

Ingeniería Electrónica – Año 2024

Angelillo, Mario

Leguina, Ángel

Proyecto Final:

“Diseño y Desarrollo de un Exoesqueleto Pediátrico para Niños con Atrofia Muscular Espinal incorporando Monitoreo Biométrico Mediante IoT”

Proyecto de Investigación y Desarrollo propuesto por el departamento de Ingeniería Electrónica - Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Tucumán.

ANEXO I

GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE PROYECTO FINAL



ANEXO I - DISPOSICIÓN N° 01/2015 DEL CONSEJO DEPARTAMENTAL DE ELECTRÓNICA

GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE PROYECTO FINAL

- Para presentar la Propuesta de Proyecto Final se deberá utilizar una versión de Word 2003 o superior, letra Arial 12 y 1,5 de interlineado.
- La presentación deberá contar con dos (2) copias impresas completa en todas sus partes con las correspondientes firmas de los estudiantes y tutor docente, profesor de la asignatura y dirección del departamento, con una copia en soporte digital.

1.- Nombre del Proyecto (límite de 150 caracteres incluyendo espacios):

“Diseño y Desarrollo de un Exoesqueleto Pediátrico para Niños con Atrofia Muscular Espinal (AME) incorporando Monitoreo Biométrico Mediante IoT”

2.- Nombre del Estudiante de Proyecto Final

Es un estudiante por Proyecto Final y podrán ser hasta dos estudiantes por proyecto cuando la originalidad y/o complejidad del proyecto así lo justifique:

- **Angelillo, Mario**
- **Leguina, Ángel**

3.- Requisitos

Podrán realizar el Proyecto Final los estudiantes regulares de la materia, según el régimen de correlativas del Plan de Estudios vigente de la carrera.

Estudiantes Regulares de la materia.

4.- Datos de Docentes de la Cátedra (nombres y cargo):

- **Profesor de Proyecto Final: Ing. Egea, RubenDario**
- **Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Lauxmann, Claudio Hernán**



5.- Datos del Tutor Docente.

Pueden ser tutores docentes: Ayudante de Trabajos Prácticos, Jefe de Trabajos Prácticos y Profesores del Ciclo Disciplinar de la carrera. La participación de los tutores docentes como guía de los estudiantes en la realización del Proyecto Final, permitirá una correcta orientación y finalización del proyecto de fin de carrera en beneficio de los estudiantes.

El ser tutor de proyecto final, es referencia válida al momento de participar en la categorización como investigadores en el ítem Dirección de Recursos Humanos y/o Dirección de Proyectos, así como en los procesos de acreditación de carrera.

- **Tutor docente: A DEFINIR**

6.- El Tutor Docente podrá ejercer sus funciones hasta en dos (2) proyectos finales simultáneamente.

- **Tutor docente: A DEFINIR**

7.- Lugar de trabajo

Nombre del Laboratorio de la Carrera donde se realizará el proyecto:

Los lugares donde se realizarán las pruebas y los ensayos del proyecto son:

- **Laboratorio de Sistemas Digitales.**
- **Laboratorio de Sistema de Control Biomédico.**

8.- Tipos de Proyectos

Los diferentes tipos de proyectos son: a) Diseño, construcción y prueba de un dispositivo electrónico incluido el firmware correspondiente; b) Diseño, construcción y prueba de un sistema electrónico incluido el firmware y software según lo demanden las aplicaciones de cierta complejidad; c) El diseño de un sistema informático que incluya mediciones, controles y actuaciones remotas de dispositivos electrónicos; d) El diseño y modelización de un sistema electrónico que solucione problemas novedosos; e) Desarrollo de un software para procesamiento de señales e imágenes; f) Diseño de aplicaciones con FPGA en sistemas abiertos y de DSP. Para mayor información ver ANEXO V del presente Reglamento.



Este proyecto está contenido en el tipo d): El diseño y modelización de un sistema electrónico que solucione problemas novedosos incluido el firmware y software para el sensado de datos del Dispositivo MVP del Exoesqueleto Pediátrico para Niños con Atrofia Muscular Espinal (AME) incorporando Monitoreo Biométrico a Través del Internet de las Cosas (IoT), mediante la creación de un Web Server Privado con acceso remoto.

Un listado orientativo relacionado con las aplicaciones, son las áreas de conocimientos siguientes: comunicación, control, potencia, instrumentación de control, robótica, industrial, educativa, drones, bioelectrónica, nanotecnología, combinaciones congruentes de áreas y otros tipos de áreas a elección:

Las áreas contenidas son, Digitales, Mediciones Electrónicas, Sistema de Control Aplicado, Comunicación, Bioelectrónica, Electrónica Aplicada, Industrial, Salud y bienestar.

