



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL VALLE
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA ELECTRONICA

**SISTEMA DE GESTIÓN Y MONITOREO PARA LA MESA
VIBRATORIA UNIDIMENSIONAL DESTINADA A LA SIMULACION
DE MOVIMIENTOS SISMICOS DEL LABORATORIO DE
INGENIERIA CIVIL**

**PERFIL DE PROYECTO DE GRADO
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERIA ELECTRONICA**

ESTUDIANTE: JOSE VICTOR ROCHA GOITIA
TUTOR: ING. ELIAS PRUDENCIO CHAVEZ JALDIN

Cochabamba - Bolivia

2025

INDICE DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCION.....	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
2.1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	4
2.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	5
3. JUSTIFICACION	6
3.1. JUSTIFICACION TECNICA	6
3.2. JUSTIFICACION ACADEMICA.....	6
4. OBJETIVOS	6
4.1. OBJETIVO GENERAL	6
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
5. MARCO TEORICO	7
5.1. MESA SISMICA O VIBRATORIA.....	7
5.2. HISTORIA Y EVOLUCION DE MESAS VIBRATORIAS.....	8
5.3. MOVIMIENTOS SISMICOS	9
5.4. SENSORES.....	10
5.5. MICROCONTROLADORES	11
6. PROPUESTA DE INGENIERIA	12
6.1. ALCANCES	14
6.2. LIMITACIONES	15
7. METODOLOGIA.....	15
7.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	15
7.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	16
7.3. MÉTODO DE INVESTIGACION	16
7.4 TÉCNICAS	17

	2
7.5 FUENTES.....	17
8. INDICE TENTATIVO	17
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	20
10. BIBLIOGRAFIA.....	20

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 Árbol de causa efecto	5
FIGURA 6.1 Diagrama Funcional del Proyecto.....	12

INDICE DE TABLAS

TABLA 9.1 Cronograma de Actividades.....	20
--	----

1. INTRODUCCION

Las mesas vibratorias son equipos principalmente utilizados en la ingeniería civil para simular movimientos sísmicos y analizar el comportamiento de las estructuras sometidas a condiciones de terremoto. Dichos equipos son capaces de reproducir patrones de vibración que tratan de recrear los efectos de las fuerzas sísmicas sobre edificios o estructuras a escala real o de manera reducida, desde su creación las mesas vibratorias han evolucionado integrando tecnologías avanzadas de gestión y monitoreo, mejorando así tanto su precisión, la capacidad de simulación y la replicación de fenómenos sísmicos con mayor exactitud. Pero a pesar de estos avances las mesas vibratorias utilizadas en entornos educativos aún enfrentan limitaciones significativas que afectan su precisión, confiabilidad y facilidad de uso.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2016), "Una mesa vibradora es un dispositivo mecánico diseñado para simular el movimiento del suelo generado por un sismo y sus efectos en estructuras construidas a escala natural o reducida, ideal para estudiar y entender la relación entre las características dinámicas de la estructura y el movimiento del suelo donde están cimentadas."

El prototipo de mesa vibratoria que se encuentra en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Civil en la universidad del Valle situada en la sede de Cochabamba presenta varias deficiencias que limitan su efectividad, entre estas se encuentran la ausencia de una interfaz local que permita visualizar el estado operativo de la mesa, dificultando la identificación de fallas eléctricas al igual que problemas de conectividad o desconexiones de cables, también falta de un sistema de autodiagnóstico impide detectar errores de funcionamiento como la inserción incorrecta de la memoria o fallas en la transferencia de datos e igual la interfaz de monitoreo en el software LabVIEW es básica, lo que obliga al usuario a realizar procedimientos manuales para identificar y seleccionar patrones sísmicos, reduciendo la eficiencia del proceso.

Es importante mencionar que tanto la generación y adquisición de datos funcionan de manera correcta, lo cual permite registrar y ejecutar los patrones sísmicos de manera adecuada, sin embargo, se optimizará la gestión de los datos y a su vez la visualización de estos datos para mejorar la experiencia del usuario con una interfaz de usuario intuitiva.

El sistema actual también depende mucho de la transferencia manual de datos mediante memoria SD, exponiendo la memoria a riesgos por descargas electrostáticas y requiriendo el uso de herramientas externas como MATLAB para normalizar los datos de patrones sísmicos aparte la conexión Bluetooth es inestable ya que presenta desconexiones constantemente afectando así

la confiabilidad de la comunicación y también el diseño mecánico presenta holguras en el sistema piñón-cremallera, lo que puede tener problemas en la precisión del movimiento.

Este proyecto surge con el propósito de abordar estas limitaciones mediante la optimización del sistema de gestión y monitoreo de la mesa vibratoria, se propone desarrollar e implementar un sistema integral que mejore la capacidad de simulación, permitiendo la modificación local de parámetros a través de interfaces intuitivas, así como mejoras en la conectividad, todo esto busca convertir el equipo en una herramienta más eficiente y confiable, que logre realizar simulaciones sísmicas con mayor precisión en los laboratorios de la carrera de ingeniería civil.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

