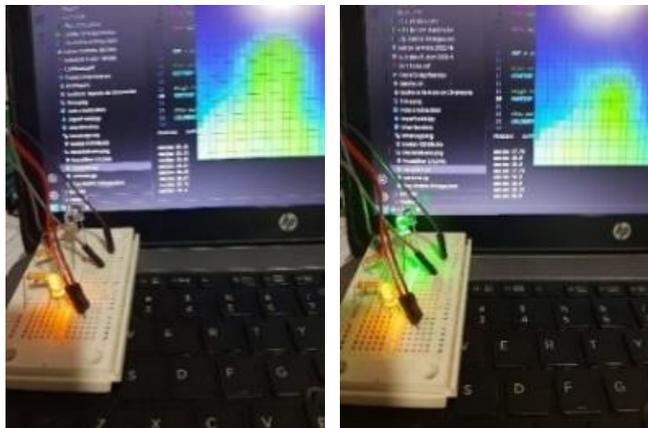
Pruebas VL53LXX-V2



2.1.2.5.3. Alarmas en el monitoreo por temperatura. Una vez establecidas las bases y criterios, en la Figura 26 se muestra algunas pruebas de alarmas de temperatura visuales y auditivas establecidas para temperatura baja, cuando la temperatura del paciente sea de 30°C o inferior; de igual forma alarmas de temperatura alta cuando la temperatura del paciente sea superior a 38°C.

Figura 26.

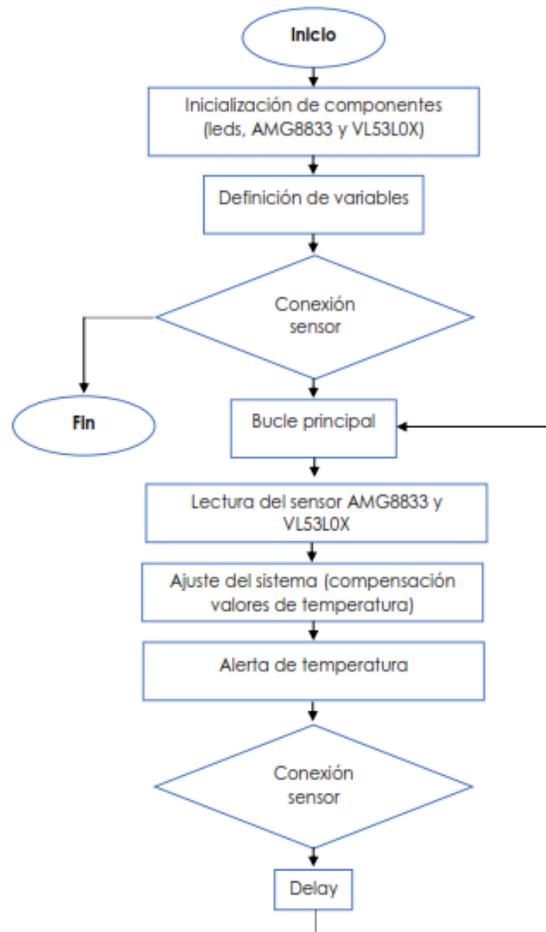
Alarmas de temperatura visuales



En la Figura 27 se muestra el diagrama de flujo del funcionamiento interno del sistema de monitoreo por temperatura que está compuesto por el sensor AMG 8833 y el VL53L0X, que serán los encargados de generar la lectura y ajuste de valores que determinaran el estado del paciente, por medio de alertas en caso de aumento o descenso de temperatura, con un funcionamiento constante que mantendrá alertado al personal de cuidado si alguna complicación se llega a presentar.

Figura 27.

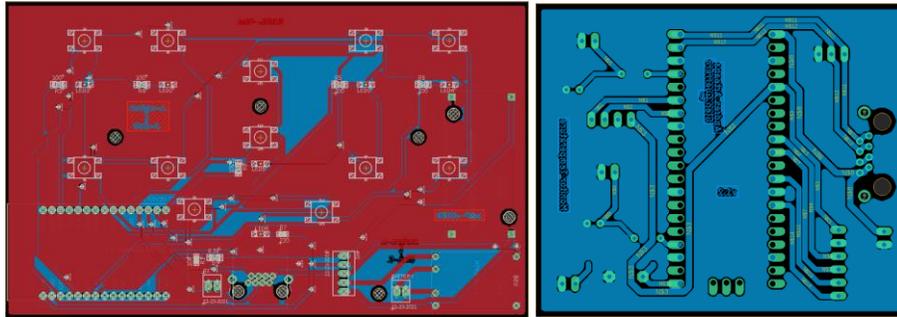
Diagrama de flujo monitor de temperatura



2.1.2.6. Diseño y elaboración de circuitos impresos. Para el diseño de los circuitos impresos, utilizando el Software EAGLE, con base a los planos previamente diseñados se crean esquemáticos correspondientes a cada circuito impreso. Si diseñan un total de nueve (9) circuitos impresos, de los cuales tres de ellos son en board de doble capa, y los cinco restantes en capa única inferior. Para algunos elementos fue necesario crear librerías propias de esquemáticos y piezas de impresión, todo mediante la lectura de planos o mediciones con pie de rey. Todos los circuitos se diseñan bajo las regulaciones de la norma IPC 2221B destinada para el diseño CAD de circuitos PCB como se observa en la Figura 28, a la izquierda el circuito doble capa del control manual y a la derecha el circuito del sistema de monitoreo. En el Anexo II, se agregan los esquemáticos y circuitos diseñados.

Figura 28.

Diseños circuitos Eagle



Para la elaboración de los circuitos impresos se empleó la máquina CNC de PCBs adquirida por la Universidad Mariana en los laboratorios de electrónica en la sede Alvernia capaz de realizar circuitos doble capa. En la Figura 29 se muestran los resultados.

Figura 29.

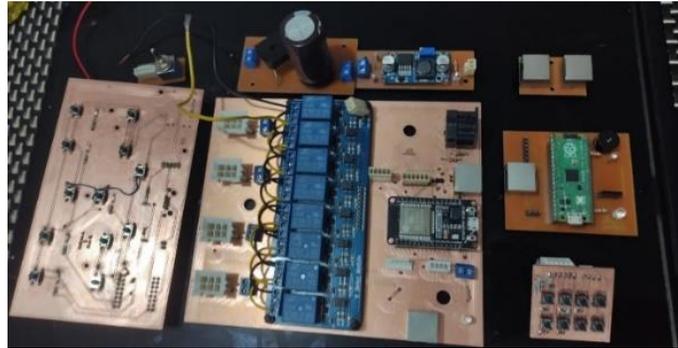
Circuitos impresos



Para ensamblaje y soldadura de componentes como se observa en la Figura 30, los circuitos de doble capa se implementa también la tecnología de montaje superficial o por sus siglas en inglés SMD (Surface Mount Device) y se procura soldar los componentes convencionales y superficiales bajo las normas IPC610 para la aceptabilidad de ensamblajes electrónicos.

Figura 30.

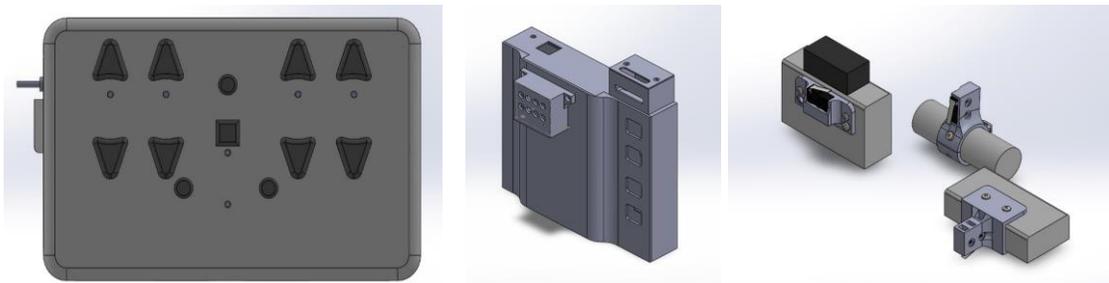
Circuitos soldados



2.1.2.7. Diseño y elaboración de carcasas para la electrónica. Para las carcasas y tapas de la electrónica se utiliza el software de modelado 3D como SolidWorks y Fusion 360. Se diseña un total de 21 piezas; 6 piezas para el Mando, 5 para el sistema electrónico principal, 3 para la fuente de alimentación, 4 para los finales de carrera, 2 para el sistema de monitoreo y 1 para el módulo de conexión de los pulsadores de pie. En la Figura 31 a su izquierda se muestra el ensamblaje de piezas del control manual, en el centro la carcasa de la electrónica principal y a la derecha los soportes para los finales de carrera. Planos de los ensamblajes y piezas en el Anexo III.

Figura 31.

Ensamblajes SolidWorks



En la Figura 32 se muestra a la izquierda el ensamblaje de piezas para la carcasa del monitor de temperatura y en la parte derecha la carcasa para el módulo de periféricos.

Figura 32.

Ensamblados Fusion 360

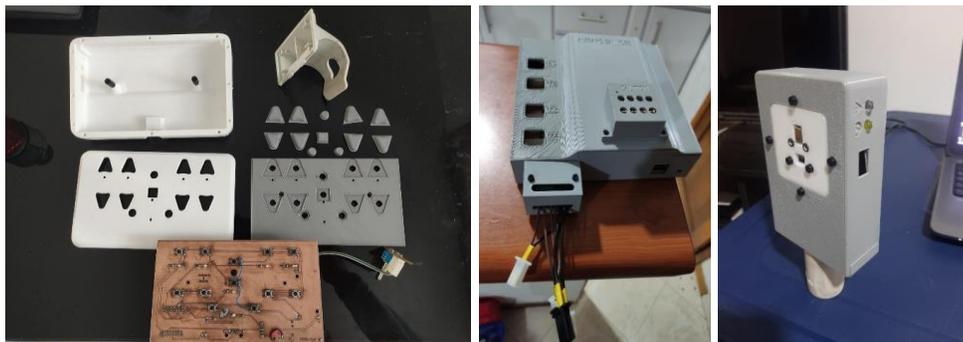


Fuente: Autoría propia

Para la materialización de las carcasas se utiliza la técnica de modelado por deposición fundida o comúnmente conocida como Impresión 3D, utilizando material plástico como el Ácido Poliláctico (PLA). En la Figura 33 se observa las diferentes piezas impresas y ensamblados de la electrónica en algunas de ellas

Figura 33.

Impresiones 3D



Fuente: Autoría propia

Como se menciona anteriormente, el Mando contará con funciones para las posturas de la camilla, por lo cual es necesario que el personal de enfermería pueda identificar cuáles son; Utilizando Adobe Illustrator se ha diseñado calcomanías de las figuras que representan las posturas que cada botón tiene asignado, llevando así a un Plotter de corte con vinilo adhesivo el diseño Como se observa en las imágenes de la izquierda y del centro de la Figura 34. Para el selector de

conexión entre el modo inalámbrico o conexión directa directo del control se usa papel transfer como adhesivo como se observa en la parte derecha de la Figura 34.

Figura 34.

Mando



2.1.3. Resultado Objetivo 3.

Del tercer objetivo, se desarrolla la tercera y última fase del proyecto con un total de cuatro (4) actividades correspondientes a la matriz metodológica. Las evidencias a continuación serán detalladas y anexos mencionados se encuentran al final del documento.

2.1.3.1. Implementación del Sistema en la Camilla. A la izquierda de la Figura 35 se observa todo el sistema finalizado, y como se puede observar al centro y a la derecha de la Figura 35, el sistema ensamblado y montado sobre la cama hospitalaria de la fundación.

Figura 35.

Sistema mecatrónico



En algunas superficies se taladra agujeros para poder atornillar y sujetar los soportes de los finales de carrera como se observa a la izquierda y al centro de la Figura 36. Igualmente se realiza la instalación del módulo de periféricos de pulsadores de pie debajo de la cama como se observa a la derecha de la Figura 36.

Figura 36.

EndStop & Module



Finalmente se observa en la Figura 37 el ensamble del sistema de monitoreo sobre un brazo articulable en la cama hospitalaria.

Figura 37.

Ubicación cámara termográfica



2.1.3.2. Documentación y diseño de Guías de Usuario. Para entendimiento del completo funcionamiento del sistema se ha desarrollado con el SoftWare KeyShot y Adobe Premier pro, un video de Guía de Uso (Anexo IV) de animaciones renderizadas para el entendimiento del uso del sistema de monitoreo y la articulación de la camilla por parte del personal encargado. En la Figura

38 se presenta algunas capturas de pantalla del video diseñado. El Anexo V corresponde a los videos del funcionamiento y elaboración del sistema.