9.- Alcances del Proyecto

Según las características específicas, el tema seleccionado para el Proyecto Final debe tener un cierto grado de originalidad, mediante el desarrollo de aplicaciones novedosas y/o que resalten la creatividad puesta de manifiesto en: la metodología, aportes a nuevas tecnologías, mejoras a tecnologías existentes, en nuevos diseños, en procedimiento de pruebas y ensayos u otros aportes que signifiquen alguna contribución al área disciplinar al cual corresponda el proyecto. Esto incluye a dispositivos electrónicos, sistemas electrónicos, firmware y software que resuelvan problemas complejos de ingeniería, e incluye el diseño, simulación, construcción de un prototipo funcional, el diseño de un circuito integrado VLSI o la optimización de uno existente mediante FPGA.

La Atrofia Muscular Espinal (AME) es una enfermedad degenerativa que afecta las células nerviosas motoras de la médula espinal, limitando la movilidad y la calidad de vida de los niños que la padecen. Para brindarles una mejor vida, se propone un exoesqueleto pediátrico con monitoreo biométrico multiparamétrico IoT.

Este dispositivo combina robótica, ingeniería biomédica, electrónica e IoT para:



- Permitir que los niños caminen y mejoren su movilidad.
- Fortalecer sus músculos y prevenir la atrofia muscular.
- Mejorar su función cardiorrespiratoria.

El sistema de monitoreo:

- Monitoriza en tiempo real sus signos vitales.
- Alerta al personal médico en caso de anomalías.
- Brinda información valiosa para el seguimiento médico y la toma de decisiones.

El exoesqueleto estará diseñado específicamente para las necesidades de los niños con AME, utilizando materiales ligeros y resistentes que se adapten a su crecimiento.

Este proyecto innovador tiene el potencial de:

- Brindar a los niños con AME una mayor independencia y una mejor calidad de vida.
- Ayudar a prevenir la atrofia muscular y mejorar la función cardiorrespiratoria.
- Facilitar el seguimiento médico y la toma de decisiones.
- Contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías para la rehabilitación de niños con AME.

El exoesqueleto pediátrico con monitoreo biométrico multiparamétrico IoT es un paso importante hacia un futuro mejor para la calidad de vida en los niños con AME, ofreciéndoles la esperanza de una vida más independiente y plena.

10.- Tipo de Actividades a Realizar.

Se consideran como mínimo de tres partes. **Una primera parte** orientada a la formulación y evaluación económica y financiera, del proyecto final a desarrollar. **La segunda parte** corresponde a la **materialización del proyecto, diseño, construcción, prueba y puesta**



en marcha de equipos electrónicos, dispositivos electrónicos y sistemas electrónicos; desarrollo de nuevos procesos y servicios o la mejora sustancial de los ya existentes; producción de nuevas tecnologías electrónicas. Todas las actividades deben tener un adecuado grado de originalidad según el Punto 9) anterior. **La tercera parte** está en relación con el análisis de los resultados obtenidos y conclusiones. Las dos primeras partes se pueden intercambiar, dependiendo de las características particulares del Proyecto Final a realizar.

11.- Interdisciplinariedad.

Cuando intervienen distintas especialidades de ingeniería o áreas de conocimientos según Punto 8) anterior:

El proyecto tiene interdisciplinariedad con:

- **Electrónica.**
- **Informática.**
- **Bioelectrónica.**
- **Biomédica.**
- **Seguridad e Higiene.**

12.- Investigación

Dentro de la temática seleccionada para desarrollar el Proyecto Final, se podrá incluir desarrollos de dispositivos electrónicos o parte de los mismos, en el marco de proyectos de investigación de la carrera. Para esto se requiere la aprobación por la dirección del proyecto de investigación, contando el/los alumnos con los recursos propios de cada proyecto de investigación y la función de tutoría estarán a cargo de docentes de la carrera que participan de la investigación.

13.- Tecnología

Cualquiera sea la naturaleza del proyecto final, se deberá utilizar componentes y/o dispositivos electrónicos, con tecnología actualizada según el estado del arte relacionada con cada aplicación. La programación a nivel de firmware y software según corresponda



deberá tener correspondencia con el problema de ingeniería a solucionar y con las tecnologías de diferentes elementos utilizados.

Diseño de un ASIC propio con un chip SOC WI FI que contiene básicamente:

- **Wi Fi Integrado**
- **RTOS Integrado**
- **Microcontrolador de 32 bits Low Energy**

Herramientas de programación:

- **PROTEUS Profesional, programa de diseño y simulación de esquemas electrónicos, así como diseño de PCB.**
- **PlatformIO.**
- **Visual Studio Code.**
- **Notepad ++**

Lectura de Sensores Biométricos:

- **Electromiografía (EMG).**
- **Sensores de inercia.**
- **Sensor infrarrojos para ECG (A evaluar viabilidad).**
- **Sensor infrarrojos para Pulsioxímetro y Frecuencia Cardíaca (A evaluar viabilidad)**

Lectura para Monitorizar otros parámetros

- **Sensor Temperatura Corporal**
- **Sensores de posición.**

14.- Derechos de Propiedad Intelectual.