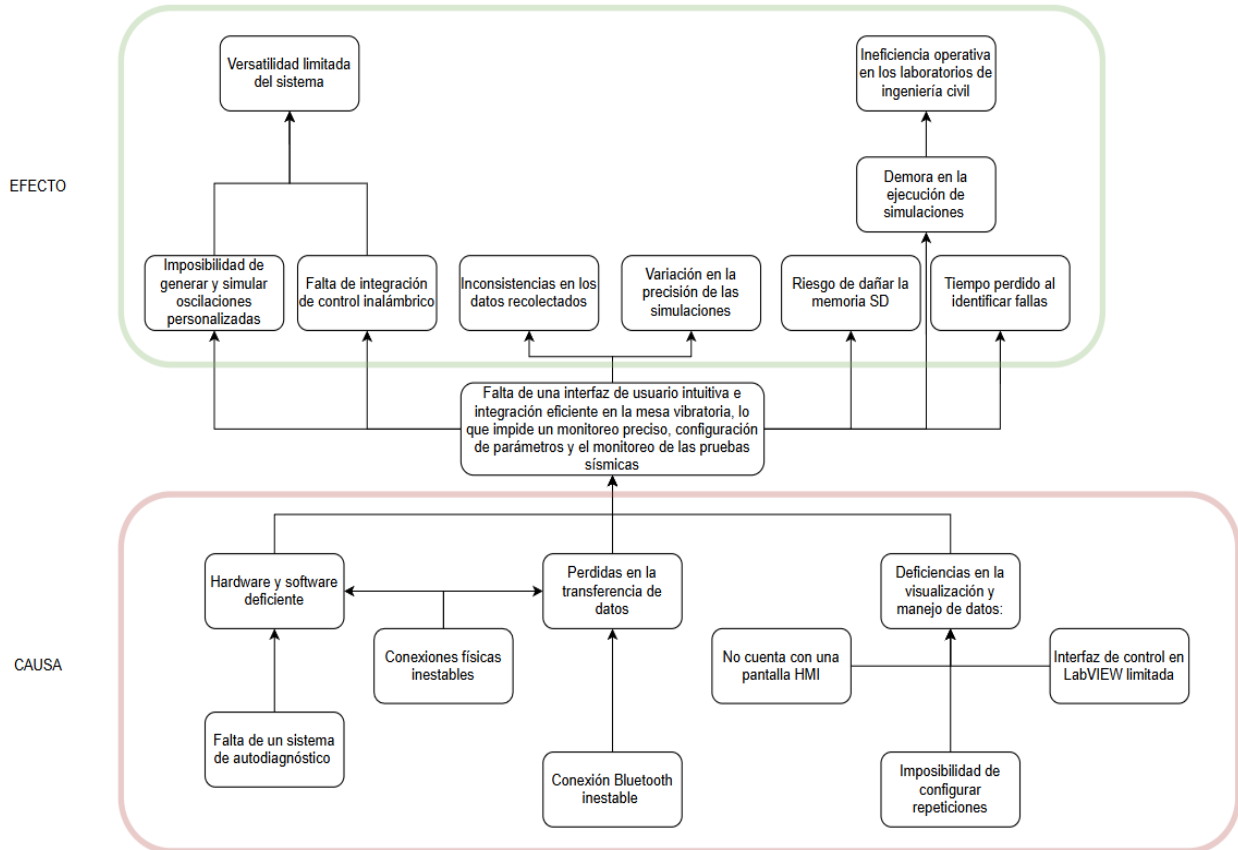
La mesa vibratoria del laboratorio de la carrera de Ingeniería Civil presenta una serie de limitaciones significativas en el sistema de gestión y monitoreo (ver figura 2.1), su rendimiento actual limita el aprovechamiento de todas las capacidades del equipo para su uso en prácticas de laboratorio.

El equipo de laboratorio tiene deficiencia en la interfaz de usuario, que impacta directamente en la experiencia de uso y manipulación. La ausencia de una interfaz local que ayude a visualizar el estado operativo de la mesa dificulta tanto la identificación de aspectos crítico, el estado de funcionamiento, el tipo de evento sísmico en ejecución y la conectividad de los puertos de la tarjeta de gestión.

La interfaz actual en LabVIEW presenta limitaciones, no permite previsualizar los patrones sísmicos antes de su ejecución lo cual obliga a los usuarios a recordar manualmente los archivos y no tiene otras configuraciones como la especificación de repeticiones. Además la transferencia de datos mediante una memoria SD requiere el uso de MATLAB para su normalización, lo que aparte de complicar el proceso también expone el equipo a riesgos por descargas estáticas o daños en la conexión de la memoria.

Otro punto negativo del equipo es la inestabilidad de la conexión Bluetooth y la dependencia de una computadora principal para la operación lo cual limita la autonomía del sistema.

FIGURA 2.1 Árbol de causa efecto



FUENTE: Elaboración propia, 2025

2.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

Una vez se tiene clara la problemática del proyecto y a su vez se puede realizar un árbol de problemas con las causas y efectos, se puede formular la siguiente pregunta de investigación:

¿Con el desarrollo de un sistema de gestión y monitoreo para la mesa vibratoria se podrán subsanar las deficiencias existentes en el equipo, mejorando la visualización e interpretación de datos a través de una interfaz intuitiva, optimizando su eficiencia y usabilidad en pruebas de movimientos sísmicos, y facilitando su manejo en el laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad del Valle, sede Cochabamba?