Figura 38.

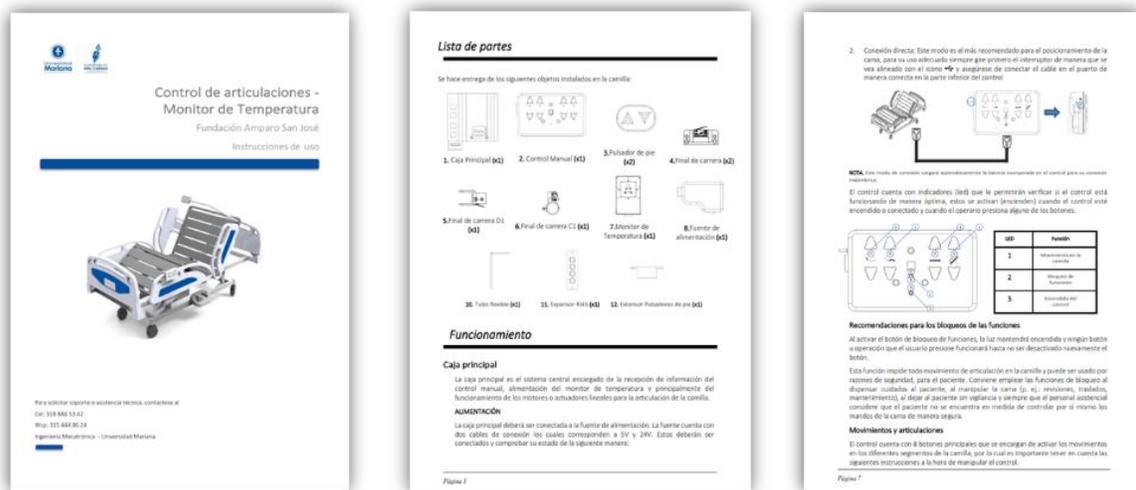
Capturas Video.



Igualmente se ha diseñado un Manual en PDF (Anexo VI) como instrucción de uso con detalles técnicos de precauciones, atenciones, usos y cuidados para mayor aprovechamiento del sistema por parte del personal de la fundación; Así como instrucciones y detalles de conexiones, esquemáticos, posibles fallas y soluciones como material más específico para los técnicos de mantenimiento. En la Figura 39 se observa la captura de algunas páginas del manual.

Figura 39.

Manual de Usuario



2.1.3.3. Capacitación al Personal de la Fundación. El día martes 09 de abril del año 2024 se realiza la entrega del Sistema Mecatrónico, manual de usuario, video de guía de uso a la Fundación

y capacitación a doce (12) auxiliares de enfermería de turno encargados de los cuidados paliativos. Se resalta el acompañamiento por parte de la unidad de Radio y Televisión de la Universidad mariana para divulgación del proyecto. En la Figura 40 se presenta la evidencia de la entrega del sistema y en la Figura 41 una evidencia de la capacitación al personal.

Figura 40.

Entrega.



Figura 41.

Capacitación.



2.1.3.4. Validación del Sistema. Se hace el seguimiento del comportamiento del sistema por parte de los investigadores durante 15 días calendario, donde exitosamente el sistema cumplió sin fallas durante este periodo de prueba como se observa en la Figura 42 al Sr. Laureano como paciente durante este periodo. En ese sentido se realizó una encuesta para los 9 auxiliares de enfermería encargados de los cuidados del paciente. Los resultados de la encuesta se presentan en el Anexo VII.

Figura 42.

Pacientes.



2.2. Análisis e interpretación de resultados

2.2.1. Análisis del primer objetivo

Durante la selección de componentes, se logró encontrar gran variedad de electrónica que podría cumplir con el objetivo para el control de articulación de la camilla al igual que para el monitoreo de temperatura del paciente; más sin embargo gran cantidad de estos tienen un alto costo lo que dificulta su adquisición por parte de los investigadores o para futuras reparaciones por parte de la Fundación, haciendo que la electrónica seleccionada para el sistema actual sea eficiente en una relación costo beneficio por el momento y que a futuras actualizaciones puede mejorar con mayor inversión en diversos aspectos.

2.2.2. Análisis del segundo objetivo

Las pruebas realizadas durante la validación interna para el monitoreo de temperatura fueron determinantes a la hora de diseñar el sistema completo teniendo en cuenta el margen de error que la cámara termográfica adquirida presenta, siendo indispensable la implementación de un sensor de distancia que linealice la lectura y entregue una temperatura más confiable de este tipo de cámaras termográficas en ese rango de precio.

2.2.3. Análisis del tercer objetivo

El sistema cumple con las características tras la capacitación al personal de la fundación, y que a lo largo del periodo de prueba y validación ha cumplido satisfactoriamente sin la necesidad de realizar correcciones hasta la fecha.

2.3. Discusión

Dado que la fundación no contaba con conexión Internet inalámbrica a la fecha que la investigación aplicada comenzó su desarrollo, se limitó algunas de las posibles aplicaciones relacionadas a Internet de Las Cosas, (En inglés, IoT) que los microcontroladores o placas de desarrollo son también capaces de soportar, proponiendo así en futuras aplicaciones para la fundación, la implementación de conectividad inalámbrica y así poder desarrollar un monitoreo del paciente de manera remota.

Finalmente, para discutir y evidenciar el impacto que ha generado el proyecto en la población vulnerable, en este caso adultos mayores, se recopila 6 de 11 respuestas de la encuesta realizada a los 9 auxiliares de enfermería encargados de los cuidados del paciente, donde la mayoría convergen en las mismas respuestas y se ha graficado de la siguiente manera en las tablas 17 a 22; En el anexo VI se presentan los resultados completos de las encuestas con nombre de los encuestados.

Tabla 17

Cuidados Antes

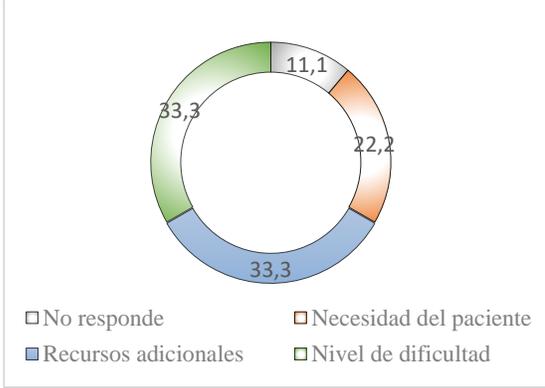
¿CÓMO ERAN LOS CUIDADOS DEL PACIENTE ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y DE MONITOREO EN LA CAMILLA?	
Respuestas obtenidas	Caracterización de los datos
 <p>De las respuestas se puede concluir que antes de la implementación del sistema diseñado, los cuidados del paciente presentaban dificultades para los encargados del paciente, requiriendo mayor esfuerzo para el personal y utilizando aditamentos para poder cambiar las posiciones.</p>	<p>De las respuestas se puede concluir que antes de la implementación del sistema diseñado, los cuidados del paciente presentaban dificultades para los encargados del paciente, requiriendo mayor esfuerzo para el personal y utilizando aditamentos para poder cambiar las posiciones.</p>

Tabla 18

Cuidados Ahora

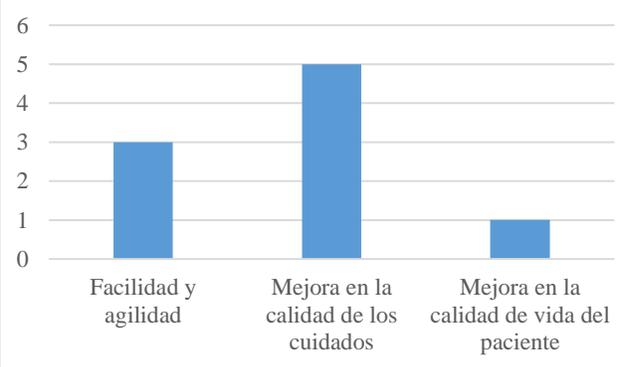
¿CÓMO SON AHORA LOS CUIDADOS DEL PACIENTE CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO Y DE MONITOREO EN LA CAMILLA?	
Respuestas obtenidas	Caracterización de los datos
 <p>Luego de la implementación en la cama hospitalaria del sistema diseñado, gran mayor parte de los encargados afirma que la calidad de los cuidados ha mejorado, igualmente facilitando su atención al paciente y mejorando así su calidad de vida.</p>	<p>Luego de la implementación en la cama hospitalaria del sistema diseñado, gran mayor parte de los encargados afirma que la calidad de los cuidados ha mejorado, igualmente facilitando su atención al paciente y mejorando así su calidad de vida.</p>

Tabla 19

Beneficios Paciente

¿QUÉ BENEFICIOS BRINDA AL PACIENTE LA ARTICULACIÓN DE LA CAMILLA?	
Respuestas obtenidas	Caracterización de los datos
 <p>A donut chart with three segments. The largest segment, representing 'Comodidad y calidad de vida', is dark blue and accounts for 44.4%. The second largest segment, 'Posicionamiento y movimiento', is a medium blue and also accounts for 44.4%. The smallest segment, 'Manejo de úlceras por presión', is light blue and accounts for 11.1%.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Comodidad y calidad de vida ■ Posicionamiento y movimiento ■ Manejo de úlceras por presión 	<p>El sistema de articulación para la cama hospitalaria diseñado proporciona mayor comodidad y mejora la calidad de vida del paciente, al mejorar sus cuidados en las diferentes terapias, posiciones que el encargado debe realizar, ayudando también al manejo de las úlceras por presión que son uno de los cuidados más delicados en este tipo de paciente</p>

Tabla 20

Monitoreo del paciente.

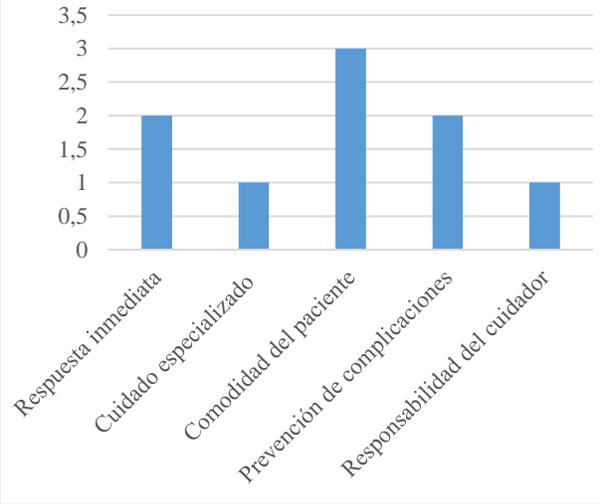
¿POR QUÉ ES IMPORTANTE Y QUE BENEFICIOS BRINDA LA CONSTANTE SUPERVISIÓN DEL ESTADO DE SALUD DEL PACIENTE EN CUIDADOS PALIATIVOS?	
Respuestas obtenidas	Caracterización de los datos
 <p>A bar chart with five bars. The y-axis ranges from 0 to 3.5 in increments of 0.5. The x-axis categories are: 'Respuesta inmediata' (value 2), 'Cuidado especializado' (value 1), 'Comodidad del paciente' (value 3), 'Prevención de complicaciones' (value 2), and 'Responsabilidad del cuidador' (value 1).</p>	<p>La implementación del sistema de monitoreo de temperatura es importante porque da una supervisión constante al paciente ayuda a los encargados de los cuidados para dar una respuesta inmediata, prevenir complicaciones y mejorar por ende su estancia.</p>

Tabla 21

Beneficios del encargado.

¿QUÉ VENTAJAS ADQUIERE EL ENCARGADO DE LOS CUIDADOS DEL PACIENTE AL HACER USO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO?									
Respuestas obtenidas	Caracterización de los datos								
<table border="1"> <caption>Data for Bar Chart</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Respuestas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eficiencia en el cuidado del paciente</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Mejora la mecanica corporal</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Reducción de lesiones y esfuerzo</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Respuestas	Eficiencia en el cuidado del paciente	1	Mejora la mecanica corporal	2	Reducción de lesiones y esfuerzo	6	<p>El sistema de articulación para la cama ha beneficiado no solamente al paciente sino también al encargado de los cuidados al poder reducir la carga física laboral al realizar las diferentes terapias y posturas del paciente, dando ahora un cuidado más eficiente al mismo y a la vez beneficiando también su estado de salud reduciendo posibles lesiones por esfuerzos que ahora son asistidos.</p>
Categoría	Respuestas								
Eficiencia en el cuidado del paciente	1								
Mejora la mecanica corporal	2								
Reducción de lesiones y esfuerzo	6								

Tabla 22

Beneficios del sistema.