A todos los fines que hubiera lugar el Proyecto Final de Carrera se considera una obra del estudiante. La explotación industrial de un Proyecto Final de Carrera, con integración de hardware, firmware y software deberá ser objeto de convenio entre la Facultad Regional Tucumán, Universidad Tecnológica Nacional, y el organismo o empresa que la realizará con participación preponderante del estudiante autor del proyecto.



Para este caso particular se incluye en el proyecto de Desarrollo de un “Dispositivo de Control Lógico Programable (PLC) de Lazo Cerrado, con Módulo Wi Fi Integrado, como así también el Firmware del MCU y los Software de Control/Selección de Bicicletas y Gestión Administrativa Remota en la Nube.

15.- Duración del Proyecto

Está prevista en meses, contados a partir de la aprobación de la Propuesta de Proyecto Final por la Cátedra de Proyecto Final, con intervención de la Dirección del Departamento Electrónica, no podrá exceder los 24 meses. En caso de requerir mayor plazo, el mismo se extenderá a simple solicitud del estudiante ante el profesor de la materia y la Dirección del Departamento.

El tiempo estimado para la realización del proyecto es de 5 meses.

16.- Fecha de Comienzo prevista para el inicio de las actividades: **12/03/2024**

17.- Fecha de Finalización prevista para la terminación de las actividades: **16/09/2024**

18.-Publicación

Una vez aprobada la Propuesta de Proyecto Final se procederá a su difusión por la Web de la carrera y Facultad, con la referencia Proyecto Final en Ejecución, y cuando finalice será Proyecto Final Terminado con el año correspondiente. La publicación del proyecto final terminado será una síntesis de hasta 50 líneas, describiendo sus características principales. Una copia Impresa del Proyecto estará disponible en Biblioteca de la Carrera.

19.- Procedimiento de Aprobación

Para la aprobación del proyecto final los estudiantes deberán cumplir con el procedimiento siguiente:

19.1.- Finalizado el desarrollo de las actividades del proyecto final, previstas en el Plan de Desarrollo del Punto 20) siguiente, el estudiante deberá presentar al Profesor de la Cátedra de Proyecto Final, el proyecto terminado en los términos de los Puntos 8), 9), 10),



11), 12) y 13) anteriores, con una antelación suficiente respecto a la inscripción en la mesa de Examen Final. Comprobado el funcionamiento integral correcto, del dispositivo electrónico, así como el firmware y/o software en vinculación, según corresponda, por el profesor de la asignatura, se procederá a dar participación para la evaluación de funcionamiento a los miembros del Tribunal Evaluador de Proyecto Final.

19.2.- Aprobado el funcionamiento o actividad prevista según el alcance del proyecto final por el Tribunal Evaluador, y de acuerdo lo indicado en el Punto 19.1) anterior, el alumno procederá a entregar, el dispositivo, así como el firmware y/o software que corresponda, y la carpeta conteniendo el Informe del Proyecto Final más un archivo en soporte digital. Una vez revisado y constatado los elementos entregados al profesor de la materia, se entregará a su vez a la Dirección del Departamento. Esta dirección verificará el efectivo cumplimiento de la reglamentación sobre Proyecto final y notificará a los docentes del Tribunal Evaluador del cumplimiento de los requisitos, el cual procederá a la correspondiente evaluación de contenidos del Informe de Proyecto Final.

19.3.- Cumplidos los Puntos 19.1) y 19.2) anteriores se procederá a la exposición técnica del Proyecto Final, en la fecha en que cada estudiante se inscriba.

19.4.- La elaboración del Informe de Proyecto Final se hará respetando como mínimo lo indicado en el ANEXO II – Guía para la presentación del Informe de Proyecto Final que forma parte de esta disposición.

19.5.- La evaluación del Proyecto Final por el Tribunal Evaluador será sobre los aspectos técnicos y prestaciones funcionales del producto del proyecto exclusivamente. Para poner la nota definitiva en el Acta de Examen Oficial, se deberá integrar el resultado de la evaluación de funcionamiento, calidad del Informe Final más la evaluación de la exposición técnica del Proyecto Final.



20.- Plan de Desarrollo

20.1.- Resumen Técnico

Principales características técnicas, funcionales y operativas del proyecto final (hasta 400 palabras)

El proyecto "Diseño y Desarrollo de un Exoesqueleto Pediátrico para Niños con Atrofia Muscular Espinal incorporando Monitoreo Biométrico Mediante IoT" es una iniciativa interdisciplinaria que busca mejorar la calidad de vida de niños con Atrofia Muscular Espinal (AME). El exoesqueleto pediátrico integrará tecnologías de robótica, ingeniería biomédica, electrónica e IoT para abordar múltiples aspectos de la enfermedad y proporcionar beneficios significativos a los pacientes.

El dispositivo tiene como objetivos principales permitir que los niños con AME caminen, mejorando así su movilidad y proporcionándoles una mayor independencia. Además, busca fortalecer los músculos para prevenir la atrofia muscular y mejorar la función cardiorrespiratoria, contribuyendo así a la salud general de los pacientes.