3. JUSTIFICACION

3.1. JUSTIFICACION TECNICA

La implementación de un sistema de gestión y monitoreo más sofisticado para la mesa vibratoria mejorará aspectos como la exactitud, la conectividad y la facilidad de uso, la optimización del sistema de gestión y monitoreo mejorara la eficiencia del equipo, mientras que la integración de un software con interfaz interactiva permitirá una gestión más dinámica y flexible de las simulaciones sísmicas, esto ayudando a reducir errores, al igual que facilitara la configuración de parámetros y mejorará la capacidad de manejar patrones de sismos, también la optimización del sistema ayudara con otros problemas del equipo como la detección de fallas y la transferencia de datos por algún medio como ser de manera inalámbrica por bluetooth o WiFi o de manera alámbrica, como también incrementará la eficiencia operativa, proporcionando resultados más exactos y confiables para el análisis estructural y simulación en los laboratorios de la carrera de ingeniería civil.

3.2. JUSTIFICACION ACADEMICA

La optimización de la mesa vibratoria representa una contribución significativa para los laboratorios de la carrera de ingeniería civil, al mejorar la precisión, la confiabilidad de las simulaciones sísmicas como también la visualización de datos y gráficos. Esto proporcionará a los estudiantes una herramienta más realista para evaluar el comportamiento de las estructuras bajo diferentes condiciones, al ser más intuitiva y accesible, la mesa vibratoria optimizada reforzará la capacidad de experimentación práctica en los laboratorios, de esta manera, impactará positivamente en la formación académica mediante un sistema de monitoreo eficiente y fácil de utilizar.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un sistema de monitoreo y gestión para la mesa vibratoria unidimensional existente en los laboratorios de Ingeniería Civil, de la Universidad Privada del Valle, sede Cochabamba, destinada a la simulación de movimientos sísmicos.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer los fundamentos teóricos necesarios para ser aplicados en el desarrollo del presente proyecto.
- Analizar las deficiencias del sistema actual para determinar las limitaciones que afectan la precisión, estabilidad y usabilidad del sistema.
- Determinar las tecnologías y métodos actuales para la gestión y monitoreo de mesas vibratorias y la simulación de escalas sísmicas, identificando soluciones aplicables.
- Seleccionar los equipos adecuados para asegurar el correcto funcionamiento del equipo.
- Elaborar un software con interfaz interactiva que facilite la configuración de parámetros, la visualización de patrones sísmicos y el autodiagnóstico de fallas.
- Evaluar el funcionamiento del sistema optimizado bajo diferentes condiciones de prueba.

5. MARCO TEORICO

5.1. MESA SISMICA O VIBRATORIA

“Las mesas vibratorias son herramientas cruciales para estudiar el desempeño de estructuras ante acciones sísmicas. Estos dispositivos se han convertido en una parte fundamental para la ingeniería sismorresistente y han demostrado ser efectivos para estudiar modelos dinámicos estructurales complejos. Uno de los aspectos más importantes que se deben considerar en la implementación de una mesa vibratoria es el sistema control necesario para reproducir precisamente los movimientos sísmicos. A partir de una extensa revisión de la literatura disponible, en este artículo se describen y discuten algunos de los sistemas de control más utilizados en diferentes tipos de mesas vibratorias utilizadas en el mundo. Con base en el análisis de los alcances, ventajas y limitaciones de los sistemas de control estudiados también se indican los controles con gran potencial de implementación en mesas vibratorias de uno y varios grados de libertad.” (Bernal et al., 2015).

“La clasificación que reciben las mesas vibratorias es muy variada debido a que no existe una regulación al respecto. Generalmente las mesas vibratorias se pueden clasificar según su tamaño, tipo de actuador, grados de libertad, frecuencias de operación, ubicación (en interiores o exteriores), entre otras. Las mesas vibratorias clasificadas según su tamaño se dividen en pequeñas (menores a $9 m^2$), medianas (entre $9 m^2$ y $81 m^2$) y grandes (mayores de $81 m^2$). Los

actuadores comúnmente utilizados en mesas vibratorias son de tipo servo-hidráulico, servo-eléctrico, mecánico, neumático, etc. Los grados de libertad que puede tener una mesa vibratoria entre uno y seis grados de libertad. Según la frecuencia o aceleración máxima de simulación de una mesa vibratoria, ésta se clasifica como para uso educativo, investigativo o análisis a nivel real. Las mesas vibratorias actuales usan actuadores y sistemas computacionales avanzados para simulaciones de sismos reales o artificiales. En los últimos años, las mesas vibratorias se han convertido en una herramienta eficiente para estudiar los efectos de los sismos sobre las estructuras. Los resultados que han sido analizados en este tipo de ensayos dinámicos han sido fundamentales para validar, calibrar y complementar gran variedad de modelos de predicción que se utilizan para análisis y diseño reglamentario.” (Ruiz, 2013)

5.2. HISTORIA Y EVOLUCION DE MESAS VIBRATORIAS

Se presentara de manera corta un poco de la historia de las mesas vibratorias a lo largo de la historia, dicha información fue traducida y extraída del documento (Severn et al., 2012), en el cual dice que “El objetivo es demostrar que las mesas de vibración han aportado una contribución esencial a la ingeniería sísmica desde que se empezó a estudiar el tema en torno a 1890. Quienes utilizan estas instalaciones experimentales como ayuda para el diseño o para respaldar un estudio teórico deben comprender los errores que pueden producirse. Básicamente, se trata de controlar la mesa de vibración para garantizar que el movimiento previsto se impone realmente a la pieza de ensayo, sin que lo altere el sistema electromecánico que se utiliza para producirlo.