¿QUÉ IMPACTO CREE USTED QUE GENERA ESTE PROYECTO EN EL PACIENTE Y A LA FUNDACIÓN AHORA Y EN EL FUTURO?									
Respuestas obtenidas	Caracterización de los datos								
<table border="1"> <caption>Data for Donut Chart</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Actualización</td> <td>11,1</td> </tr> <tr> <td>Beneficios para el personal de cuidado</td> <td>55,6</td> </tr> <tr> <td>Mejora la calidad de vida del paciente</td> <td>33,3</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Actualización	11,1	Beneficios para el personal de cuidado	55,6	Mejora la calidad de vida del paciente	33,3	<p>Según los auxiliares de enfermería o encargados de los cuidados del paciente, este sistema para una cama hospitalaria brinda beneficios tanto para ellos al realizar los cuidados, como al paciente al mejorar su calidad de vida al brindar un completo cuidado.</p>
Categoría	Porcentaje								
Actualización	11,1								
Beneficios para el personal de cuidado	55,6								
Mejora la calidad de vida del paciente	33,3								

3. Conclusiones

El prototipo del sistema diseñado cumple con las características propuestas inicialmente logrando ser implementado en una camilla hospitalaria en la unidad de cuidados paliativos de la Fundación Amparo San José, para su control de movimientos y monitoreo de temperatura del paciente. Este tiene la cualidad de ser modular, accesible y que puede ser implementado para diferentes tipos de camas hospitalarias, beneficiando los cuidados, tratamientos y estadías del paciente al igual que facilitar y optimizar el trabajo brindado por parte del personal encargado de los cuidados de la fundación. A la fecha dos pacientes han utilizado la cama con el sistema; Sr. Laureano quien en su momento expresó gratitud al tener mayor comodidad en su estancia y cuidados, y que actualmente cedió el uso de la cama al Sr. Luis Ramiro Leitón quien por su diagnóstico necesita mayor cuidado debido a que el sistema implementado en la cama hospitalaria, la vuelve la única cama articulable con electrónica en la fundación, siendo la cama principal destinada para los cuidados paliativos de los pacientes.

4. Recomendaciones

Dado que la fundación no contaba con conexión Internet inalámbrica a la fecha que la investigación aplicada comenzó su desarrollo, se limitó algunas de las posibles aplicaciones relacionadas a Internet de Las Cosas, (En inglés, IoT) que los microcontroladores o placas de desarrollo ESP 32 son también capaces de soportar, proponiendo así en futuras aplicaciones para la fundación, la implementación de conectividad inalámbrica y así poder desarrollar un monitoreo del paciente de manera remota.

Referencias bibliográficas

- Akiyama, K., & Toda, H. (2022). Proposal of One-Sided of a Sheet Diagonal Pull-up Type Body Postural Change Device for Nursing Care. 2022 6th International Conference on Automation, Control and Robots (ICACR), 122–125. <https://doi.org/10.1109/ICACR55854.2022.9935539>
- Bakerjian, D. (2022, October 7). Atención hospitalaria en los ancianos. Manual MSD Versión Para Profesionales.
<https://www.msdmanuals.com/es/professional/geriatr%C3%ADa/prestaci%C3%B3n-de-la-atenci%C3%B3n-a-los-ancianos/atenci%C3%B3n-hospitalaria-en-los-ancianos>
- Benitez Restrepo, H. D., Ibarra Castanedo, C., Hakim Bendada, A., Maldague, X., Loaiza, H., y Caicedo, E. (2007). Procesamiento de imágenes infrarrojas para la detección de defectos en materiales. *Tecnura*, 10(20), 40–51. <https://doi.org/10.14483/22487638.6227>
- Bharathiraja, N., Indhuja, R. B., Krishnan, P. R. A., Anandhan, S., & Hariprasad, S. (2023). Real-Time Fall Detection using ESP32 and AMG8833 Thermal Sensor: A Non-Wearable Approach for Enhanced Safety. 2023 Second International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems (ICAISS), 1732–1736. <https://doi.org/10.1109/ICAISS58487.2023.10250598>
- Bhimani, S. (2019). Hydraulic Actuators. Recuperado de <https://www.mechanicalbooster.com/2018/06/hydraulic-actuators.html>
- Blum, M., Beasley, A., Ikejiani, D., Goldstein, N. E., Bakitas, M. A., Kavalieratos, D., & Gelfman, L. P. (2023). Building a Cardiac Palliative Care Program: A Qualitative Study of the Experiences of Ten Program Leaders From Across the United States. *Journal of Pain and Symptom Management*, 66(1), 62-69.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2023.03.009>
- Boldea, I., & Nasar, S. A. (1999). Linear electric actuators and generators. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 14(3), 712–717. <https://doi.org/10.1109/60.790940>

Cámaras termográficas en aplicaciones industriales, G. I. del U. (s/f). Guía de termoGrafía para mantenimiento predictivo. Flirmedia.com. Recuperado el 2 de noviembre de 2023, de http://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T820264/T820264_ES.pdf

Chen, Z., & Wang, Y. (2021). Remote Recognition of In-Bed Postures Using a Thermopile Array Sensor With Machine Learning. *IEEE Sensors Journal*, 21(9), 10428–10436. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3059681>

Davis, S. (2018). Pneumatic Actuators. *Actuators*, 7(3), 62. <https://doi.org/10.3390/act7030062>

Doyle, G. R., & McCutcheon, J. A. (2015). Clinical Procedures for Safer Patient Care. <https://opentextbc.ca/clinicalskills/>

Elsokah, M. M., & Zerek, A. R. (2019). Next Generation of Medical Care Bed with Internet of Things Solutions. 2019 19th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA), 84–89. <https://doi.org/10.1109/STA.2019.8717204>

Grocott, P., Gethin, G., & Probst, S. (2015). Skin problems in palliative care. In *Oxford Textbook of Palliative Medicine* (pp. 715–723). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/med/9780199656097.003.0111>

Hill-Rom. (2021). Types of Hospital Beds. Retrieved March 8, 2023, from <https://www.hill-rom.com/usa/en/products/hospital-beds/types-of-hospital-beds/>

IEC. (2009). IEC 60601-2-52:2009 Medical electrical equipment - Part 2-52: Particular requirements for the basic safety and essential performance of medical beds. International Electrotechnical Commission.

Ingeniería Mecatrónica De La Universidad Mariana: Innovación Al Servicio De La Salud En La Fundación Amparo San José. (2024). <https://www.umariana.com.co/noticias/index.php/8-la>

u/1293-ingenieria-mecatronica-de-la-universidad-mariana-innovacion-al-servicio-de-la-salud-en-la-fundacion-amparo-san-jose

Introducción a los principios de la termografía. (s/f). Fluke.com. Recuperado el 2 de noviembre de 2023, de <https://content.fluke.com/USB-online/eses/booklet.pdf>

Larson, R. E., Ridge, S. T., Bruening, D., Johnson, A. W., & Mitchell, U. H. (2022). Healthcare worker choice and low back force between self-chosen and highest bed height when boosting a patient up in bed. *Ergonomics*, 65(10), 1373–1379. <https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2034985>

Lay-Ekuakille, A., Chiffi, C., Celesti, A., Rahman, M. Z. U., & Singh, S. P. (2021). Infrared Monitoring of Oxygenation Process Generated by Robotic Verticalization in Bedridden People. *IEEE Sensors Journal*, 21(13), 14426–14433. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3068670>

Llamas, L. (2016, 9 agosto). Tipos de actuadores lineales para proyectos de Arduino. Luis Llamas. <https://www.luisllamas.es/tipos-actuadores-lineales-proyectos-arduino/>

Max S. Watson. (2015). *Oxford Textbook of Palliative Medicine* (N. Cherny, M. Fallon, S. Kaasa, R. K. Portenoy, & D. C. Currow, Eds.; 3rd ed., Vol. 1). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/med/9780199656097.001.0001>

National Pressure Ulcer Advisory Panel, European Pressure Ulcer Advisory Panel, & Pan Pacific Pressure Injury Alliance. (2019). *Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: Clinical Practice Guideline. The International Guideline*. Retrieved from <https://www.internationalguideline.com/static/pdfs/NPIAP-EPUAP-PPPIA-CPG-2019.pdf>

PadmaPriya, S., Jayekumar, M., Gowshameed, S., & Punithavathi, K. (2019). Prevention of Decubitus Ulcer: A Simple Blood Flow Equalizing Bed. 2019 IEEE International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN), 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICSCAN.2019.8878847>

- Pham, V. A., Nguyen, H., Krakauer, E. L., & Harding, R. (2020). “I wish I could die so I would not be in pain”: A qualitative study of palliative care needs among people with cancer or HIV/AIDS in Vietnam and their caregivers. *Journal of Pain and Symptom Management*, 62(2), 364–372. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2020.11.030>
- Sachs, J. (2015). Cuidado de la piel en pacientes paliativos: importancia de la higiene, prevención y tratamiento de úlceras por presión. *Revista de la Asociación Española de Enfermería en Cuidados Paliativos*, 6(2), 57-63.
- Schaefer, K. G., Abrahm, J. L., & Wolfe, J. (2018). Palliative Care. In *Hematology* (pp. 1488–1495). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35762-3.00092-5>
- Shi, K., Will, C., Steigleder, T., Michler, F., Weigel, R., Ostgathe, C., & Koelpin, A. (2018). A contactless system for continuous vital sign monitoring in palliative and intensive care. 2018 Annual IEEE International Systems Conference (SysCon), 1–8. <https://doi.org/10.1109/SYSCON.2018.8369507>
- Shih-Wei Peng, Feng-Li Lian, & Li-Chen Fu. (2010). Mechanism Design and Mechatronic Control of a Multifunctional Test Bed for Bedridden Healthcare. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 15(2), 234–241. <https://doi.org/10.1109/TMECH.2009.2021470>
- Termografía, guía de bolsillo. (s/f). Testo.com. Recuperado el 2 de noviembre de 2023, de <https://static-int.testo.com/media/15/80/cb083169e06b/Guia-ES-testo-termografia-general-BS.pdf>
- Villa-Forte, A. (2023, February 9). Dolor musculoesquelético. *Manuale Merck Versión Para El Público General*. <https://www.merckmanuals.com/es-us/hogar/trastornos-de-los-huesos-articulaciones-y-m%C3%BAsculos/s%C3%ADntomas-de-los-trastornos-musculoesquel%C3%A9ticos/dolor-musculoesquel%C3%A9tico>

Vollmer, M., & Mollmann, K.-P. (2010). *Infrared thermal imaging: Fundamentals, research and applications* (2a ed.). Wiley-VCH Verlag.

Williams, L., & Williams, W. (2015). *Fundamentals of nursing made incredibly easy!* (2a ed.). Lippincott Williams and Wilkins.

Yang, C., Hu, M., Zhai, G., & Zhang, X.-P. (2022). Graph-Based Denoising for Respiration and Heart Rate Estimation During Sleep in Thermal Video. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(17), 15697–15713. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3150147>

Anexos

Anexo I. Aval ético

	FORMATO INSTITUCIONAL PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	
	Fecha: 17 de Febrero de 2021	Versión:
PROCESO: Gestión de la Investigación	Procedimiento: Investigación en sentido estricto	

Carta de solicitud aval ético o bioético “modalidad programas y facultades”

San Juan de Pasto, 11 de 2023

Señores

CONSEJO DE FACULTAD

Universidad Mariana
Pasto

Referencia: Carta de presentación de proyecto y solicitud de aval Ético o Bioético de primera vez.

De manera atenta me permito presentar el proyecto de investigación científica titulado “*Diseño de un Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos de una camilla hospitalaria para el cuidado de pacientes paliativos en la Fundación Amparo San José de Pasto*” desarrollado por los investigadores “*Andres Felipe Caguango Arteaga*” y “*Glen Alejandro Guerrero Burbano*”, y solicitar al honorable Comité el aval ético/ bioético de primera vez, para su ejecución.