El sistema de monitoreo biométrico multiparamétrico IoT es una característica clave del proyecto. Este sistema realiza una monitorización en tiempo real de los signos vitales de los niños, emitiendo alertas al personal médico en caso de anomalías. La información recopilada también se utiliza para el seguimiento médico y la toma de decisiones informadas.

El diseño del exoesqueleto se adapta específicamente a las necesidades de los niños con AME, utilizando materiales ligeros y resistentes que permiten el crecimiento adecuado. El proyecto incorpora un ASIC propio con un chip SOC WiFi, que incluye Wi-Fi integrado, RTOS integrado y un microcontrolador de 32 bits de baja energía. Esto facilita la conectividad y la comunicación eficiente del exoesqueleto con el sistema IoT.



La lectura de sensores biométricos, como la electromiografía (EMG), sensores de inercia y posiblemente sensores infrarrojos para ECG, pulsioxímetro y frecuencia cardíaca, permite una monitorización detallada de los parámetros clave. También se considera la lectura de otros parámetros como la temperatura corporal y la posición del paciente.

En resumen, este proyecto innovador tiene el potencial de revolucionar la atención y la calidad de vida de los niños con AME, ofreciendo una solución integral que aborda tanto la movilidad física como la salud biométrica, respaldado por tecnologías de vanguardia y una sólida base interdisciplinaria.

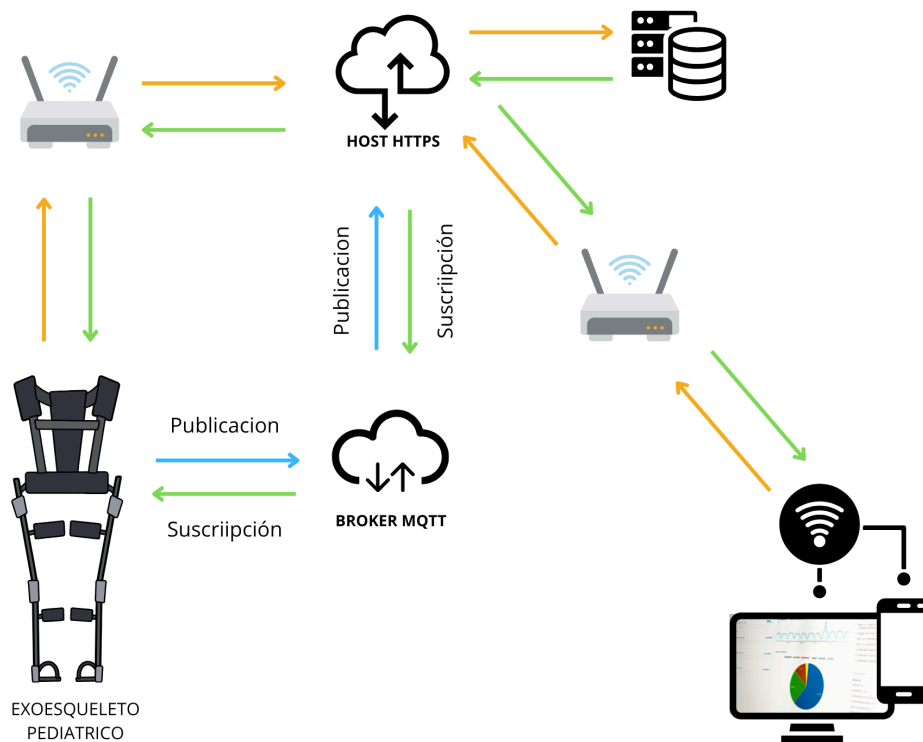


Figura 1.- Diagrama de bloques simplificado del Sistema de Lectura de Datos a través de los Sensores mediante Comunicación IoT.

¿Cómo se sensarán y se procesarán los datos?



La sensación y procesamiento de datos en el proyecto se llevarán a cabo mediante una combinación de sensores biométricos avanzados y un sistema de monitorización integral. Aquí se describen los pasos clave:

1. Sensores Biométricos:

- ***Electromiografía (EMG):*** Captura la actividad eléctrica de los músculos, proporcionando información sobre la actividad muscular y permitiendo el control del exoesqueleto.

- ***Sensores de Inercia:*** Miden la aceleración y la orientación, facilitando la detección de movimientos y posturas para un control preciso y seguro del exoesqueleto.

- ***Sensores Infrarrojos para ECG:*** Evalúan la viabilidad de medir la actividad eléctrica del corazón, ofreciendo datos sobre la salud cardíaca del paciente.

- *****Sensores Infrarrojos para Pulsioxímetro y Frecuencia Cardíaca:***** Potencialmente miden la saturación de oxígeno en la sangre y la frecuencia cardíaca, contribuyendo a la monitorización cardiorrespiratoria.

2. Sensores Adicionales:

- ***Sensor de Temperatura Corporal:*** Monitorea la temperatura corporal del usuario, proporcionando datos sobre la salud general y la gestión de la temperatura durante la actividad física.

- ***Sensores de Posición:*** Registran la posición y orientación del exoesqueleto y del usuario, permitiendo un control más preciso y facilitando la detección de posibles problemas posturales.