Durante el periodo 1890-1950 las necesidades prácticas de la industria de la construcción produjeron una variedad de mesas de agitación para responder a problemas inmediatos. La mano de obra que movía las piezas de ensayo de un lado a otro a lo largo de una pista preestablecida pronto fue sustituida por un motor eléctrico que producía un movimiento armónico. Más tarde, un péndulo que golpeaba la mesa por uno de sus extremos, resistido por un conjunto de muelles en el otro, proporcionaba un movimiento más realista, produciendo un pico inicial agudo seguido de una vibración decreciente. Una variante de este sistema eran los muelles situados en ambos extremos, uno de los cuales se comprimía y soltaba, reaccionando contra el otro.

Aunque la idea de un cilindro lleno de aceite controlado eléctricamente que contuviera un pistón que actuara sobre la mesa se introdujo a principios de la década de 1930, acompañada del uso de un registro real de terremotos como entrada, el desarrollo de la tecnología de apoyo necesaria se vio interrumpido por la guerra de 1939-45.

No fue hasta mediados de la década de 1960 cuando los actuadores electrohidráulicos, acompañados de ordenadores digitales, comenzaron a dominar los sistemas de actuación utilizados en las mesas de sacudidas, dando lugar hoy en día al uso de sistemas de control adaptativos que permiten el estudio del comportamiento no lineal. Aun así, el tamaño de la mesa que podía construirse restringía su uso al estudio de modelos a escala para los que rara vez podían satisfacerse completamente las leyes de escalado. Este problema se ha resuelto recientemente en Estados Unidos y Japón con la construcción de mesas muy grandes capaces de probar sistemas a escala real. En términos más generales, se ha prestado gran atención en todo el mundo al enfoque de la «subestructuración», en el que la parte crucial, a menudo relativamente pequeña, de la estructura se prueba en la mesa de sacudidas (o de otro modo), y la parte más grande se modela numéricamente en un ordenador. Sin embargo, los problemas de control siguen siendo motivo de preocupación en todo el mundo.”

5.3. MOVIMIENTOS SISMICOS

“La teoría de la tectónica de placas ayuda a comprender el porqué del movimiento relativo entre ellas; también, cómo esa gran deformación y fuerzas de fricción se originan en las fronteras de la corteza. Esto provoca que el material del que están constituidas las placas finalmente se fracture y provoque, en la mayoría de los casos, desplazamientos súbitos o perturbaciones, lo cual constituye la antesala de lo que en la superficie terrestre se conoce como un sismo.

El movimiento relativo entre las placas tectónicas origina que grandes esfuerzos se concentren principalmente en sus límites y se deforme el medio. Esto funciona como grandes resortes que van acumulando energía potencial –a lo que en sismología se le llama energía sísmica–. Se acumulará tanta como el límite elástico del medio lo permita, hasta que se rompa, se fracture o se disloque, es decir, se desplace súbitamente y origine un sismo. Este proceso elástico y dinámico fue estudiado en 1906 por el geofísico estadounidense Harry F. Reid, después del sismo de San Francisco. Sus observaciones en esta zona donde se encuentra la falla de San Andrés le permitieron proponer formalmente la teoría del rebote elástico.

Los temblores se originan por movimiento, fricción y deformación de las placas tectónicas. El primero provee energía, el último la almacena, y la fricción es un precursor importante en el proceso. Dado que un sismo es el efecto de una perturbación que ocurre ya sea en la superficie o en el interior de la Tierra, al lugar donde se origina la perturbación se le conoce como fuente sísmica, foco o hipocentro.” (Espíndola Castro & Pérez Campos, 2018)

“Las escalas de magnitud e intensidad se utilizan para cuantificar y medir los temblores. La magnitud fue originalmente propuesta por Charles Richter en 1935, quien estableció una ecuación logarítmica. Existen varios tipos de magnitud, estimados a partir de diferentes fases sísmicas. Hoy la más usada es la magnitud de momento sísmico (M_w), que se determina a partir de la cantidad proporcional al área de ruptura (esto es, al tamaño de la falla geológica que se rompió) y al deslizamiento que ocurra en la falla. Su estimación es compleja y puede llevarse a cabo empleando diversos métodos y tipos de datos. Esta magnitud fue propuesta en 1979 por los sismólogos Thomas Hanks y Hiroo Kanamori, del Instituto de Tecnología de California. La magnitud también refleja la cantidad de energía liberada en el sismo. Entre cada unidad de magnitud hay una diferencia de 32 veces; por ejemplo, un sismo de magnitud 8.0 irradia 32 veces más energía que uno de 7.0 de magnitud y 1024 veces más que uno de 6.0 de magnitud. Por otro lado, los primeros intentos para clasificar los temblores se hicieron a partir de sus efectos. En 1902 el físico italiano Giuseppe Mercalli propuso una tabla revisada en 1931, a la cual se le llama escala modificada de Mercalli que consta de 12 niveles, expresados en números romanos. El i indica que el movimiento sólo fue sentido por algunas personas. La escala llega hasta el xii, que se refiere a la destrucción total. Los datos generados de la escala modificada de Mercalli son muy útiles, principalmente para los constructores; sin embargo, hoy los registros sísmicos de aceleración proporcionan más información respecto al comportamiento del suelo, por lo que esta escala es poco usada para ese fin.”(Espíndola Castro & Pérez Campos, 2018)