Cordialmente,



Glen Alejandro Guerrero Burbano

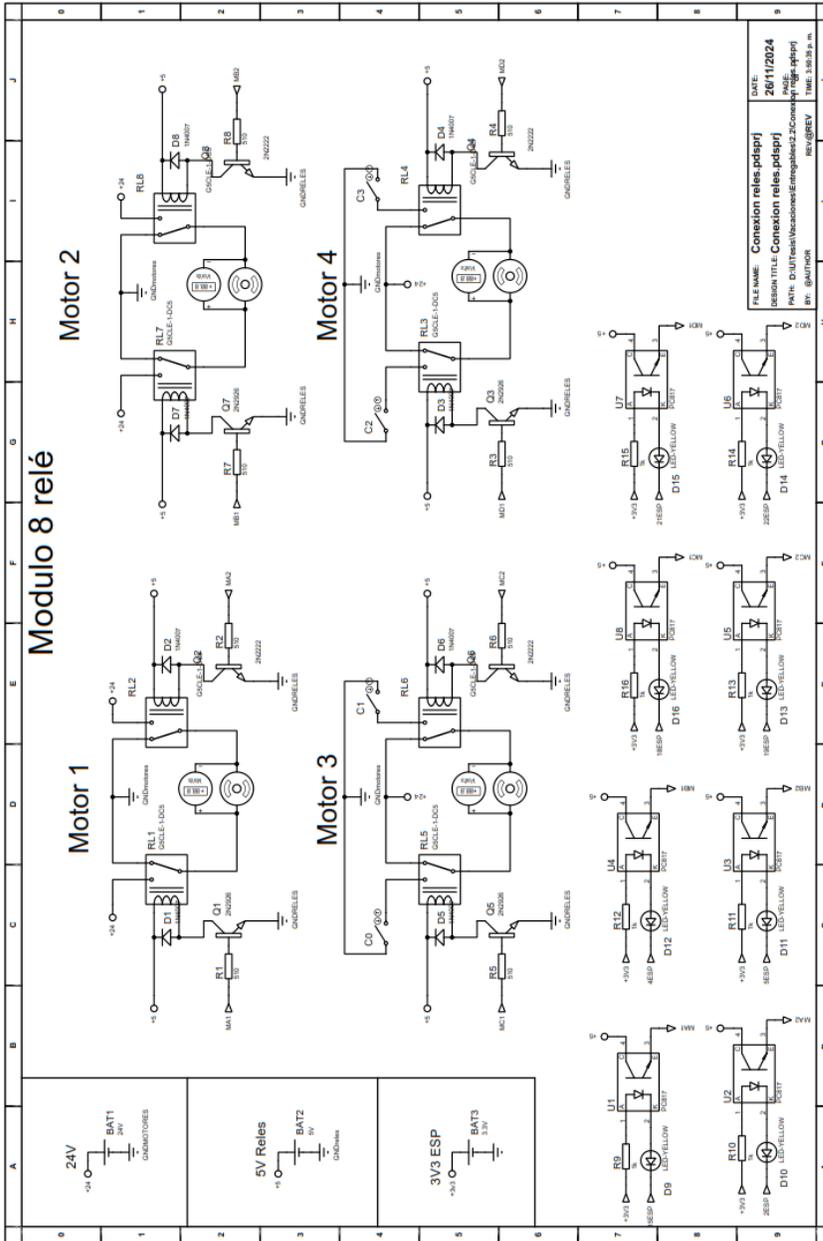
Universidad Mariana

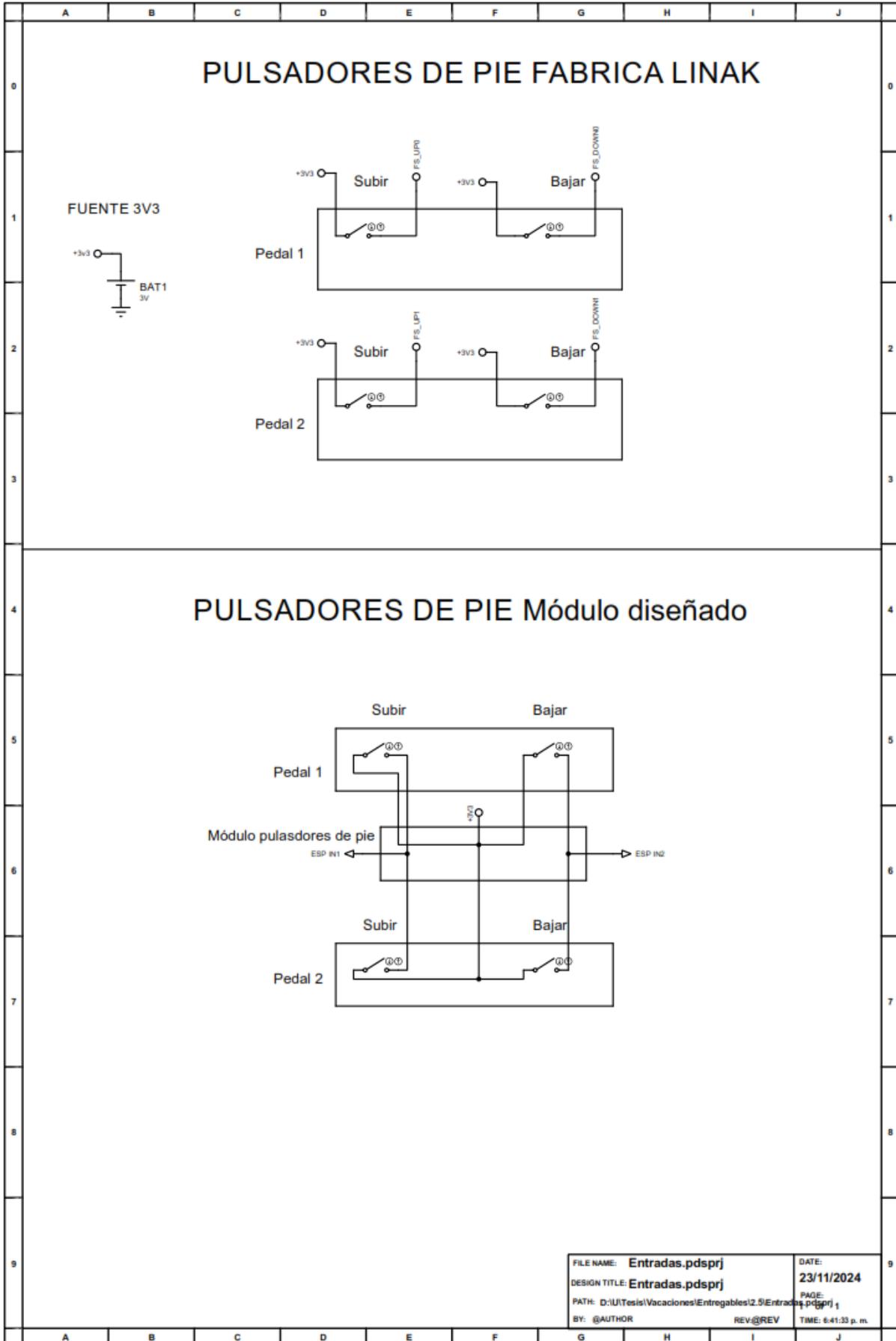
Dirección y Ciudad: Cra 24 9 33 - Pasto

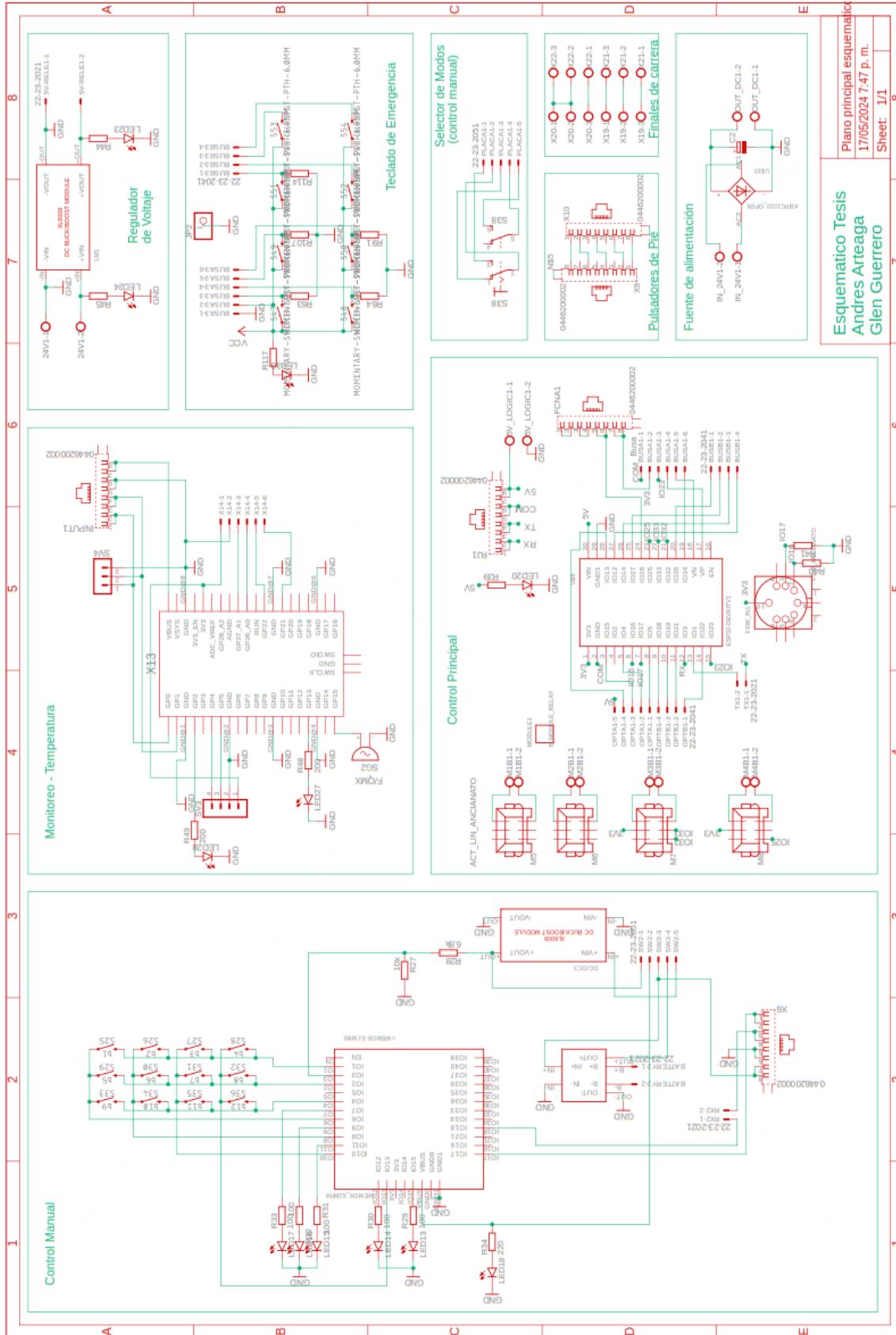
Teléfonos contacto: 315444 8624

Correo electrónico institucional: glenal.guerrero@umariana.edu.co

Anexo II. Planos electrónicos



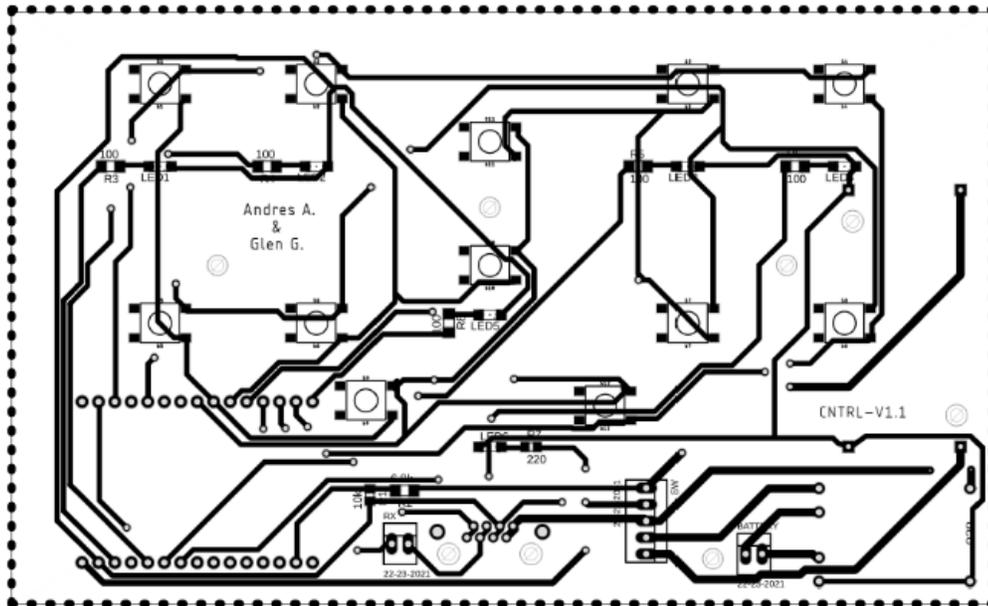




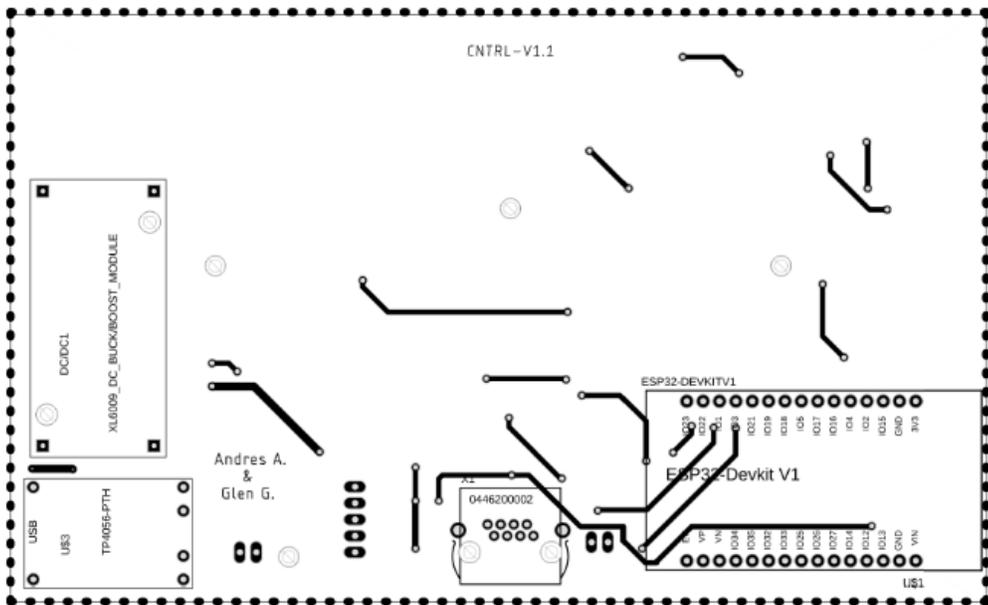
Esquemático Tesis
Andrés Arteaga
Glen Guerrero

