

		INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO	VERSIÓN: 1.0 ELAB: 26/04/2018 U.MVA: 21/11/2023
SUSTANTIVO FORMATO Código: FOR.D031.02	MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN	Página 1 de 18	



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Quito – Ecuador 2025



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

CARRERA: Electricidad.

TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PIEZOELÉCTRICO TIPO RAYUELA PARA ILUMINACIÓN MEDIANTE ENERGÍA DE PRESIÓN MECÁNICA.

Elaborado por:

Gabriel Alejandro Barriga Zúñiga

Tutor:

Grace Katerine Chinchuña Toledo

Fecha: 13/09/2025

Índice:

1. PROBLEMÁTICA.	4
1.1. Formulación y planteamiento del Problema.	4
1.2. Objetivos.	4
1.2.1 Objetivo general.	4
1.2.2 Objetivos específicos.	5
1.3. Justificación.	5
1.4. Alcance.	6
1.5. Materiales y métodos.	6
1.6. Marco Teórico.	10
1.6.1. Fundamentos de la Piezoelectricidad.....	10
1.6.2. Captación de Energía y Generación Eléctrica.....	10
1.6.3. Circuitos de Acondicionamiento y Almacenamiento de Señal	11
1.6.4. Relevancia Pedagógica y Didáctica	11
2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.	12
2.1. Recursos humanos.	12
2.2. Recursos técnicos y materiales.	12
2.3. Viabilidad.	13
2.4. Cronograma.	14
2.5. Referencias.	14

1. PROBLEMÁTICA.

1.1. Formulación y planteamiento del Problema.

Esto nos enseña que los fundamentos sobre la generación y conversión de energías alternativas en los entornos técnicos se ve limitada por la falta de recursos que posibiliten la práctica. Esto afecta especialmente el aprendizaje del efecto piezoeléctrico, que suele abordarse solo desde un enfoque teórico sin experiencias demostrativas que evidencien su funcionamiento.

Ante esta necesidad el objetivo principal es desarrollar un recurso didáctico que habilite la experimentación del piezoeléctrico. Mi propuesta consiste en la elaboración de un módulo interactivo. El diseño prioriza que el módulo sea desarmable, permitiendo que las piezas se empilen para un fácil guardado y facilitando la modificación según las necesidades de la demostración.

El principal desafío técnico es construir un prototipo modular que evidencie didácticamente la funcionalidad de este sistema. Esto prioriza la modificación e implementación de un amplificador operacional para elevar el bajo voltaje generado por piezoeléctrico, una batería para garantizar una iluminación adecuada de los indicadores, la optimización de este sistema es garantizar una buena señal eléctrica y sea funcional. Por lo tanto, el foco está en diseñar y construir un módulo que integre estos elementos de manera precisa que también sea fácil de armar y desarmar. Esto permite a los estudiantes observar de forma clara la generación, el acondicionamiento y el aprovechamiento de la energía generada por el piezoeléctrico.

1.2. Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

- Diseñar y construir un módulo piezoeléctrico didáctico está inspirado en el juego tradicional llamado la rayuela, consiste en transformar la fuerza de nuestras pisadas en energía eléctrica. Este sistema será fácil de desmontar y guardar para no ocupar espacio, se implementará un circuito que incluye piezoeléctricos, un amplificador

operacional y una batería para encender un conjunto de luces LEDs. El objetivo de esto es impulsar el aprendizaje práctico y dinámico, haciendo que los estudiantes conozcan la teoría con la práctica de una manera divertida y tangible.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Investigar las propiedades y funcionamiento de los materiales que se implementarán en este proyecto.
- Diseñar la construcción de la estructura física del sistema tipo rayuela utilizando: madera MDF, acrílico y caucho sintético así se garantiza la resistencia y funcionalidad.
- Construir y ensayar el circuito que integren: el piezoeléctrico, amplificador, puente rectificador, batería y LEDs, verificando que la energía recolectada sea suficiente para su funcionamiento.
- Analizar la respuesta eléctrica de cada casilla del sistema, verificando el nivel de voltaje generado del encendido de los LEDs.
- Evaluar el funcionamiento de este proyecto verificando la correcta utilidad de los componentes eléctricos.