3. Procesamiento de Datos:

- ***Los datos recopilados por los sensores se transmitirán al sistema central de procesamiento a través de la conectividad Wi-Fi integrada en el chip SOC.***

- ***El sistema utilizará un RTOS (Sistema Operativo en Tiempo Real) para gestionar de manera eficiente las operaciones y asegurar respuestas rápidas y precisas.***



- Las lecturas de los sensores se analizarán en tiempo real, y los algoritmos integrados interpretarán la información para ajustar el funcionamiento del exoesqueleto en consecuencia.

- Los datos biométricos se enviarán a una plataforma IoT para su almacenamiento y análisis a largo plazo, facilitando el seguimiento médico, la identificación de patrones y la toma de decisiones informadas.

4. Alertas y Comunicación:

- En caso de detectar anomalías en los signos vitales o en el funcionamiento del exoesqueleto, se activarán alertas que se transmitirán al personal médico a través de la red Wi-Fi, permitiendo una intervención rápida.

- La comunicación entre el exoesqueleto y el sistema central se realizará de manera segura, utilizando protocolos de comunicación avanzados para garantizar la privacidad y la integridad de los datos.

En resumen, la combinación de sensores avanzados y un sistema de procesamiento robusto permitirá una monitorización precisa y en tiempo real, ofreciendo datos valiosos para mejorar la movilidad, prevenir complicaciones y contribuir al bienestar general de los niños con AME.

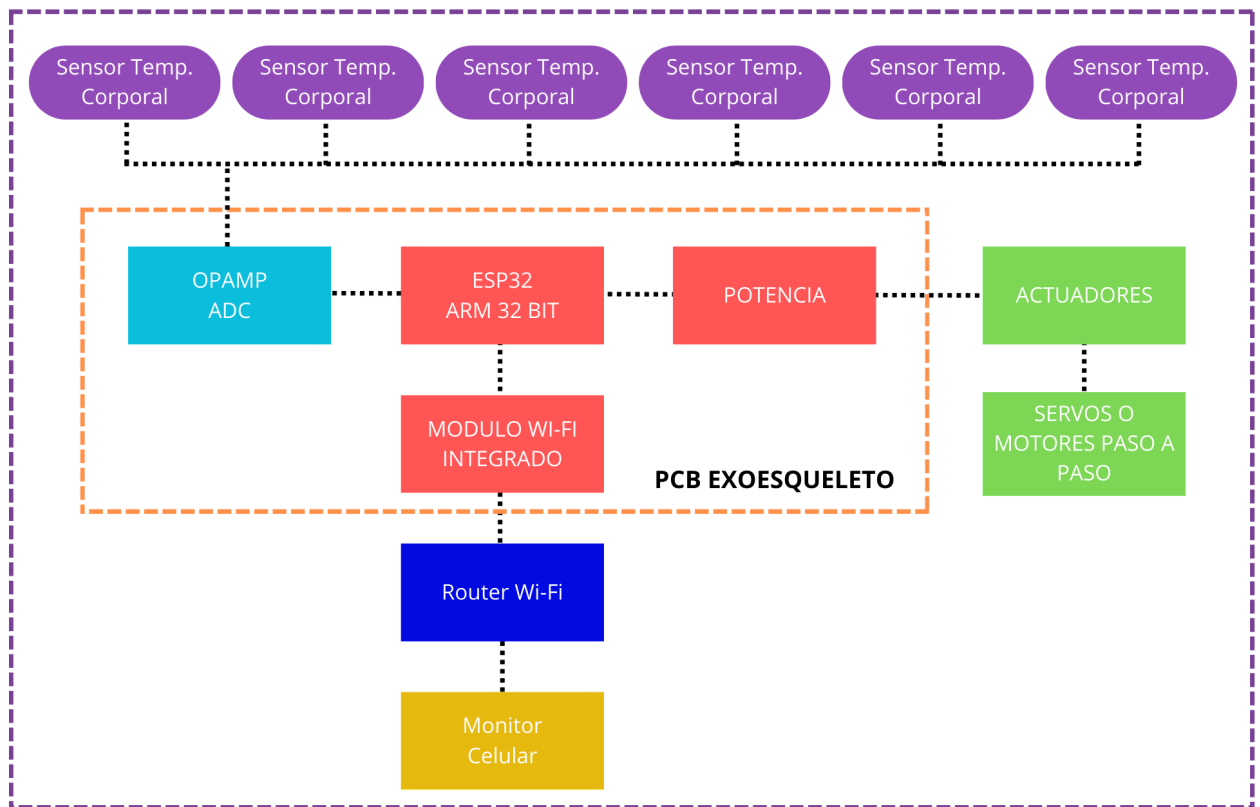


Fig. 2 Diagrama Simplificado de Ingeniería del Sistema de Control y Monitoreo del Exoesqueleto.

20.2.- Estado actual del conocimiento del tema

Se debe precisar el estado de conocimiento del tema o estado del arte, a nivel nacional e internacional, con las referencias correspondientes. Justificar la importancia del tema de proyecto en el contexto de la tecnología actual (sin límites de palabras).