Plano principal esquemático
17/05/2024 7:47 p. m.
Sheet: 1/1

Control Manual

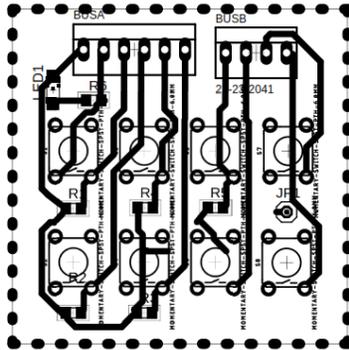


20/05/2024 10:45 a. m. f=1.50 C:\Users\andre\Desktop\Archivos\Vacaciones1 - PCB Control V2\control_V1.brd

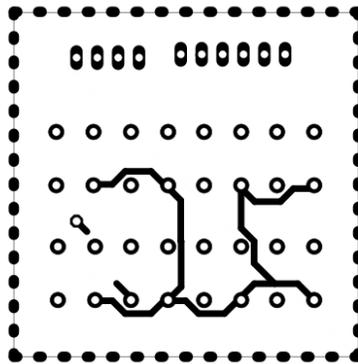


20/05/2024 10:46 a. m. f=1.50 mirrored C:\Users\andre\Desktop\Archivos\Vacaciones1 - PCB Control V2\control_V1.brd

Teclado emergencia

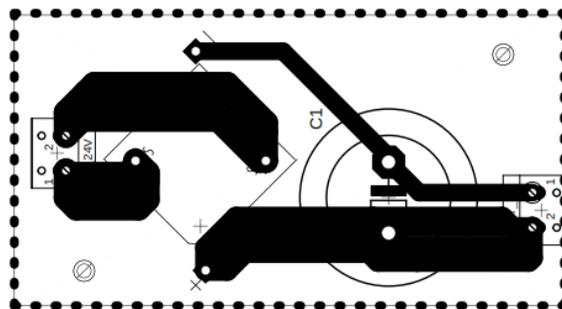


20/05/2024 10:54 a. m. f=3.00 C:\Users\andre\Desktop\Archivos\Vacaciones\6 - Teclado\emgTeclado1.brd



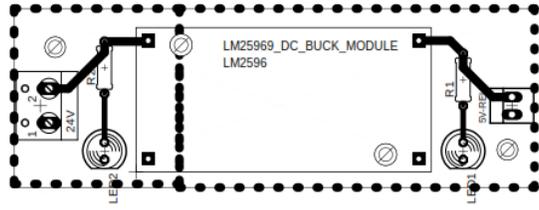
20/05/2024 10:55 a. m. f=3.00 mirrored C:\Users\andre\Desktop\Archivos\Vacaciones\6 - Teclado\emgTeclado1.brd

Fuente de alimentación



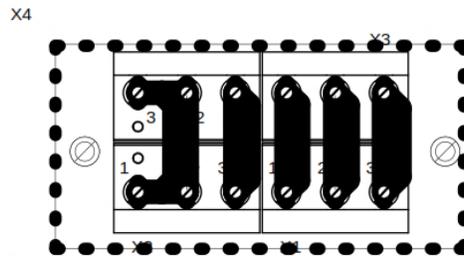
20/05/2024 10:56 a. m. f=2.00 C:\Users\andre\Desktop\Archivos\Vacaciones\7 - Fuente\fuente.brd

Regulador de voltaje



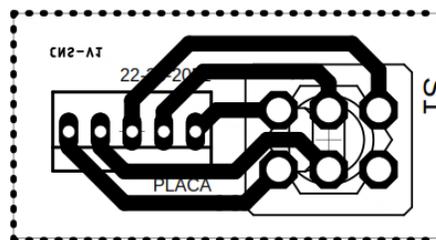
20/05/2024 10:57 a. m. f=2.00 C:\Users\andre\Desktop\Archivos\Vacaciones\8 - Regulador V1\Regulador V1.brd

Finales de carrera



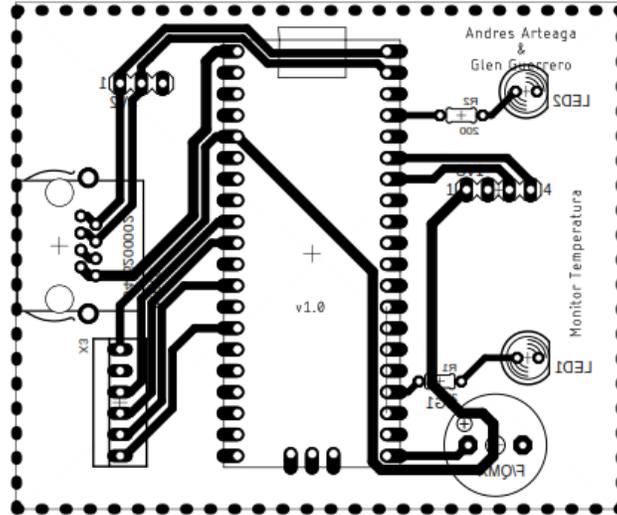
20/05/2024 10:57 a. m. f=3.00 C:\Users\andre\Desktop\Archivos\Vacaciones\9 - Finales de carrera\finales.brd

Selector de modo de conectividad



20/05/2024 10:47 a. m. f=4.00 C:\Users\andre\Desktop\Archivos\Vacaciones\2 - Switch control\sw_controller.brd

Sistema de monitoreo



20/05/2024 10:50 a. m. f=2.00 mirrored C:\Users\andre\Desktop\Archivos\Vacaciones\4 - Camara\camaraPCB.brd

Anexo IV. Video-guía de uso

<https://youtu.be/3YxzGVMgFHI>

Anexo V. Videos funcionamiento

<https://drive.google.com/drive/folders/177N8OSjj9PY7HHItDZf7vDawYVRh9z7B?usp=sharing>

Anexo VI. Manual de usuario



Control de articulaciones - Monitor de Temperatura

Fundación Amparo San José

Instrucciones de uso



Para solicitar soporte o asistencia técnica, contáctese al

Cel: 318 884 53 42

Wsp: 315 444 86 24

Ingeniería Mecatrónica - Universidad Mariana



Índice

Introducción, Intensión de uso

Uso previsto	1
Consejos de seguridad y precauciones	1
Seguridad eléctrica	2
Precauciones para el almacenamiento y transporte	3

Lista de Partes

Funcionamiento

Caja principal	3
Alimentación	3
Conexión motores	4
Conexión pulsadores de pie	4
Control manual, Monitor de temperatura y Perifericos	5
Conexión Finales de carrera	5
Funcionamiento Pulsadores de Pie	6
Funcionamiento Control Manual - Mando	6
Monitor de temperatura – Cámara termográfica	9

Limpieza y Desinfección

Mantenimiento Preventivo

Posibles averías y Soluciones

Control manual y Caja principal	12
Monitor de temperatura	12
Fuente de alimentación	12

Introducción, Intensión de uso

Este manual provee las instrucciones requeridas para la operación correcta de la camilla hospitalaria de la marca galileo, la cual por parte de los estudiantes de la Universidad Mariana del programa de Ingeniería Mecatrónica, Andres Arteaga y Glen Guerrero, con asesoría del Mg.Tito Manuel Piamba y co- asesoría del Mg.Edison Viveros, se ha diseñado e implementado una nueva electrónica encargada de la articulación de dicha camilla y la implementación de monitoreo de temperatura al paciente por medio de una cámara termográfica incluida.

El manual está diseñado para ayudarle a operar las Cama y todas sus funciones para brindar un completo cuidado al paciente. Léalo por completo antes de utilizar el equipo.

Uso previsto

Las camas hospitalarias son camas de altura y segmentos ajustables, diseñadas para cuidados agudos, para cuidados ambulatorios, para la atención general o para la atención de **pacientes adultos mayores** durante estancias hospitalarias prolongadas. El control de la cama ha sido diseñado teniendo en cuenta las diferentes necesidades del equipo médico y las ventajas para facilitar la utilización de materiales de monitorización y el cuidado de los pacientes en cuidados paliativos o crónicos

Consejos de seguridad y precauciones

Descripción de símbolos

Durante el documento encontrará diferentes gráficos y símbolos para un fácil entendimiento e interpretación de este mismo. Se recomienda especial cuidado en los dos (2) siguientes:

 **ADVERTENCIA:** Son situaciones o acciones que podrían afectar la integridad y seguridad del paciente o el usuario. El no seguir la instrucciones o regulaciones y omitir esta señal, podría resultar en consecuencias graves en el sistema o el paciente.

 **PRECAUCIÓN:** Señal de alguna recomendación o instrucción específica que previene ante todo cualquier procedimiento mal ejecutado o interpretado. Es esencial que la persona preste cuidado a las precauciones para evitar daños en el sistema o el paciente.

Prevención de riesgos

 **PRECAUCIÓN**

- Antes de ejecutar alguna función en la camilla, comprobar que ningún obstáculo como cables u objetos se encuentren debajo la cama o entre las articulaciones.
- Durante un función o movimiento de algún segmento de la camilla, estar pendiente y atento del paciente y que ninguna parte de su cuerpo pueda sufrir pellizcos o aplastamientos entre las articulaciones de la camilla.
- El personal asistencial cualificado deberá decidir las condiciones de uso de estas funciones y supervisar el proceso para la seguridad del paciente.

- Siempre desconectar la camilla cuando se realice algún mantenimiento, traslado o limpieza.
- Durante los traslados desconecte y enrolle el cable de alimentación en la camilla.
- Solamente el personal calificado puede dar soporte o mantenimiento al sistema de la camilla. Consulte estas instrucciones de uso y verifique posibles soluciones y maneras de dar mantenimiento preventivo.
- Si en algún momento llega a derramarse algún líquido sobre la camilla, motores o cerca al sistema electrónico, desconectar el cable de alimentación inmediatamente de la toma de la pared. Retire al paciente de la camilla y realice el secado respectivo de la camilla. Asegúrese que la camilla se encuentra libre de líquidos restantes ya que pueden producir cortocircuitos o daños graves sobre el sistema electrónico.
- Se recomienda mantenimiento preventivo al menos dos (2) veces al año para comprobar el estado de la camilla y predecir fallas futuras.

Seguridad eléctrica



La fuente de alimentación principal de la cama debe cumplir con un tomacorriente para carga total máxima de 10 A: 125 V, 60 Hz en Colombia. Algunas recomendaciones para su seguridad y la del paciente son:

- Desconecte la camilla antes de realizar cualquier traslado.
- Antes de trasladar la camilla, asegúrese que el cable de alimentación está desconectado y enrollado en ella.
- Sólo el personal calificado puede modificar o manipular las partes eléctricas.
- La limpieza o mantenimiento de realizarse siempre con la camilla desconectada.