1.3. Justificación.

La necesidad fundamental que motiva este proyecto es la carencia de instrumentos didácticos funcionales entre la teoría y la práctica, la instrucción de los principios de conversión de energía dentro del aula. Actualmente, el efecto piezoeléctrico nos enseña como la comprensión de la transformación de la energía mecánica en eléctrica. La elaboración de este módulo interactivo de costo accesible proporciona una respuesta metodológica y práctica, creando un recurso tangible que habilita la experimentación directa del fenómeno.

La trascendencia del aporte de trabajo radica en su utilidad práctica, metodológica y tecnológica. En el plano metodológico, el diseño modular y desarmable ayuda en el almacenamiento y el transporte, además de ofrecer la flexibilidad de modificar la disposición del módulo para diversas demostraciones educativas. Técnicamente, el prototipo integra el ciclo completo de la recolección de energía desde la

amplificación del piezoeléctrico y el almacenamiento de la energía, hasta la prueba de concepto de la eficiencia del sistema mediante indicadores. De esta manera, el proyecto constituye un modelo funcional que amplía el aprovechamiento pedagógico y la comprensión integral del acondicionamiento energético.

1.4. Alcance.

El proyecto se basa en convertir la energía mecánica de la pisada en electricidad de bajo voltaje mediante un sistema piezoeléctrico. Se enfocará en las etapas de rectificación, acondicionamiento y amplificación de la señal. Utilizando LEDs para visualizar la energía impulsada por los piezoelectricos.

El proyecto será modular y desarmable. Se utilizarán materiales económicos como madera MDF y caucho sintético, priorizando la robustez y la fácil accesibilidad.

La propuesta no abordará la eficiencia energética a escala industrial ni el desarrollo de sistemas avanzados, limitándose a la funcionalidad de encender luces LED's.

1.5. Materiales y métodos.

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo a través de una metodología práctica y experimental, dividida según las fases del alcance.

Prototipo: Diseño y Construcción de una Casilla:

Materiales:

- Sensores piezoeléctricos: 5 sensores de 41 mm de diámetro.
- Electrónica: Protoboard, jumpers, un puente rectificador, y un LED de prueba.
- Estructura: Madera MDF de 3 líneas, un panel de acrílico y pedazos de caucho sintético.

Métodos:

Ensamblaje del circuito en protoboard: Se montará y conectará el circuito electrónico en una protoboard. Los sensores piezoeléctricos se conectarán al puente rectificador y después se conectará al LED.