El proyecto se centra en el diseño y desarrollo de un exoesqueleto pediátrico destinado a niños con Atrofia Muscular Espinal (AME), incorporando una avanzada monitorización biométrica a través de la Internet de las Cosas (IoT). La AME, una enfermedad degenerativa que afecta las células nerviosas motoras, ha inspirado la creación de esta tecnología innovadora para mejorar la movilidad y calidad de vida de los niños afectados.



Justificación del Proyecto:

La AME limita la movilidad y la función cardiorrespiratoria de los niños, afectando significativamente su calidad de vida. El exoesqueleto pediátrico propuesto no solo busca mejorar su movilidad y fortalecer sus músculos, sino que también integra un sistema biométrico IoT para el monitoreo en tiempo real de signos vitales. Esta combinación única ofrece una solución integral y personalizada para abordar los desafíos específicos de los niños con AME.

A nivel internacional, la investigación en exoesqueletos pediátricos se ha centrado en mejorar la movilidad, pero la integración con la monitorización biométrica IoT representa un avance significativo. Proyectos similares han sido desarrollados en países como Japón y Estados Unidos, pero la combinación específica de tecnologías propuestas en este proyecto lo coloca a la vanguardia de la investigación en el ámbito de la AME.

Tecnologías y Metodologías Utilizadas:

El exoesqueleto pediátrico incorpora un diseño específico para las necesidades de los niños con AME, utilizando materiales ligeros y resistentes que permiten el crecimiento adecuado. El sistema IoT se basa en un ASIC propio con un chip SOC Wi-Fi, que incluye Wi-Fi integrado, RTOS integrado y un microcontrolador de 32 bits de baja energía. Herramientas como PROTEUS Profesional, PlatformIO, Visual Studio Code y Notepad++ se utilizan para el diseño y la simulación.

Sensado y Procesamiento de Datos:

Los sensores biométricos, como la electromiografía (EMG), sensores de inercia, y posiblemente sensores infrarrojos para ECG, pulsioxímetro, frecuencia cardíaca y temperatura corporal, proporcionan datos detallados. Estos datos se procesan en tiempo real a través del ASIC y se transmiten mediante la conexión Wi-Fi integrada, permitiendo la monitorización activa y la generación de alertas en caso de anomalías.



Impacto Social y Económico:

El proyecto tiene un impacto significativo en la calidad de vida de los niños con AME, ofreciendo una solución integral para mejorar la movilidad y la salud. Además, el monitoreo biométrico en tiempo real facilita el seguimiento médico y la toma de decisiones informadas. A nivel económico, el desarrollo de nuevas tecnologías para la rehabilitación de niños con AME posiciona al proyecto como un referente en la investigación y desarrollo de tecnologías médicas pediátricas.

Conclusiones y Perspectivas Futuras:

El exoesqueleto pediátrico con monitoreo biométrico multiparamétrico IoT representa un avance significativo en la atención de niños con AME. El proyecto no solo aborda problemas de movilidad, sino que también integra tecnologías emergentes para mejorar la salud y el bienestar de los pacientes. Las perspectivas futuras incluyen la implementación de mejoras continuas basadas en la retroalimentación clínica, así como la exploración de posibles aplicaciones en otras condiciones médicas.

En resumen, el proyecto se presenta como un hito importante en la convergencia de tecnologías para mejorar la calidad de vida de los niños con AME, contribuyendo al avance de la investigación médica y tecnológica a nivel nacional e internacional.

20.3.- Objetivos del Proyecto

Indicar los objetivos previstos y la finalidad del trabajo propuesto (hasta 400 palabras).

La meta principal de este proyecto es la creación de un Exoesqueleto Pediátrico para Niños con Atrofia Muscular Espinal (AME) con Monitoreo Biométrico mediante IoT, de bajo costo y altas prestaciones para que tanto el administrador como el usuario, les permita llevar a cabo un control y seguimiento más estricto de los pacientes en tratamiento a modo de mejorar su calidad de vida.

La idea es desarrollar el dispositivo para que sea capaz de realizar de forma eficaz y completa todas las medidas pertinentes. Este proyecto se centrará en el desafío de realizar un dispositivo de pequeño tamaño con su software y el sistema de emisión



- recepción de las señales WI FI, mediante el uso del MCU mencionado, ideal para IoT.

Se pondrá especial atención a los siguientes detalles:

- Diseño amigable de la interfaz, es decir, que permita al usuario un manejo confortable y de fácil acceso a todas las opciones que el dispositivo electrónico pueda realizar.

20.4.- Importancia del Proyecto

Contribución al conocimiento científico, tecnológico y posibilidad de transferencia al medio (sin límites de palabras)

El proyecto del "Diseño y Desarrollo de un Exoesqueleto Pediátrico para Niños con Atrofia Muscular Espinal (AME) con Monitoreo Biométrico mediante IoT" no solo aborda una necesidad crítica en el ámbito de la salud pediátrica, sino que también ofrece una contribución significativa al conocimiento científico y tecnológico, con amplias posibilidades de transferencia al medio.