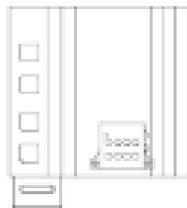
Precauciones para el almacenamiento y transporte

Si va a realizar traslados o transporte de un lugar a otro de la camilla, por seguridad se recomienda:

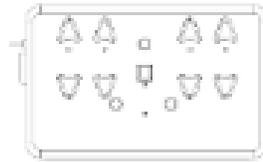
Durante un traslado	En Almacenamiento
- En altura baja - Desconectada - Cubierta y protegida	- En altura baja - Desconectada - Cubierta y protegida - Posición de freno

Lista de partes

Se hace entrega de los siguientes objetos instalados en la camilla:



1. Caja Principal (x1)



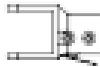
2. Control Manual (x1)



3. Pulsador de pie (x2)



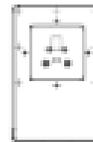
4. Final de carrera (x2)



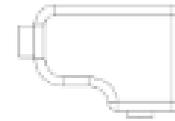
5. Final de carrera D1 (x1)



6. Final de carrera C1 (x1)



7. Monitor de Temperatura (x1)



8. Fuente de alimentación (x1)



10. Tubo flexible (x1)



11. Expansor RJ45 (x1)



12. Extensor Pulsadores de pie (x1)

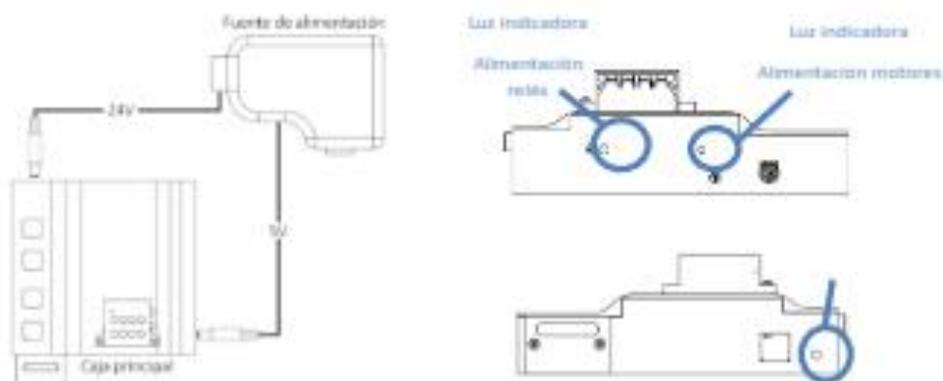
Funcionamiento

Caja principal

La caja principal es el sistema central encargado de la recepción de información del control manual, alimentación del monitor de temperatura y principalmente del funcionamiento de los motores o actuadores lineales para la articulación de la camilla.

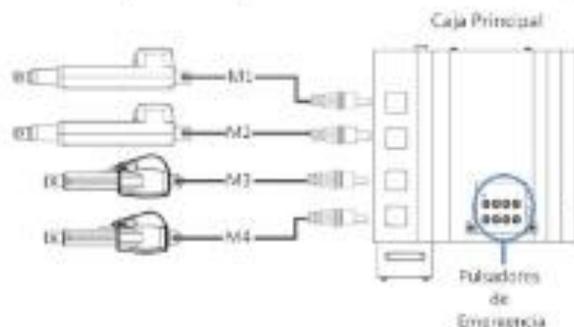
ALIMENTACIÓN

La caja principal deberá ser conectada a la fuente de alimentación. La fuente cuenta con dos cables de conexión los cuales corresponden a 5V y 24V. Estos deberán ser conectados y comprobar su estado de la siguiente manera:



CONEXIÓN MOTORES

La conexión de los cuatro (4) motores se hace de forma secuencial del primero al último; la caja principal tiene indicadores de M1, M2, M3 y M4 que corresponden a los cuatro actuadores respectivamente. En el cable de cada conector hay una etiqueta que indica el nombre del motor correspondiente y su conexión debe ser de la siguiente forma:

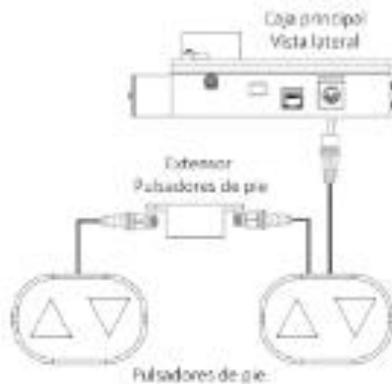


A demás la caja principal cuenta un módulo con botones de avance y retroceso para cada motor en caso de emergencia.

NOTA: El uso de estos pulsadores está enmarcado como CAUTIÓN, lo que hace referencia a ser usados con precaución solamente en casos de emergencia cuando el control manual falle.

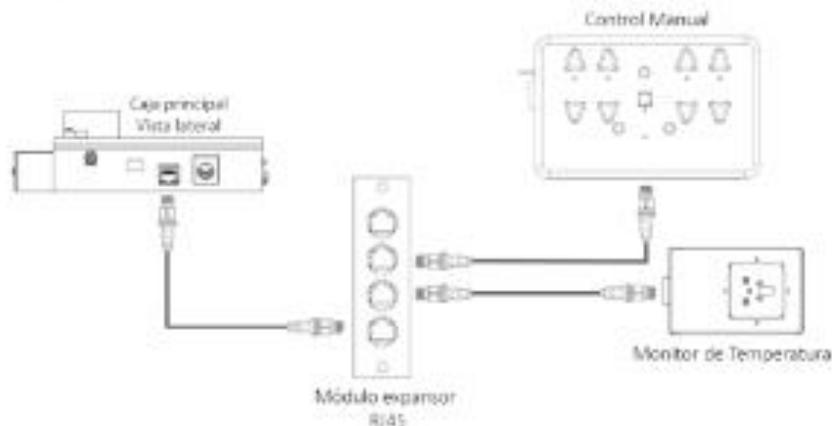
CONEXIÓN PULSADORES DE PIE

Para realizar la conexión de ambos pulsadores de pie que se encuentra en los lados laterales de la cama, deberá utilizar el módulo extensor para pulsadores de pie con puertos RJ45 o Ethernet; el uso de este módulo no es obligatorio si solo usará los pulsadores de pie de un lado de la camilla. La conexión de los pulsadores de pie a la caja principal se realiza por medio de un puerto ubicado en la parte lateral de la caja principal como se indica en la imagen.



CONTROL MANUAL, MONITOR DE TEMPERATURA Y PERIFERICOS

La caja principal cuenta con un (1) puerto RJ45 o ethernet; el control manual puede ser conectado directamente a este puerto, o en casos de conectar más periféricos como el monitor de temperatura, es necesario el uso de un puerto de expansión.

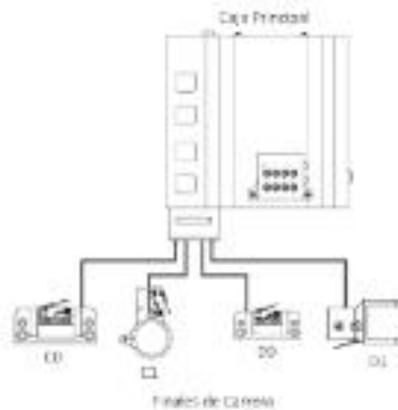


⚠ PRECAUCIÓN: Si desea conectar algún otro periférico, la instalación deberá ser realizada por el personal autorizado o por soporte técnico.

NOTA: Recuerde que si quiere conectar solamente el control, no será necesario el uso del módulo expansor.

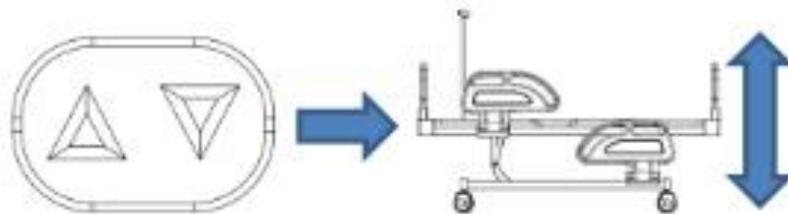
CONEXIÓN FINALES DE CARRERA

Para determinar la posición mínima y máxima de los actuadores lineales M3 y M4, o los motores encargados del segmento espalda y segmento piernas respectivamente, se implementa dos (2) finales de carrera para cada uno, uno de avance y otro de retroceso.



Funcionamiento Pulsadores de Pie

Los pulsadores de pie se encargan de la elevación general en la camilla, cada pulsador de pie cuenta con la opción de subir y bajar la camilla respectivamente.



Funcionamiento control manual - mando

Siga las siguientes instrucciones para una correcta manipulación del control principal encargado del movimiento de la camilla

Tenga en cuenta que el control cuenta con 2 modos de conexión para su funcionamiento, de manera directa (cableado) y de manera inalámbrica (wifi) que permitirán una mejor comunicación para el ajuste en las diferentes posturas.

1. Control Inalámbrico: Cuando sea necesario el uso de este modo, asegúrese de desconectar el cable de la parte inferior del control y luego gire el interruptor de manera que se vea alineado con el icono



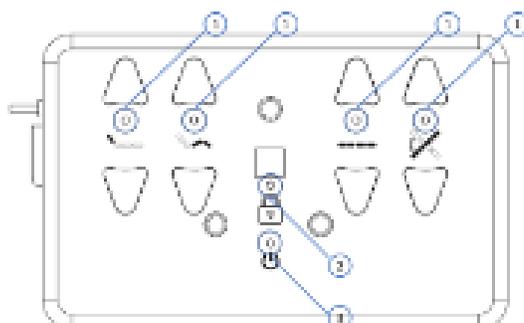
NOTA. El control cuenta con una batería recargable de Li Ion Lítio recargable, por lo tanto, no es necesario mantener conectado el control cuando utilice esta función.

2. **Conexión directa:** Este modo es el más recomendado para el posicionamiento de la cama, para su uso adecuado siempre gire primero el interruptor de manera que se vea alineado con el icono  y asegúrese de conectar el cable en el puerto de manera correcta en la parte inferior del control



NOTA. Este modo de conexión cargará automáticamente la batería incorporada en el control para su conexión inalámbrica.

El control cuenta con indicadores (led) que le permitirán verificar si el control está funcionando de manera óptima, estos se activan (encienden) cuando el control esté encendido o conectado y cuando el operario presiona alguno de los botones.



LED	Función
1	Movimiento en la camilla
2	Bloqueo de funciones
3	Encendido del control

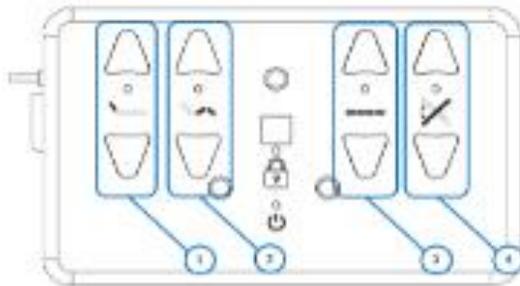
Recomendaciones para los bloqueos de las funciones

Al activar el botón de bloqueo de funciones, la luz mantendrá encendida y ningún botón u operación que el usuario presione funcionará hasta no ser desactivado nuevamente el botón.

Esta función impide todo movimiento de articulación en la camilla y puede ser usado por razones de seguridad, para el paciente. Conviene emplear las funciones de bloqueo al dispensar cuidados al paciente, al manipular la cama (p. e.): revisiones, traslados, mantenimiento), al dejar al paciente sin vigilancia y siempre que el personal asistencial considere que el paciente no se encuentra en medida de controlar por sí mismo los mandos de la cama de manera segura.

Movimientos y articulaciones

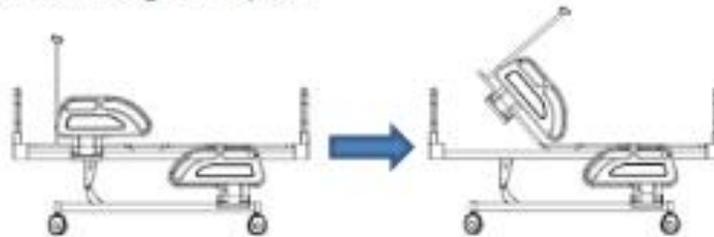
El control cuenta con 8 botones principales que se encargan de activar los movimientos en los diferentes segmentos de la camilla, por lo cual es importante tener en cuenta las siguientes instrucciones a la hora de manipular el control.