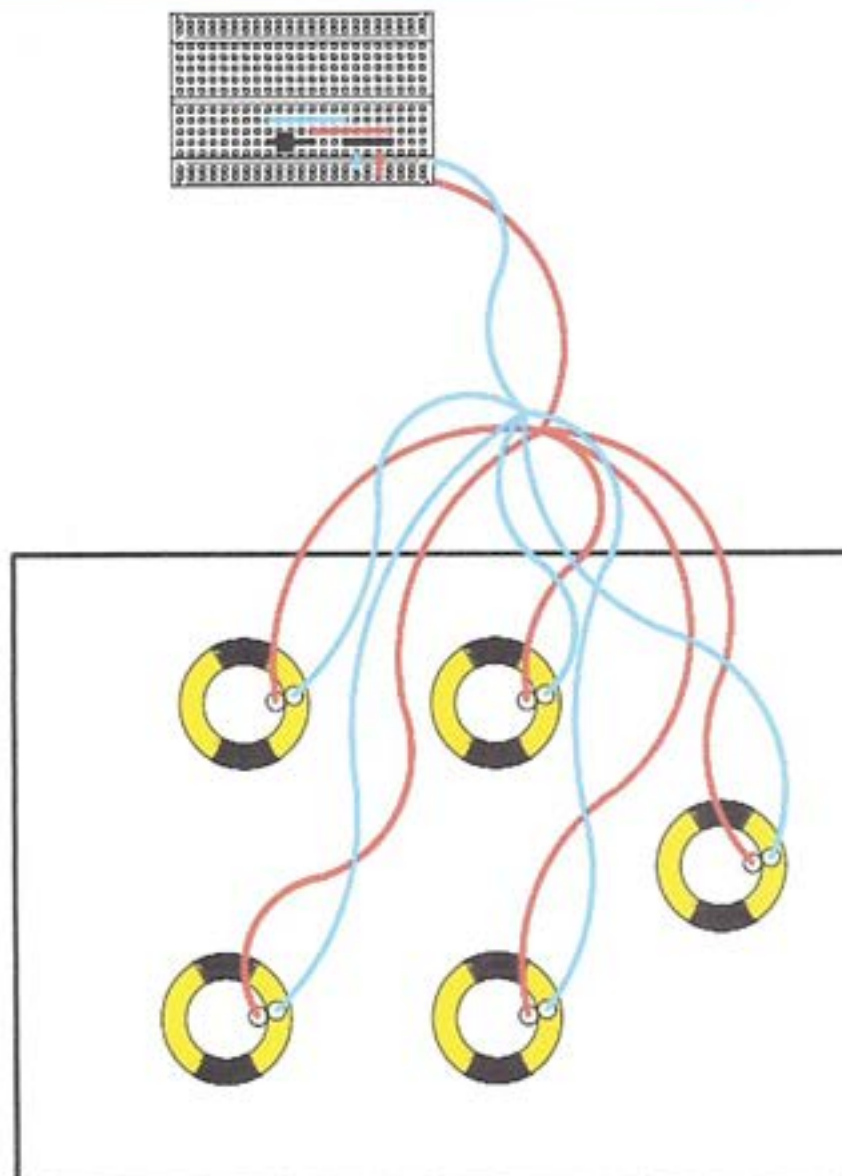


Figura 1 Armado en Autocad

Para la construcción, diseñaremos una sola casilla con una base de madera. En su interior, colocaremos cinco sensores piezoeléctricos en forma de casa. Para que estos sensores funcionen, les pondremos pedazos de caucho sintético por debajo y dos a los lados para que haga de soporte. De esta forma, al pisar la casilla, el sensor se doblará y generará electricidad. Finalmente, cubriremos todo el sistema con una resistente lamina de acrílico de 3 líneas para proteger los componentes y darle un acabado duradero.