5.4. SENSORES

Los sensores tienen diversas formas de ser definidos esto según el autor o la persona que de su opinión, algunas de las definiciones que se le da son:

“Un sensor es cualquier dispositivo que detecta una determinada acción externa. Los sensores existen desde siempre, y nunca mejor dicho, porque el hombre los tiene incluidos en su cuerpo y de diferentes tipos. El hombre experimenta sensaciones como calor o frío, duro o blando, fuerte o flojo, agradable o desagradable, pesado o no. Y poco a poco le ha ido añadiendo adjetivos a estas sensaciones para cuantificarlas como frígido, fresco, tibio, templado, caliente, tórrido. Es decir, que día a día ha ido necesitando el empleo de magnitudes medibles más exactas.” (Mayné, 2003)

“Es un dispositivo diseñado para captar un estímulo de su entorno y traducir esa información que recibe. Esa información recibida es normalmente convertida a un impulso eléctrico que posteriormente es procesado por una serie de circuitos que generan una acción

predeterminada en un aparato, sistema o máquina. Es un artefacto que en algunas aplicaciones transforma una clase de información en otra que se quiere medir o controlar.” (sdindustrial, 2021)

“Un sensor es un dispositivo que convierte una variable física que se desea medir en una señal eléctrica que contiene la información correspondiente, ya sea modulada en tensión, corriente o frecuencia. Para ello el sensor suele ir acoplado a un circuito acondicionador de señal, que convierte la señal del sensor a valores adecuados para que dicha señal se pueda procesar, registrar o presentar. En general, este circuito electrónico amplifica, filtra, adapta impedancias, y modula o demodula la señal.”(Rodríguez Araújo, 2009)

En otras palabras se puede concluir que los sensores son dispositivos que puede captar alguna variable física existente en su entorno la cual puede ser traducida directamente a una señal eléctrica la cual tiene dicha información capturada y modulada en corriente o voltaje que luego por medio de circuitos electrónicos puede ser traducida a valores reales y con ello poder registrar y visualizar dichos valores.

5.5. MICROCONTROLADORES

Al igual que los sensores, el microcontrolador puede tener muchas definiciones pero una de ellas es la que da IBM (International Business Machines), la cual explica que “Una unidad microcontroladora (MCU) es esencialmente un pequeño ordenador en un solo chip. Está diseñado para gestionar tareas específicas dentro de un sistema integrado sin necesidad de un sistema operativo complejo.

Estos circuitos integrados (CI) compactos contienen un núcleo (o núcleos) de procesador, una memoria de acceso aleatorio (RAM) y una memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM) para almacenar los programas personalizados que se ejecutan en el microcontrolador, incluso cuando la unidad está desconectada de una fuente de alimentación.

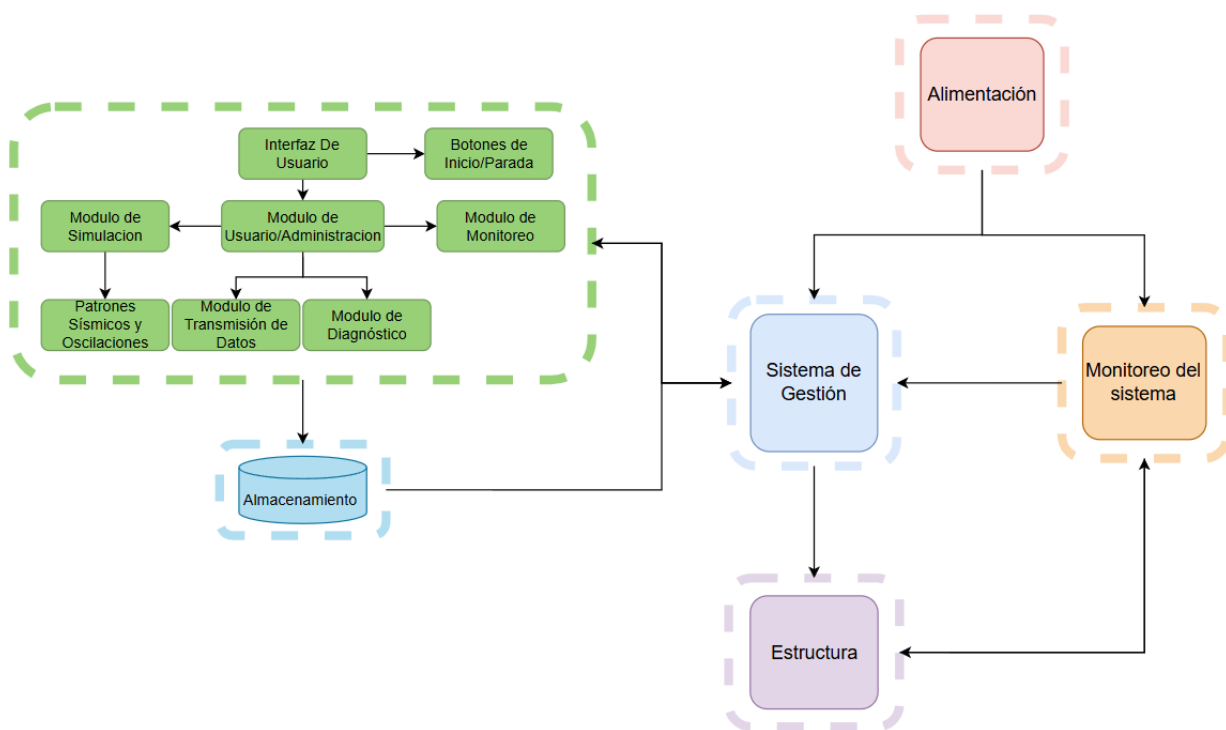
A diferencia de los microprocesadores de propósito general, los microcontroladores integran procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida (E/S), incluidos temporizadores, contadores y convertidores analógico-digitales (ADC), en una unidad autónoma eficiente y rentable. Al combinar varios componentes en un solo sistema, los microcontroladores son adecuados para aplicaciones que requieren procesamiento de señales en tiempo real, como controlar motores y servos e interactuar con varios tipos de sensores y comunicaciones.”(Schneider & Smalley, 2024)