1. Contribución Científica:

- El proyecto amplía la comprensión de la aplicación de la tecnología en el ámbito médico y rehabilitador, específicamente en el tratamiento de niños con AME. La integración de sensores biométricos avanzados y la aplicación de IoT en un exoesqueleto pediátrico representa un avance científico en la intersección de la ingeniería biomédica y la medicina.

- La monitorización detallada de signos vitales mediante electromiografía (EMG), sensores de inercia y otros parámetros ofrece una ventana única hacia la respuesta fisiológica de los niños con AME durante la rehabilitación. Esto contribuye al conocimiento científico sobre la progresión de la enfermedad y la eficacia de las intervenciones.

- La investigación asociada con el diseño del hardware, como el ASIC propio con chip SOC WiFi, aporta al campo de la electrónica aplicada a la medicina y la



atención pediátrica, ampliando las posibilidades de aplicaciones futuras en dispositivos de salud personalizados.

2. Contribución Tecnológica:

- La implementación de un sistema de monitoreo biométrico multiparamétrico mediante IoT posiciona el proyecto en la vanguardia de la tecnología aplicada a la salud. Este enfoque tecnológico innovador no solo mejora la atención médica de los niños con AME, sino que también establece un precedente para futuros desarrollos en el campo de la rehabilitación pediátrica.

- El diseño del hardware, incluido el ASIC propio, no solo satisface las necesidades específicas del proyecto, sino que también allana el camino para investigaciones futuras en dispositivos médicos personalizados y aplicaciones de IoT en el ámbito de la salud.

3. Transferencia al Medio:

- El proyecto tiene el potencial de ser transferido al medio de la atención médica pediátrica, ofreciendo a hospitales y centros especializados una herramienta avanzada y personalizada para el tratamiento de niños con AME.

- La tecnología desarrollada podría extenderse a otras condiciones médicas que requieran rehabilitación pediátrica, ampliando su impacto en el ámbito de la salud infantil.

- La interdisciplinariedad del proyecto facilita la transferencia de conocimientos y tecnologías entre distintos campos, fomentando la colaboración entre profesionales de la salud, ingenieros y científicos para abordar desafíos en común.

En resumen, el proyecto no solo tiene el potencial de transformar la vida de niños con AME, sino que también contribuye al avance del conocimiento científico y tecnológico, ofreciendo una herramienta innovadora y transferible para mejorar la atención y rehabilitación pediátrica. Su impacto puede extenderse a futuras



investigaciones y aplicaciones en el ámbito de la medicina y la ingeniería biomédica.

20.5.- Metodología

Indicar con claridad, la metodología de trabajo a utilizar (hasta 400 palabras).

La metodología empleada para este proyecto de desarrollo aplicado es ir desde lo general a lo particular, con desarrollos sectoriales e individuales y en forma de cascada y consecutiva. La metodología de trabajo consta de:

Planificación:

- **Identificación de ámbito de aplicación.**
- **Necesidades.**
- **Definición de objetivos.**
- **Análisis de situación.**
- **Tecnologías vinculantes en componentes electrónicos: Industrial, Servicios, Control, Energía, Comunicación y Medio Ambiente.**
- **Intervención de especialistas interdisciplinarios. Aportes de otras ciencias.**
- **Definición preliminar del producto a desarrollar.**

Desarrollo conceptual:

- **Analizar el diseño y construcción de esquemas electrónicos funcionales con tecnología de última generación.**
- **Estudio y caracterización de las señales obtenidas por los dispositivos sensores seleccionados.**
- **Documentación.**

Diseño Preliminar:

- **Diseño del dispositivo electrónico.**
- **Esquemas Electrónicos con tecnología actual.**
- **Simulaciones. PCB.**
- **Documentación.**



Diseño Definitivo:

- Prototipo funcional con tecnología actual.
- Construcción de una placa de montaje superficial SMD
- Ensayos y pruebas finales de laboratorio y de campo.
- Evaluación técnica, económica y financiera.
- Documentación Final.
- Análisis Económico.
- Conclusiones.

21.-Cronogramade Actividades

Se deben consignar las actividades significativas a desarrollar, con una relación secuencial pertinente, que posibiliten un tratamiento consistente con la temática del Proyecto Final, comprendiendo la etapa de Formulación y Evaluación de Proyecto, y la etapa de Desarrollo Físico del Proyecto. Se puede utilizar un software de programación, costeo y control de actividades como Winproj o similar.