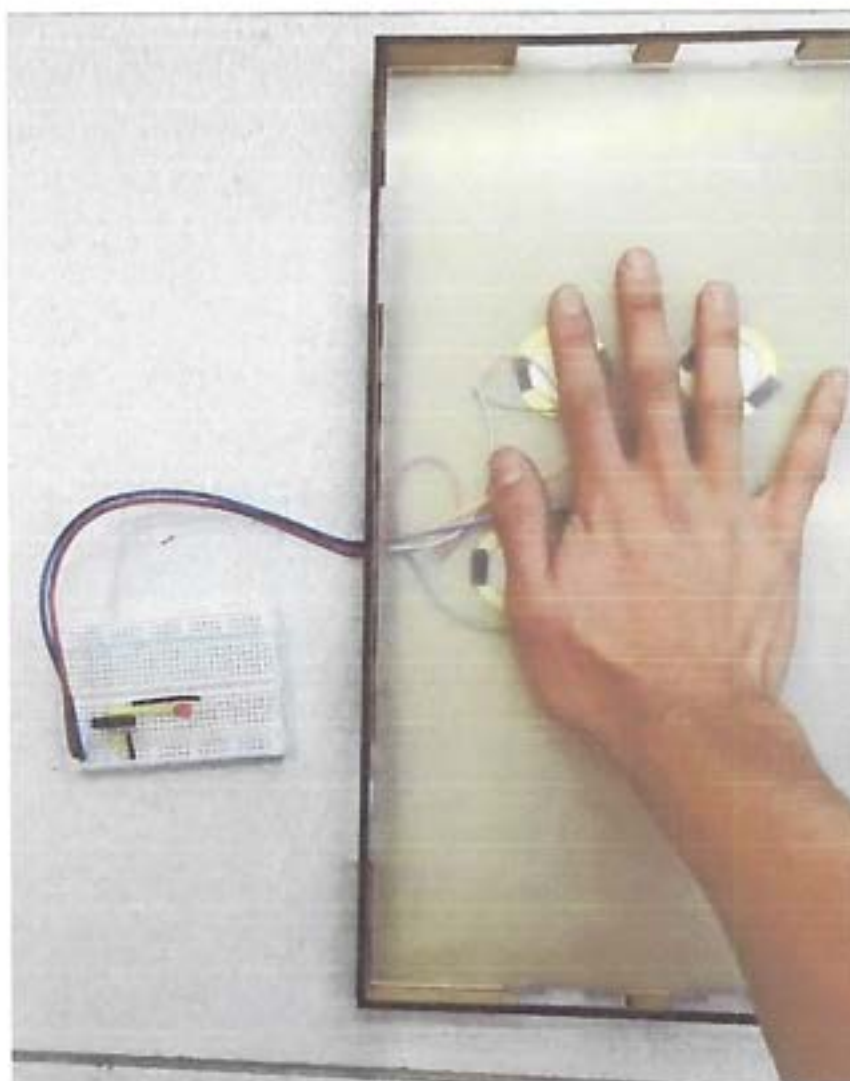


Figura 2 Prototipo en función

Pruebas de viabilidad: Se realizarán pruebas de presión para verificar si una pisada genera suficiente energía para encender el LED.