6. PROPUESTA DE INGENIERIA

El proyecto buscara optimizar el funcionamiento de una mesa vibratoria unidimensional en un laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad del Valle, sede Cochabamba, sin necesidad de modificar su estructura mecánica. Asimismo, se busca mejorar la exactitud de las simulaciones sísmicas mediante un sistema de gestión y monitoreo que incorporará sensores para la recopilación de datos y una interfaz que facilite su visualización.

El sistema estará monitoreado por una plataforma central encargada de gestionar la interfaz de usuario, el almacenamiento de datos. Además, se implementará una interfaz intuitiva para configurar parámetros, visualizar información y mejorar la interacción de los estudiantes con el sistema al tener una interfaz más amigable e intuitiva y de igual forma se integrará un módulo de gestión para registrar eficientemente las pruebas y permitir su análisis posterior.

FIGURA 6.1 Diagrama Funcional del Proyecto



FUENTE: Elaboración propia, 2025

Alimentación: El sistema de alimentación será el encargado de suministrar la energía necesaria para el correcto funcionamiento de todos los componentes electrónicos y mecánicos de la mesa vibratoria. Para ello, se empleará una fuente de alimentación que convertirá la

corriente alterna en corriente continua al igual que un regulador para posibles necesidades futuras, garantizando una entrega estable de energía a los distintos módulos del sistema, incluyendo los actuadores, sensores y módulos o sistema de gestión.

Monitoreo del Sistema: El monitoreo del sistema es muy importante, esto para poder para garantizar que la simulación sísmica se ejecute de manera correcta. Para ello, se implementará un sistema de monitoreo que permitirá medir y registrar las variables clave del movimiento de la mesa vibratoria, asegurando que los desplazamientos y vibraciones se correspondan con los parámetros establecidos. La información obtenida será procesada por el sistema de gestión para realizar ajustes y se pueda visualizar en la interfaz de usuario. Además, estos datos serán almacenados para su análisis posterior, permitiendo evaluar el desempeño del sistema y mejorar su funcionamiento.

Sistema de gestión: El sistema de gestión actuara como el núcleo de la operación, encargándose de procesar los datos recibidos, ejecutar algoritmos de control y coordinar la comunicación entre los diferentes módulos. Se implementará una unidad central de procesamiento que gestionará la interfaz de usuario, el almacenamiento de datos y la ejecución de comandos. Junto a esta, un microcontrolador adicional se encargará de la generación de señales para el control del motor y la lectura de sensores. Ambos trabajarán en conjunto para asegurar una respuesta eficiente del sistema.

Estructura: La estructura del equipo no sufrirá modificaciones de su diseño original, se espera mantener los actuadores y mecanismos actuales para la ejecución del movimiento que ya presenta el proyecto. Sin embargo, se considerará la posibilidad de mejoras a largo plazo para corregir problemas mecánicos, como las holguras en el sistema de transmisión de movimiento.

Interfaz de Usuario: La interfaz de usuario es el principal problema del sistema actual, por lo que su implementación es importante para optimizar el uso de la mesa vibratoria.

Para mejorar la interacción con el sistema, se diseñará una interfaz de usuario que optimice la configuración y visualización de las simulaciones sísmicas. Se incluirá una pantalla interactiva conectada al sistema de gestión que permitirá modificar los tipos de parámetros o algunas opciones predeterminadas para ver el funcionamiento de la mesas sísmica. También se integrarán botones para iniciar y detener la simulación, junto con un sistema de seguridad que permitirá detener el sistema en caso de fallas.

La interfaz estará estructurada en diferentes módulos para mejorar la interacción y funcionalidad del sistema:

- Interfaz de usuario: Medio principal de interacción, permitiendo el acceso a configuraciones, monitoreo de datos y sistema.
- Botones de Parada/Inicio: Se incluirán botones para encender y apagar la mesa vibratoria, además del botón de emergencia para detener el sistema en situaciones críticas.
- Módulo de usuario y administración: Gestionará los niveles de acceso, asegurando que solo el personal autorizado pueda modificar parámetros clave.
- Módulo de monitoreo: Mostrará información en tiempo real sobre el estado de la mesa, gráficos de aceleración y posición, y permitirá visualizar los patrones sísmicos antes de su ejecución.
- Módulo de diagnóstico: Implementará un sistema de autodiagnóstico para detectar fallos reduciendo así tiempos de mantenimiento y mejorando la confiabilidad del equipo.
- Módulo de transmisión de datos: Permitirá la exportación e importación de patrones sísmicos y datos de simulación a dispositivos externos mediante el almacenamiento del RaspBerry Pi o conexión inalámbrica.
- Módulo de simulaciones: Este módulo permitirá al usuario tener opciones como reproducir patrones preajustados, patrones sísmicos externos u oscilación con amplitud y frecuencia específicas.