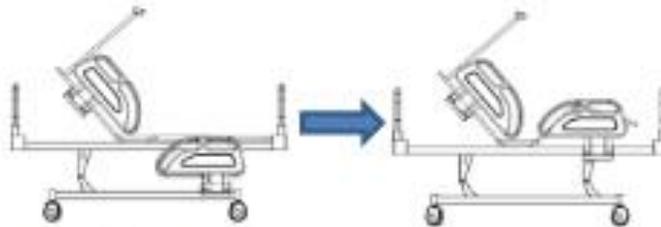
Botones	Función
1	Segmento espalda
2	Segmento piernas
3	Elevación general
4	Inclinación general

Nota. Cuando la camilla llegue a sus posiciones máximas o mínimas, su graduación se desactivará automáticamente.

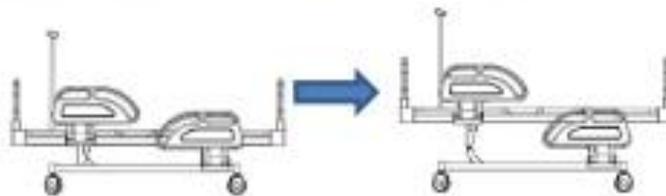
- **Segmento espalda:** Para la graduación de esta sección se debe tener en cuenta que el botón de la parte superior se encarga de aumentar la inclinación de esta zona hasta un máximo de 80° y el botón de la parte inferior disminuye la inclinación hasta el punto de inicio según se requiera.



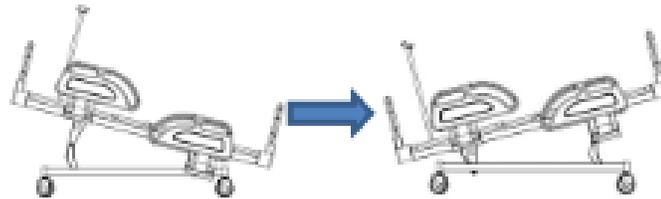
- **Segmento piernas:** Para la graduación de esta sección se debe tener en cuenta que el botón de la parte superior aumenta la inclinación de esta zona y el botón de la parte inferior se encarga de disminuir la inclinación hasta el punto de inicio según se requiera.



- **Elevación general:** Para la graduación de esta sección se debe tener en cuenta que el botón de la parte superior genera un incremento en la altura de la camilla y el botón de la parte inferior se encarga de disminuir la altura de camilla hasta el punto inicial.



- **Inclinación general:** Para la graduación de esta sección se debe tener en cuenta que el botón de la parte superior genera una inclinación para una posición de Trendelenburg y el botón de la parte inferior disminuye la inclinación de la camilla hasta su posición general.



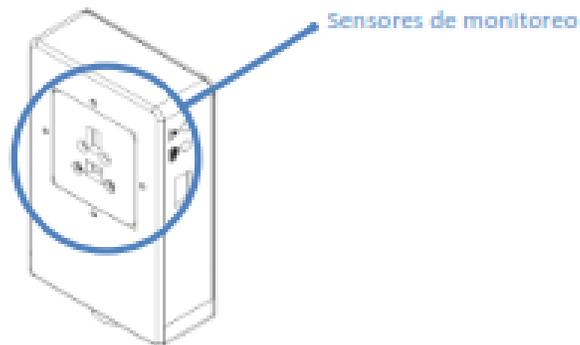
⚠ PRECAUCIÓN: Si se presentan fallas con aspectos relacionados con el control, póngase en contacto con el personal de soporte para la solución del problema.

Monitor de Temperatura - Cámara Termográfica

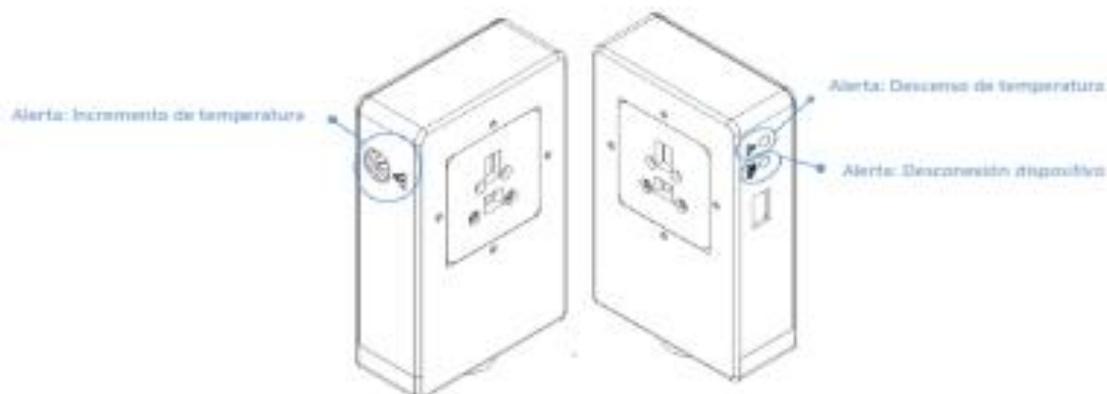
Siga las siguientes instrucciones para un adecuado entendimiento del dispositivo de monitoreo de temperatura que deberá ser ubicado perpendicularmente al paciente.

El dispositivo de monitoreo cuenta con una zona esencial que no debe ser obstruida para garantizar el monitoreo continuo del paciente. En estas zonas se encuentran los elementos (sensores) que hacen posible el monitoreo de temperatura y deberá permanecer de manera directa sobre el rostro del paciente y a una distancia que no afecte su comodidad.

Siga las siguientes precauciones para garantizar el transporte seguro de la cama y de sus accesorios al lugar de destino, así como unas perfectas condiciones de almacenamiento.



Este dispositivo también cuenta con alertas que se activarán de acuerdo al inconveniente que se presente. Tenga en cuenta que estas alertas que informarán al personal encargado del paciente que algo no está bien. Estos avisos se encuentran en 2 zonas diferentes y usted debe ser capaz de identificar cada una de ellas.



Es importante recordar que los elementos marcados con la etiqueta  indican que la temperatura del paciente presenta variaciones y debe ser atendido de inmediato. Cuando la temperatura del paciente exceda los 37.5°C se activará la alerta de **incremento de temperatura** la cual se manifiesta mediante un zumbido constante, Cuando la temperatura llegue a ser menor que 36.5°C se activará la alerta de **descenso de temperatura** la cual se manifiesta mediante un indicador (led) de color rojo.

El elemento marcado con la etiqueta  indica la **desconexión dispositivo** que indica que uno o ambos sensores fueron comprometidos y el equipo necesita ser revisado por el personal de soporte.

NOTA. Si el indicador (led) de color amarillo comienza a parpadear póngase en contacto con el personal de soporte de la camilla para dar solución al problema.

 **ADVERTENCIA:** El dispositivo cuenta con un acceso al puerto de programación del microcontrolador, por favor absténgase de conectar cualquier otro dispositivo en este.

Posicionamiento de dispositivo monitor de temperatura

La camilla cuenta con un brazo articulado en el cual estará posicionado el dispositivo de monitoreo de temperatura, su labor es asegurarse de que la parte que contiene los sensores enfoque directamente sobre el rostro del paciente.



Limpieza y desinfección

- Asegúrese que la cama esté en posición de freno.
- La camilla debe estar siempre desconectada.
- No limpie o desinfecte nunca la camilla con manguera o agua abundante.
- Se recomienda la limpieza con un paño humedecido.
- Antes de volver a utilizar la camilla, asegúrese que se encuentre totalmente seca y libre líquidos.

⚠ ADVERTENCIA: El no hacer caso a estos consejos puede ocasionar graves daños en la camilla y afectar en la vida útil de esta y poner en riesgo la salud del paciente.

Mantenimiento Preventivo

⚠ ADVERTENCIA: Solamente el personal calificado puede dar soporte o mantenimiento al sistema de la camilla. Consulte estas instrucciones de uso y verifique posibles soluciones y maneras de dar mantenimiento preventivo.

Se recomienda realizar mantenimiento preventivo al menos dos (2) veces al año para comprobar el estado de la camilla y predecir fallas futuras. Una buena práctica en mantenimiento preventivo asegurará una prolongada vida útil de la camilla y su sistema electrónico y así evitar periodos de tiempo de no uso lo que podría ser contraproducente para las terapias del paciente.

Se recomienda realizar inspección preventiva de:

- Mecanismos y articulaciones encargadas de los diferentes movimientos de la camilla.
- Finales de carrera (Sección piernas, Sección espalda)
- Inspección del estado de los actuadores lineales o motores.
- El correcto estado de los cables eléctricos, esto incluye que no haya cortes o aplastamientos o contactos con alguna parte metálica de la camilla.
- Estado de los relés de la caja principal.
- Se recomienda comprobar el estado de las Barandillas.
- Monitor de temperatura
- Botones control manual

El mantenimiento regular de la camilla puede ser también provisto por el personal de soporte cuando lo consideren apropiado. C

Posibles averías y Soluciones

Control manual y Caja principal

- Si el indicador de encendido funciona y al presionar alguna función de articulación los bombillos o leds indicadores no iluminan, verificar si el botón de bloqueo no esté activado. En caso de estar desactivado y el control no responda, contactarse con soporte.
- Si en el modo inalámbrico el control no enciende, la batería puede haberse dañado o desconectado. Utilizar el control en conexión directa por cable y contactar con soporte.
- Si el espaldar no retrocede y el control indica que se están accionado las funciones correctamente, verificar la conexión del final de carrera C0.
- Si el espaldar no avanza y el control indica que se están accionado las funciones correctamente, verificar la conexión del final de carrera C1.
- Si el segmento de las piernas no retrocede y el control indica que se están accionado las funciones correctamente, verificar la conexión del final de carrera D0.
- Si el segmento de las piernas no avanza y el control indica que se están accionado las funciones correctamente, verificar la conexión del final de carrera D1.
- En caso que la altura general de la camilla se active por sí sola, revisar la conexión de los pulsadores de pie. Si el conector está bien posicionado y el problema persiste, contactar con soporte.
- Si al accionar alguna acción, el relé no hace contacto con el motor, verifique el estado del final de carrera o posiblemente requiera cambio de relé en la placa o caja principal para ese motor

Monitor de Temperatura

- Si el indicador (led) de color amarillo comienza a parpadear, la cámara termográfica o el sensor de distancia se ha desconectado. Póngase en contacto con el personal de soporte de la camilla para dar solución al problema.

Fuente de alimentación

- Si los motores no se accionan, verificar si el indicador (led) de color rojo está encendido. En caso de estar apagado, los motores no están recibiendo alimentación. Contactar con soporte.
- Si los motores no se accionan, verificar si el indicador (led) de color azul está encendido. En caso de estar apagado, los relés no están recibiendo corriente de activación desde la fuente de alimentación. Contactar con soporte.
- Si los motores no se accionan, verificar si el indicador (led) de color verde está encendido. En caso de estar apagado, el procesador del sistema principal no está recibiendo corriente. Contactar con soporte.

Apéndice

La entrega de esta guía de o instrucciones de uso es en base al proyecto de grado titulado "Diseño de un Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos de una camilla hospitalaria para el cuidado de pacientes paliativos en la Fundación Amparo San José de Pasto." Realizado por los estudiantes Ingeniería Mecatrónica, Andres Arteaga y Glen Guerrero, con asesoría del Mg.Tito Manuel Plamba y co- asesoría del Mg.Edison Viveros por parte de la Universidad Mariana.

Contactos al:

Cel: 318 884 53 42

Wsp: 315 444 86 24

Ingeniería Mecatrónica

Universidad Mariana

Anexo VII. Resultados documento encuesta

11/11/24, 19:35

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

La siguiente encuesta tiene el fin de medir la importancia del uso de la camilla hospitalaria ubicada en los cubículos de la unidad de Paciente Crónico

1. Nombre

Danitza yepez

2. ¿Cuál es su ocupación laboral y cuál es su función?

Auxiliar de enfermería

3. ¿Cuántos pacientes usan actualmente la camilla?

1

4. ¿Cómo eran los cuidados del paciente antes de la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Difícil manejo

5. ¿Qué beneficios brinda al Paciente la articulación de la camilla?

Mejor posición y manejo

6. ¿Por qué es importante y que beneficios brinda la constante supervisión del estado de salud del paciente en cuidados paliativos?

Mantener en buen estado al paciente y posibles upps

7. ¿Cómo califica la importancia del uso de la camilla en la zona de paciente crónico? ¿Por qué?

10 porque son pacientes de mayor cuidado

8. ¿Qué ventajas adquiere el encargado de los cuidados del paciente al hacer uso del sistema implementado?

Minimizar la fuerza

9. ¿Cómo son ahora los cuidados del paciente con la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Bueno

10 ¿En un tiempo estimado de un año, es posible determinar la cantidad de pacientes que harán uso de la camilla??

No

11. ¿Qué impacto cree usted que genera este proyecto en el paciente y a la fundación ahora y en el futuro?