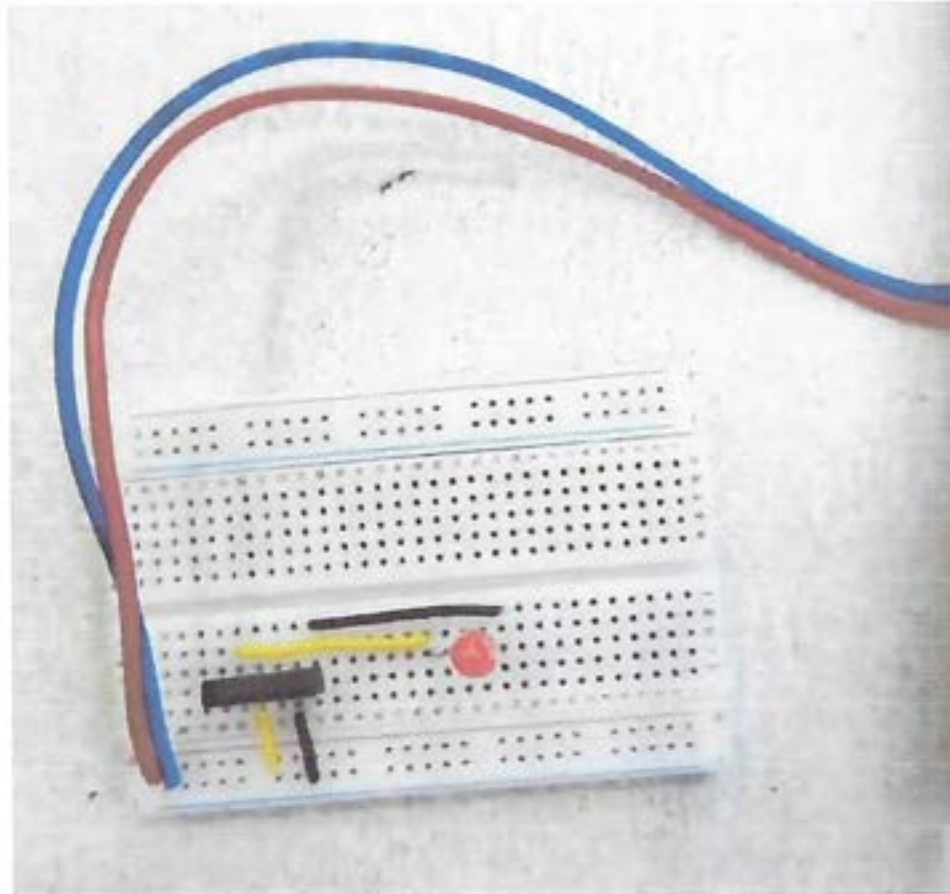


Figura 3 Comprobación del LED funcionando

Proyecto Final: Implementación del Módulo Completo:

Materiales:

- Sensores piezoeléctricos: 35 sensores (cinco por cada una de las siete casillas).
- Electrónica: Se replicará el circuito de cada casilla, se implementará una protoboard, se adquirirán los diodos LEDs necesarios para ir encendiendo de manera escalonada dependiendo el número de casilla que se ejerza presión (un total de 28 LEDs), amplificador operacional para elevar la señal de los piezoeléctricos generados del sistema, capacitores, puente rectificador, resistencias, cables, batería e 3.7V y swich corredizo para tener un control del encendido y apagado del circuito.

- Estructura: Madera MDF de 4 líneas, lamina de caucho, acrílico de 4 líneas para las siete casillas, uniones 3D para facilitar el montaje y desmontaje del proyecto.

1.6. Marco Teórico.

Se establece los fundamentos científicos y técnicos que sustentan el diseño y la implementación del módulo piezoeléctrico didáctico. Se abordan los principios físicos, los componentes electrónicos clave y la justificación pedagógica del proyecto, basándose en fuentes académicas.

1.6.1. Fundamentos de la Piezoelectricidad

El voltaje es un fenómeno físico en el que algunos materiales de cristal, como Baro Titan (Bario_3) o PZT (Titan-Cicarver), se enfatizan cuando usan presión mecánica o estresante. Este efecto es una transformación de la energía directa, lo que significa que la energía mecánica se convierte en electricidad sin etapas indirectas. Este fenómeno es el corazón de la tecnología de recolección de energía utilizada en el proyecto (Erickson, 2011). La deformación de la estructura cristalina de la potencia externa del voltaje de potencia (en este caso en este caso) asegura que el insomnio sea una tensión. La transformación inversa, cuando el campo eléctrico causa deformación mecánica, también es parte de este fenómeno, pero el uso de este proyecto se centra solo en un efecto directo.

1.6.2. Captación de Energía y Generación Eléctrica

La recolección de energía de los movimientos humanos es el uso de voltaje real y sostenible. La energía dinámica es creada por los pasos humanos en el camino o, en nuestro caso, en los cuadrados de Rayuela se puede convertir en electricidad para proporcionar equipos de bajo consumo. Esta tecnología es especialmente atractiva porque es una fuente de energía renovable y limpia. Sin embargo, la tarea técnica más importante es el sensor de voltaje, que crea corriente alterna (CA) con baja y alta impedancia

(Anton y Sodano, 2007). El voltaje de 3 mili voltios, medido en las pruebas iniciales, es una confirmación de esta tarea, asegurando el uso de diagramas de aire acondicionado.

1.6.3. Circuitos de Acondicionamiento y Almacenamiento de Señal

Para que la energía generada por los sensores sea útil, es necesario un circuito electrónico que la acondicione y la almacene.