Gestión de datos: Este se encargara del almacenamiento y procesamiento de la información generada durante las simulaciones, para ello se guardaran los datos obtenidos en el almacenamiento del sistema de gestión , donde se registrarán los parámetros de cada prueba, incluyendo los valores de los sensores y las configuraciones establecidas por el usuario, dicha información será útil para realizar análisis posteriores, evaluar el desempeño del sistema y comparar diferentes escenarios de simulación, también la interfaz de usuario permitirá acceder a los registros almacenados, facilitando su consulta haciendo así que este bloque asegure que los datos generados sean organizados de manera eficiente.

6.1. ALCANCES

- Se diseñará un sistema de parada de emergencia para garantizar la seguridad durante las simulaciones.
- Se creará una interfaz gráfica interactiva que permitirá configurar parámetros, visualizar datos y realizar simulaciones de manera intuitiva.
- Se incluirá una función de autodiagnóstico para identificar fallos, como desconexiones de cables, problemas de alimentación eléctrica o errores de memoria.

- Se optimizará la transferencia de datos mediante protocolos más confiables y estables, como Wi-Fi o conexión USB.
- Se desarrollarán funcionalidades para simular patrones sísmicos personalizados con frecuencias y amplitudes específicas.
- Se implementará un sistema para visualizar los patrones sísmicos antes de ejecutarlos.
- Se integrará un sistema de monitoreo y gestión de datos para que los estudiantes tengan un equipo mas intuitivo en uso y manipulación.

6.2. LIMITACIONES

- Se mantendrán limitaciones en el rango de frecuencias y amplitudes que la mesa podrá simular debido a restricciones mecánicas y electrónicas.
- Se requerirá una alimentación eléctrica mayor para el funcionamiento del circuito electrónico y el motor.
- La mesa vibratoria seguirá siendo unidimensional, limitando la simulación de movimientos en más de un eje.
- Se tendrá una capacidad de memoria limitada para almacenar patrones sísmicos complejos o en gran cantidad.
- Se presentarán restricciones en la conectividad inalámbrica debido a posibles interferencias o inestabilidad en la señal Bluetooth o Wi-Fi.
- Podrán existir retrasos en la visualización de datos en tiempo real debido a la velocidad de procesamiento o transmisión de información.
- La precisión del sistema podrá disminuir con el tiempo debido al desgaste natural de los componentes mecánicos.
- El uso del equipo estará limitado por su manipulación dentro de la rúbrica de la carrera de Ingeniería Civil durante la gestión.
- La optimización del equipo se limitará a no modificar la parte mecánica ni la estructura del equipo.

7. METODOLOGIA

7.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Para el proyecto se utilizará el enfoque cuantitativo será el principal utilizado en este proyecto, dado que permite recopilar y analizar datos relacionados con el desempeño de la mesa vibratoria que se busca optimizar, dicho enfoque puede llegar a ser fundamental para evaluar

parámetros importantes como la precisión de los movimientos, la estabilidad del sistema y la efectividad de las simulaciones sísmicas, proporcionando resultados concretos.

Con la recopilación de datos numéricos durante las pruebas experimentales, se obtendrá una visión clara del impacto de las mejoras implementadas en el sistema de gestión y monitoreo, permitiendo validar los resultados de manera estadística o comparativa, esto pudiendo respaldar las conclusiones con evidencia sólida y cuantificable que sea aplicable como resultados para los laboratorios de la carrera de ingeniería civil.

7.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto tendrá un enfoque de investigación experimental, ya que implica la implementación y evaluación de mejoras mediante pruebas prácticas monitoreadas. Este tipo de investigación permite manipular variables específicas, como la precisión del movimiento de la mesa vibratoria y la interacción con la interfaz de usuario, con el propósito de analizar su impacto en la calidad de las simulaciones sísmicas.

Con este tipo de investigación se buscará validar la optimización del sistema, asegurando que las mejoras implementadas logren superar las limitaciones que presenta el equipo, se utilizará este tipo de investigación para el proyecto ya que se requiere comprobar la eficacia de la solución del sistema de gestión y monitoreo mediante el análisis de los resultados experimentales.

7.3. MÉTODO DE INVESTIGACION

El método que se utilizará será el deductivo, este parte de principios generales al igual que conocimientos previos adquiridos sobre programación, interfaces de usuario, esto para llegar a conclusiones específicas aplicadas a la optimización del equipo, el método deductivo permitirá aplicar teorías y fundamentos para desarrollo y evaluación del sistema desarrollado, para luego proporcionar comparativas para interpretar los resultados obtenidos en las pruebas experimentales con lo que se espera.

Con el método deductivo se podrán realizar conclusiones claras a partir de las pruebas realizadas y obtenidas con las cuales se podría garantizar que cada mejora implementada esté respaldada por pruebas que demuestran su eficiencia, esto también facilita la comparación de los resultados obtenidos con los parámetros de desempeño esperados según lo existente, asegurando que el desarrollo cumpla con los objetivos planteados al igual que su correcto funcionamiento para los laboratorios de la carrera de ingeniería civil.