Mejor la calidad de vida de los usuarios

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

La siguiente encuesta tiene el fin de medir la importancia del uso de la camilla hospitalaria ubicada en los cubículos de la unidad de Paciente Crónico

1. Nombre

Nathaly Martinez

2. ¿Cuál es su ocupación laboral y cuál es su función?

Auxiliar de enfermería

3. ¿Cuántos pacientes usan actualmente la camilla?

1

4. ¿Cómo eran los cuidados del paciente antes de la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Difícil manejo

5. ¿Qué beneficios brinda al Paciente la articulación de la camilla?

Que el paciente mantenga buenas posiciones

6. ¿Por qué es importante y que beneficios brinda la constante supervisión del estado de salud del paciente en cuidados paliativos?

Para mejorar la calidad de vida

7. ¿Cómo califica la importancia del uso de la camilla en la zona de paciente crónico? ¿Por qué?

Muy buena

8. ¿Qué ventajas adquiere el encargado de los cuidados del paciente al hacer uso del sistema implementado?

Por que no se hace fuerza

9. ¿Cómo son ahora los cuidados del paciente con la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Muy bueno

10 ¿En un tiempo estimado de un año, es posible determinar la cantidad de pacientes que harán uso de la camilla??

No

11. ¿Qué impacto cree usted que genera este proyecto en el paciente y a la fundación ahora y en el futuro?

Mejorar la calidad de vida de los pacientes

Google Formularios

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

La siguiente encuesta tiene el fin de medir la importancia del uso de la camilla hospitalaria ubicada en los cubículos de la unidad de Paciente Crónico

1. Nombre

Camila Fernanda paz Zambrano

2. ¿Cuál es su ocupación laboral y cuál es su función?

Auxiliar de enfermería

3. ¿Cuántos pacientes usan actualmente la camilla?

1

4. ¿Cómo eran los cuidados del paciente antes de la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

5. ¿Qué beneficios brinda al Paciente la articulación de la camilla?

Un excelente beneficio ya que se puede movilizar y estar más cómodo según su estado de salud

6. ¿Por qué es importante y que beneficios brinda la constante supervisión del estado de salud del paciente en cuidados paliativos?

Estar pendiente de la evolución brindando atención de calidad

7. ¿Cómo califica la importancia del uso de la camilla en la zona de paciente crónico? ¿Por qué?

Bueno ya que. También nos ayuda no cargar peso

8. ¿Qué ventajas adquiere el encargado de los cuidados del paciente al hacer uso del sistema implementado?

Cuidar nuestro cuerpo ya que es por medio electrónico sin hacer esfuerzo

9. ¿Cómo son ahora los cuidados del paciente con la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Mejor

10. ¿En un tiempo estimado de un año, es posible determinar la cantidad de pacientes que harán uso de la camilla??

No

11. ¿Qué impacto cree usted que genera este proyecto en el paciente y a la fundación ahora y en el futuro?

Muy bueno ya que ayuda tanto al personal de la fundación como a los pacientes

Google Formularios

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

La siguiente encuesta tiene el fin de medir la importancia del uso de la camilla hospitalaria ubicada en los cubículos de la unidad de Paciente Crónico

1. Nombre

Yully Mary Rodriguez Toro

2. ¿Cuál es su ocupación laboral y cuál es su función?

Auxiliar de Enfermeria

3. ¿Cuántos pacientes usan actualmente la camilla?

1

4. ¿Cómo eran los cuidados del paciente antes de la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Se necesitaba más esfuerzo

5. ¿Qué beneficios brinda al Paciente la articulación de la camilla?

Mejor comodidad más movimiento

6. ¿Por qué es importante y que beneficios brinda la constante supervisión del estado de salud del paciente en cuidados paliativos?

Por que del cuidado nuestro depende en gran parte el bienestar del paciente.

7. ¿Cómo califica la importancia del uso de la camilla en la zona de paciente crónico? ¿Por qué?

Excelente, porque es de mucha ayuda.

8. ¿Qué ventajas adquiere el encargado de los cuidados del paciente al hacer uso del sistema implementado?

Tener mejor higiene postural

9. ¿Cómo son ahora los cuidados del paciente con la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Son de mejor calidad.

10 ¿En un tiempo estimado de un año, es posible determinar la cantidad de pacientes que harán uso de la camilla??

No porque nuestros pacientes son de permanencia

11. ¿Qué impacto cree usted que genera este proyecto en el paciente y a la fundación ahora y en el futuro?

Positivo porque mejora tanto para los pacientes, como para el personal asistencial.

Google Formularios

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

La siguiente encuesta tiene el fin de medir la importancia del uso de la camilla hospitalaria ubicada en los cubículos de la unidad de Paciente Crónico

1. Nombre

Jennifer Alejandra Guatusmal

2. ¿Cuál es su ocupación laboral y cuál es su función?

Auxiliar de enfermería

3. ¿Cuántos pacientes usan actualmente la camilla?

1

4. ¿Cómo eran los cuidados del paciente antes de la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Un paciente con úlceras por presión que requiere cambios de posición y que es de difícil manejo

5. ¿Qué beneficios brinda al Paciente la articulación de la camilla?

Mejora su posición y la temperatura

6. ¿Por qué es importante y que beneficios brinda la constante supervisión del estado de salud del paciente en cuidados paliativos?

Es importante ya que los pacientes de cuidado paliativos requieren más cuidados

7. ¿Cómo califica la importancia del uso de la camilla en la zona de paciente crónico? ¿Por qué?

Muy bueno ya que mejora las condiciones del paciente y se nos facilita mucho en cuanto a los cambios de posición del paciente

8. ¿Qué ventajas adquiere el encargado de los cuidados del paciente al hacer uso del sistema implementado?

Las ventajas serían que nosotros como cuidadores no realizaríamos tantos esfuerzos de peso que puedan causar lesiones

9. ¿Cómo son ahora los cuidados del paciente con la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Son más fáciles

10. ¿En un tiempo estimado de un año, es posible determinar la cantidad de pacientes que harán uso de la camilla??

Probablemente entre 2 o 3 pacientes

11. ¿Qué impacto cree usted que genera este proyecto en el paciente y a la fundación ahora y en el futuro?

En qué le da mejor calidad de vida al paciente

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

La siguiente encuesta tiene el fin de medir la importancia del uso de la camilla hospitalaria ubicada en los cubículos de la unidad de Paciente Crónico

1. Nombre

Jessica Paola Acosta Muñoz

2. ¿Cuál es su ocupación laboral y cuál es su función?

Enfermera

3. ¿Cuántos pacientes usan actualmente la camilla?

4

4. ¿Cómo eran los cuidados del paciente antes de la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Movimientos realizados por el personal

5. ¿Qué beneficios brinda al Paciente la articulación de la camilla?

Comodidad , calidad de vida

6. ¿Por qué es importante y que beneficios brinda la constante supervisión del estado de salud del paciente en cuidados paliativos?

Para actuar de manera inmediata , y dar respuesta de las mismas manera ante cualquier situación relacionada con estado de salud.

7. ¿Cómo califica la importancia del uso de la camilla en la zona de paciente crónico? ¿Por qué?

Muy bueno, adecuado

8. ¿Qué ventajas adquiere el encargado de los cuidados del paciente al hacer uso del sistema implementado?

Disminuir el riesgo de lesión, facilidad para los movimientos de los pacientes

9. ¿Cómo son ahora los cuidados del paciente con la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Con mayor facilidad , agilidad y mejor riesgo de lesión

10 ¿En un tiempo estimado de un año, es posible determinar la cantidad de pacientes que harán uso de la camilla??

3

11. ¿Qué impacto cree usted que genera este proyecto en el paciente y a la fundación ahora y en el futuro?

Un gran impacto es un sistema que mejora la calidad de vida del paciente postrado , además se disminuye el riesgo de lesión para nuestro personal asistencia

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

La siguiente encuesta tiene el fin de medir la importancia del uso de la camilla hospitalaria ubicada en los cubículos de la unidad de Paciente Crónico

1. Nombre

Patricia Guerrero

2. ¿Cuál es su ocupación laboral y cuál es su función?

Auxiliar de enfermería

3. ¿Cuántos pacientes usan actualmente la camilla?

1

4. ¿Cómo eran los cuidados del paciente antes de la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Cuidados básicos

5. ¿Qué beneficios brinda al Paciente la articulación de la camilla?

Facilidad de movimiento en cambios de posición

6. ¿Por qué es importante y que beneficios brinda la constante supervisión del estado de salud del paciente en cuidados paliativos?

Ayuda a estar más cómodo el paciente y como auxiliares brinda apoyo por postura corporal

7. ¿Cómo califica la importancia del uso de la camilla en la zona de paciente crónico? ¿Por qué?

Excelente, ayuda al paciente a su estado de confort

8. ¿Qué ventajas adquiere el encargado de los cuidados del paciente al hacer uso del sistema implementado?

No se realiza fuerza mejora nuestra salud

9. ¿Cómo son ahora los cuidados del paciente con la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Mucho mejores

10. ¿En un tiempo estimado de un año, es posible determinar la cantidad de pacientes que harán uso de la camilla??

No

11. ¿Qué impacto cree usted que genera este proyecto en el paciente y a la fundación ahora y en el futuro?

Está actualizado

Google Formularios

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

La siguiente encuesta tiene el fin de medir la importancia del uso de la camilla hospitalaria ubicada en los cubículos de la unidad de Paciente Crónico

1. Nombre

Vanessa Estefania ortega

2. ¿Cuál es su ocupación laboral y cuál es su función?

Auxiliar de enfermeria

3. ¿Cuántos pacientes usan actualmente la camilla?

4

4. ¿Cómo eran los cuidados del paciente antes de la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Habia que colocar aditamentos para lograr cambiar d posiciones

5. ¿Qué beneficios brinda al Paciente la articulación de la camilla?

Mas comodidad para el usuario, mas facilidad para manejo de el

6. ¿Por qué es importante y que beneficios brinda la constante supervisión del estado de salud del paciente en cuidados paliativos?

Para implementar medidas para mejoras en su calidad de vida de acuerdo a su condicion

7. ¿Cómo califica la importancia del uso de la camilla en la zona de paciente crónico? ¿Por qué?

Muy importante debido a que la mayoría son pctes dependientes

8. ¿Qué ventajas adquiere el encargado de los cuidados del paciente al hacer uso del sistema implementado?

Disminuir carga, tiempo en cambios de posiciones

9. ¿Cómo son ahora los cuidados del paciente con la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Son un tanto mas faciles

10 ¿En un tiempo estimado de un año, es posible determinar la cantidad de pacientes que harán uso de la camilla??

No

11. ¿Qué impacto cree usted que genera este proyecto en el paciente y a la fundación ahora y en el futuro?

Muy importante debido a que en la fundacion debido a sus patologias tiende a tener mayor deterioro y esta camilla nos facilita un poco el trabajo

Google Formularios

Camilla Paciente Crónico - Sistema de monitoreo de temperatura y control de movimientos

La siguiente encuesta tiene el fin de medir la importancia del uso de la camilla hospitalaria ubicada en los cubículos de la unidad de Paciente Crónico

1. Nombre

Jennifer Alejandra Guatusmal

2. ¿Cuál es su ocupación laboral y cuál es su función?

Auxiliar de enfermería

3. ¿Cuántos pacientes usan actualmente la camilla?

1

4. ¿Cómo eran los cuidados del paciente antes de la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

De difícil manejo

5. ¿Qué beneficios brinda al Paciente la articulación de la camilla?

Mejora el manejo y disminuye las úlceras por presión

6. ¿Por qué es importante y que beneficios brinda la constante supervisión del estado de salud del paciente en cuidados paliativos?

Para evitar laceraciones y úlceras

7. ¿Cómo califica la importancia del uso de la camilla en la zona de paciente crónico? ¿Por qué?

Es importante porque ayuda no solo a mejorar el manejo del paciente sino también a las personas a cargo ya que facilita lo que es la mecánica corporal

8. ¿Qué ventajas adquiere el encargado de los cuidados del paciente al hacer uso del sistema implementado?

Mejora su mecánica corporal

9. ¿Cómo son ahora los cuidados del paciente con la implementación del sistema electrónico y de monitoreo en la camilla?

Le dan mejor calidad de vida al paciente

10 ¿En un tiempo estimado de un año, es posible determinar la cantidad de pacientes que harán uso de la camilla??

Entre 2 a 3

11. ¿Qué impacto cree usted que genera este proyecto en el paciente y a la fundación ahora y en el futuro?

En el mejoramiento de su calidad de vida y que en el futuro la fundación pueda incrementar estas herramientas para la mayoría de pacientes