- **Amplificación y Rectificación:** La señal AC de bajo voltaje de los sensores debe ser rectificadora y amplificada. El puente rectificador es un circuito de diodos que convierte la corriente alterna en corriente continua (DC), la forma de energía que los LEDs y la batería necesitan. Posteriormente, la señal rectificada se pasa a un amplificador operacional (Op-Amp), un circuito integrado diseñado para elevar el voltaje a un nivel funcional y suficiente para la carga de la batería y la iluminación de los LEDs. El uso de un Op-Amp es crucial para superar la baja tensión inicial y garantizar el funcionamiento del sistema (All About Circuits, 2023).
- **Almacenamiento y Control de Carga:** La energía recolectada de cada pisada no es constante, por lo que se requiere un sistema de almacenamiento. La batería de litio de 3.7V es la solución ideal por su alta densidad de energía. Para garantizar su seguridad y vida útil, se utiliza un módulo de control de carga TP4056. Este circuito actúa como un sistema de gestión de batería (BMS), protegiéndola de la sobrecarga, la sobre descarga y las corrientes de carga inadecuadas. La inclusión de este módulo es una medida de seguridad y eficiencia que asegura la durabilidad del sistema (TP4056 Datasheet, 2016).

1.6.4. Relevancia Pedagógica y Didáctica

El diseño de un módulo didáctico piezoeléctrico tipo rayuela se justifica por su alto valor pedagógico. El aprendizaje experiencial, donde los estudiantes interactúan directamente con el fenómeno, es más efectivo que el aprendizaje teórico. Al pisar las casillas y observar la iluminación incremental

de los LEDs, los estudiantes pueden comprender de forma tangible los principios de conversión de energía, acumulación de carga y la necesidad de acondicionamiento de señal.

El diseño modular y apilable del proyecto, que permite el desmontaje de las casillas para su almacenamiento, no solo optimiza el espacio en el instituto, sino que también facilita a los estudiantes el montaje y desmontaje de la rayuela, lo que fomenta el pensamiento crítico y la comprensión de la relación entre la estructura y la función del sistema. La exhibición del proyecto en ferias científicas refuerza la conexión entre el conocimiento técnico y su aplicación en la vida real, motivando a las futuras generaciones a explorar las energías limpias.

2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.

2.1. Recursos humanos.

Persona	Rol	Participación
Gabriel Alejandro Barriga Zuñiga	Estudiante	Diseño, construcción, pruebas y documentación del proyecto.
Grace Katerine Chinchuña Toledo	Docente Tutor	Supervisión técnica, metodológica y evaluación progresiva.

Tabla 1 Recursos Humanos

2.2. Recursos técnicos y materiales.

Categoría	Descripción	Cantidad	Uso
	Madera por definir	Por definir	Base sólida del módulo.
	Acrílico colores por	Por definir	Superficie visible y

Estructura física	definir o transparente 3mm		resistente.
	Caucho sintético.	Por definir	Protección de sensores.
Componentes electrónicos	Discos piezoeléctricos de 41 mm	35 unidades	Generación de energía.
	Puente rectificador	1 unidad por definir	Rectificación de señal.
	Amplificador operacional	1 unidad por definir	Elevar la corriente.
	Módulo TP4056	1 unidad	Carga y protección de batería
	Batería 18650 (3.7V)	1 unidad	Almacenamiento de energía
	LEDs de bajo consumo.	28 unidades	Iluminación del sistema
	Cableado, estaño, soldadura	Varios	Conexión de componentes
Herramientas	Multímetro, cautín, taladro	Uso interno	Montaje y pruebas

Tabla 2 Recursos Técnicos y Materiales

2.3. Viabilidad.

El proyecto es completamente viable, ya que su factibilidad ha sido evaluada desde tres perspectivas clave: técnica, económica e institucional.

Desde un punto de vista técnico, la implementación del módulo es viable porque se basa en componentes electrónicos estandarizados, de bajo costo y fácilmente disponibles en Quito. El diseño del circuito no requiere programación ni software especializado, lo que simplifica su construcción y lo hace accesible para los estudiantes sin experiencia.