7.4 TÉCNICAS

La técnica empleada será la experimentación ya que permitirá analizar de forma práctica el desempeño del sistema optimizado bajo condiciones específicas o ciertas pruebas que se realicen en los laboratorios de ingeniería civil, dichas pruebas monitoreadas se realizarán para evaluar aspectos importantes, como la exactitud del movimiento, la estabilidad del sistema, la conectividad de la interfaz desarrollada y la calidad de las simulaciones sísmicas con respecto a datos que ya se tienen o se esperan.

Durante estas pruebas se manipularán variables como los parámetros de funcionamiento del equipo y las configuraciones del software para medir de la mejor manera el funcionamiento de las mejoras del sistema, esta técnica asegurara que los resultados que se obtengan ayudarán a proporcionar una herramienta confiable para los laboratorios de ingeniería civil.

7.5 FUENTES

Para el desarrollo de la documentación del proyecto, las referencias bibliográficas utilizadas serán:

- Fuente Primarias: Estas proporcionaran datos de primera mano cómo ser libros, documentos escritos originales, artículos, etc.
- Fuentes secundarias: Como artículos académicos y como última opción el uso de información de la web.

8. INDICE TENTATIVO

RESUMEN

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

1.3.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

1.3.3 JUSTIFICACION SOCIAL

1.3.4 JUSTIFICACIÓN ACADEMICA

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.5 ALCANCE DEL PROYECTO

1.5.1 ALCANCE

1.5.2 LIMITACIONES

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 MESAS VIBRATORIAS O SISMICAS

2.1.1 TIPOS DE MESAS VIBRATORIAS

2.2 HISTORIA Y EVOLUCION DE LAS MESAS VIBRATORIAS

2.3 MOVIMIENTOS SISMICOS

2.3.1 ESCALAS SISMICAS

2.3.2 PATRONES DE MOVIMIENTO

2.4 SENSORES

2.4.1 SENSORES DE POSICION

2.4.2 SENSORES DE ACELERACION

2.5 ACTUADORES

2.5.1 MOTOR DC

2.6 MEDIOS DE TRANSMISION DE DATOS

2.6.1 TRANSMISION INALAMBRICA

2.6.1.1 TRANSMISION POR BLUETOOTH

2.6.1.2 TRANSMISION POR WIFI

2.6.2 TRANSMISION CABLEADA

2.7 MICROCONTROLADORES Y MICROPROCESADORES

2.7.1 ESP32

2.7.2 RASPBERRY PI

2.8 ADQUISICION Y PROCESAMIENTOS DE DATOS

2.8.1 CONVERSORES ANALOGICO DIGITAL (ADC)

2.8.2 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN (I2C, SPI, UART)

2.9 ALIMENTACIÓN ELECTRICA

2.9.1 FUENTES CONMUTADAS

2.9.2 ALIMENTACION POR USB

2.10 PLACA PCB

2.11 SOFTWARE Y PROGRAMACION

2.11.1 LENGUAJES DE PROGRAMACION

2.11.2 IDE DE ARDUINO

2.11.3 SISTEMAS OPERATIVOS PARA MICROPROCESADORES

2.12 INTERFAZ USUARIO

2.12.1 INTERFAZ LOCAL Y REMOTA

2.12.2 DISEÑOS DE INTERFACES GRAFICAS (GUI)

CAPITULO III

3 PROPUESTA DE INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO

3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES

COCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

GLOSARIO

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TABLA 9.1 Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Investigación sobre sistemas de control y gestión de mesas vibratorias																
Análisis de funcionamiento e implementación del RaspBerry Pi																
Programación de la interfaz gráfica del RaspBerry Pi y comunicaciones																
Implementación del RaspBerry Pi a la mesa vibratoria																
Pruebas iniciales del sistema completo																
Evaluar el prototipo y analizar los resultados de las experiencias																
Elaboración del documento final																
Presentación del proyecto																

FUENTE: Elaboración propia, 2025

10. BIBLIOGRAFIA

- Bernal, M., Aponte, J., & Carrillo, J. (2015). Sistemas de control para mesas vibratorias: Una revisión crítica. *Ingeniería y Desarrollo*, 33(2), 331-355. <https://doi.org/10.14482/inde.33.2.5865>
- CENAPRED. (2016). *¿Qué es una mesa vibradora?* #CENAPRED. gov.mx. <http://www.gob.mx/cenapred/articulos/que-es-una-mesa-vibradora-cenapred>
- Espíndola Castro, V. H., & Pérez Campos, X. (2018). *¿Qué son los SISMOS, dónde ocurren y cómo se miden?*
- Mayné, J. (2003). *Sensores Acondicionadores y Procesadores de señal.*
- Rodríguez Araújo, J. (2009). *Sensores.*
- Ruiz, N. M. B. (2013). *Automatización del Equipo de Simulación Sísmica Uniaxial del Laboratorio de Estructuras.*
- Schneider, J., & Smalley, I. (2024, junio 4). *¿Qué es un microcontrolador?* | IBM. <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/microcontroller>
- sdindustrial. (2021, junio 25). *Sensores: Qué son, cómo funcionan, características y tipos.* <https://sdindustrial.com.mx/blog/sensores/#%C2%BFQue-es-un-sensor>

Severn, R. T., Stoten, D. P., & Tagawa, Y. (2012). *The Contribution Of Shaking Tables To Earthquake Engineering*.