A continuación, se muestra el **Diagrama de Gantt Estimativo**.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	INICIO	DÍAS	FINALIZAC.	2019					
				Oc t	No v	Di c	En e	Fe b	Ma r
PROYECTO FINAL									
FASE 1: Investigación y diseño									
Investigación en las áreas involucradas									
Diseño de los dispositivos									
Diseño de software									
Formulación y elaboración del proyecto									
Adquisición en las partes necesarias									
FASE 2: Prototipo y prueba de concepto									
Armado de los dispositivos involucrados									
Programación del firmware inicial									
Prueba de los HW y SW involucrado									
Detección de los errores, corrección y mejoras									
Análisis de los datos obtenidos									
Definición de diseño definitivo (HW y SW)									



FASE 3: Implementación y puesta a punto				
Construcción, inserción y soldado de componentes en una placa de montaje superficial SMD				
Pruebas del dispositivo SW involucrado				
Detección de errores y correcciones				
FASE 4: Presentación				
Redacción de informe final				
Presentación				

22.- Presupuesto

Se expresarán los recursos económicos y materiales para el desarrollo del Proyecto Final elegido, no se indicarán en esta etapa los recursos necesarios para producción y comercialización del producto resultante. Se puede utilizar el mismo software del Punto 21) anterior o una planilla en Excel.

22.1.- Bienes de Consumo: son los materiales y elementos necesarios para el desarrollo del Proyecto Final

Nº	Descripción Bienes de Consumo	Precio unit. (U\$D)	Cantidad	Total (U\$D)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10	Implementación de Placa de montaje superficial SMD (PCB)			
11	Elementos de impresión 3D (Boca de Entrada Bicicleta)			
12	Elementos de impresión 3D (Carcasa Lector RFID)			
13	Monitor LED 19"			
14	Adaptador VGA/HDMI			
Total bienes de Consumo				



22.2.- Equipamiento / Bienes de Uso disponibles: describir el equipamiento necesario, disponibilidad y lugar de los mismos.

Nombre/Modelo	Disp.	Lugar (Laboratorios de la Carrera)
Computadora de laboratorio con software PROTEUS, SolidWorks, Vs Code	1	Laboratorio de Sistemas Digitales
Osciloscopio Siglent SDS1102CNL+	1	Laboratorio de Sistemas Digitales
Generador de Funciones Rigol DG 1022	1	Laboratorio de Sistemas Digitales
Analizador Lógico GW Instek GLA-1132, 32 canales, 200 MHz	1	Laboratorio de Sistemas Digitales
Programador JTAG para microcontroladores de 32 bits JLINK LITE ARM	1	Laboratorio de Sistemas Digitales
Estación de Soldadura por Chorro de aire, marca FullEnergy, modelo 908	1	Laboratorio de Sistemas Digitales
Impresora 3D i3 Prusa	1	Laboratorio de Control y Comunicación
Osciloscopio Siglent SDS1202XE	1	Laboratorio de Sistemas Digitales
Generador de Funciones Siglent SDG 1032X	1	Laboratorio de Sistemas Digitales

22.3.- Bibliografía disponible: libros, revistas, DVD y otro material bibliográfico a utilizar en el Proyecto Final

Nombre/Título	Editorial/Autor/Edición
Internet of Things: A Review of Enabling Technologies, Challenges, and Open	Khezri, M., & Jahed, M. (2016). Internet of Things: A Review of Enabling Technologies, Challenges, and Open Research Issues. IEEE Access, 4, 3498-3519.
	Molledo, M., Werner, C., & Bruno, M. (2019). Wearable Robotic Exoskeletons: A Review of Recent Technologies. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 16(1), 142.
	Mercuri, E., & Bertini, E. (2012). Spinal Muscular Atrophy—New Therapeutic Approaches. New England Journal of Medicine, 366(18), 1740-1742.
	Merletti, R., & Parker, P. A. (2004). Electromyography: Physiology, Engineering, and Non-Invasive Applications. John Wiley & Sons. Sensores Biométricos e IoT:
	Yaqoob, I., Hashem, I. A. T., Mehmood, Y., Gani, A., & Mokhtar, S. (2017). Internet of Things Forensics: Recent



	Advances, Challenges, and Opportunities. Future Generation Computer Systems, 75, 599-606.
Hoja de Datos Módulo ESP8266EXSOC WI FI	Enlace de Descarga Fabricante: https://datasheet4u.com/datasheet-parts/ESP8266EX-datasheet.php?id=994356
Hoja de Datos Chip ESP32 WROOM EX Wi FI SoC ARM 32 BIT	Enlace de Descarga Fabricante: https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/download/1179101/ESPRESSIF/ESP-WROOM-32.html

23.- Plazo de Presentación de la Propuesta de Proyecto Final: hasta 60 días hábiles a partir de la finalización de cursado y regularidad de la Asignatura.

Firma y Aclaración del Estudiante

Legajo:.....

Firma y Aclaración del Estudiante

Legajo:.....

Firma y Aclaración del Tutor Docente

24.- Informe de la Cátedra de Proyecto Final sobre la Propuesta

Opinión fundada acerca de la factibilidad de la propuesta presentada, incluyendo el grado de originalidad de la misma (hasta 200 palabras):

.....
.....



Firma y Aclaración del Profesor de Cátedra

23.- Informe del Director de Carrera

Informe sintético respecto al cumplimiento de la presente guía y sus objetivos (hasta 200 palabras):

.....
.....

Firma y Aclaración del Director de Carrera