En el aspecto económico, el presupuesto estimado es de \$300 a \$575 se considera apropiado y gestionable para un proyecto estudiantil. Este costo

puede ser optimizado aún más mediante la reutilización de materiales para la estructura, promoviendo la sostenibilidad y la gestión eficiente de los recursos.

Finalmente, la viabilidad institucional es alta, ya que el proyecto se alinea perfectamente con los objetivos curriculares del instituto. Por ser un proyecto educativo de bajo voltaje. Su naturaleza de bajo riesgo y alto impacto lo convierte en una buena herramienta para el fortalecimiento de la educación técnica, beneficiando a futuras generaciones de estudiantes.

2.4. Cronograma.

A continuación, se presenta el cronograma de actividades en formato semanal, organizado en una tabla tipo Gantt.

Actividad	Responsable	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Revisión teórica y objetivos ajustados	Estudiante + Tutor	■							
Adquisición de materiales y planificación de armado	Estudiante		■						
Diseño de la estructura a base y conte de materiales	Estudiante			■					
Instalación de sensores y conexión de circuitos	Estudiante				■				
Ensamblaje completo y pruebas eléctricas	Estudiante					■			
Validación con estudiante y ajustes finales	Estudiante						■		
Redacción final del informe y conclusiones	Estudiante							■	
Revisión final y entrega a tutor/a	Estudiante + Tutor								■

Tabla 3 Cronograma

2.5. Referencias.

All About Circuits. (2023). *Operational Amplifiers*.

<https://www.allaboutcircuits.com/textbook/semiconductors/chpt-8/operational-amplifiers/>

Anton, S. R., & Sodano, H. A. (2007). A review of power harvesting using piezoelectric materials (Report No. ARL-TR-4122). U.S. Army Research Laboratory. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA472093.pdf>

Erickson, D. (2011). *The basics of piezoelectricity*. TDK Electronics. <https://product.tdk.com/en/tech-library/articles/2011/basics-piezoelectricity/index.html>

TP4056 Datasheet. (2016). *4.2V Single Cell Lithium-Ion Battery Charger with TP4056*. <https://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Prototyping/TP4056.pdf>

CARRERA: ELECTRICIDAD

FECHA DE PRESENTACIÓN:			
	15	09	2025
	DÍA	MES	AÑO
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:			
	BARRIGA ZUÑIGA	GABRIEL ALEJANDRO	
	APELLIDOS	NOMBRES	
TITULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA: -----			
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PIEZOELECTRICO TIPO RAYUELA PARA ILUMINACIÓN MEDIANTE ENERGÍA DE PRESIÓN MECÁNICA.			
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	CUMPLE	NO CUMPLE	
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• DELIMITACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• PROBLEMÁTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:			
GENERALES:			
REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA			
	SI	NO	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESPECÍFICOS:			
GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO			
	SI	NO	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
JUSTIFICACIÓN:			
	CUMPLE	NO CUMPLE	
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

BENEFICIARIOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALCANCE: ESTA DEFINIDO	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>
MARCO TEÓRICO: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DESCRIBE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA A REALIZAR	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO: ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	CUMPLE <input checked="" type="checkbox"/>	NO CUMPLE <input type="checkbox"/>
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS: OBSERVACIONES : ----- ----- ----- -----		
CRONOGRAMA : OBSERVACIONES : ----- ----- -----		
FUENTES DE INFORMACIÓN: ----- -----		
RECURSOS:	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MATERIALES

PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Aceptado

Negado

el diseño de propuesta tecnológica por las siguientes razones:

a) _____


b) _____

c) _____

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR:

ING. GRACE KATERINE CHINCHUÑA TOLEDO



16 09 2025

DÍA MES AÑO

FECHA DE ENTREGA DE INFORME