

# **Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente**

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

---

**Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales**

**Maestría en Ingeniería de Productos y Procesos**



## **DISEÑO Y DESARROLLO DE MECANISMO DE SUJECIÓN Y ALINEACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE CPU EN SERVIDORES.**

Trabajo recepcional que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería de  
Productos y Procesos

Presenta: Carlos Daniel Alvizo Flores

Asesor: Dr. Cesar Real Diez Martínez

Tutor: Francisco Javier Colorado Alonso

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. 29 de abril de 2024.

## Tabla de contenidos

<b>Haga clic aquí para escribir texto.</b> .....	<b>1</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>4</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Fundamentación del trabajo</b> .....	<b>7</b>
1.1. Identificación y caracterización del problema a atender .....	9
1.2 Contexto de la organización, equipo de investigación, comunidad .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Contexto del entorno .....	11
1.4 Análisis causa-efecto .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Matriz de marco lógico del problema .....	15
1.6 Objetivos de la intervención/investigación .....	16
1.7. Delimitaciones y área funcional por intervenir .....	16
1.8 Justificación y pertinencia del trabajo .....	17
<b>2. Marco conceptual o de referencia</b> .....	<b>18</b>
2.1. Estado de la cuestión .....	20
2.2. Conceptos y enfoques teóricos relacionados .....	21
2.3. Herramientas tecnológicas o de innovación consideradas en el trabajo .....	23
<b>3. Soluciones conceptuales e ingeniería previa</b> .....	<b>24</b>
<b>4. Estrategia de desarrollo de ingeniería de detalle</b> .....	<b>31</b>
4.1. Justificación de la estrategia metodológica o de intervención/investigación .....	32
4.1.1. Consideraciones costo/beneficio de la estrategia .....	33
4.2. Herramientas e instrumentos .....	34
4.3. Muestra o sujetos de investigación .....	35
4.4. Etapas del proceso de aplicación de la intervención/investigación .....	36
4.4.1. Cronograma de trabajo .....	37

4.4.2. Plan de manejo de riesgos .....	39
4.5. Metas de información .....	40
<b>5. Exposición y análisis de resultados y hallazgos .....</b>	<b>41</b>
5.1. Sistematización y aplicación de escalas de medición .....	41
5.2. Organización de la información obtenida.....	41
5.3. Impacto de la estrategia en la solución del problema.....	43
<b>6. Discusión final .....</b>	<b>53</b>
6.1. Consecuencias de la aplicación de la estrategia de innovación .....	54
6.1.1. Aspectos de mejora para intervenciones subsecuentes .....	55
6.2. Relevancia y trascendencia disciplinaria del caso.....	56
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>57</b>
<b>Índice de materias.....</b>	<b>59</b>
<b>índice de figuras .....</b>	<b>3</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>3</b>
<b>Índice de siglas .....</b>	<b>4</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las personas que han sido fundamentales en el desarrollo de este proyecto y en mi crecimiento personal y profesional.

En primer lugar, quiero dedicar un agradecimiento especial a mi amada esposa Cristina, cuyo apoyo inquebrantable ha sido la roca sobre la cual he construido este proyecto. A lo largo de estos tres años, su presencia amorosa y su ánimo constante han sido mi ancla en los momentos de duda y agotamiento. A pesar de las largas horas y el intenso trabajo que este proyecto ha demandado, ella siempre ha estado ahí, brindándome su amor, su aliento y su apoyo incondicional. No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo lo que ha hecho por mí. Cristina, este logro es también tuyo, tu constante motivación y comprensión han sido mi mayor impulso para superar cualquier obstáculo y perseverar en este camino.

A mis queridos padres, Raquel y Juan, les debo una gratitud eterna. Su sacrificio y dedicación por brindarme las mejores oportunidades a través de la educación han sido la piedra angular de mi camino. Siempre estaré agradecido por su inquebrantable apoyo.

A mi tutor, el Mtro. Francisco Colorado, y a mis estimados asesores, el Dr. Cesar Real y la Mtra. Hilda Vallín, les agradezco profundamente por su guía experta, su paciencia infinita y su constante aliento a lo largo de este proyecto. Su sabiduría y orientación han sido invaluable para alcanzar cada meta y superar cada desafío.

De igual manera, mi más sincero agradecimiento al Dr. Carlos González, a mis maestros y compañeros de camino, cuya colaboración, comprensión y compañerismo han hecho posible este logro. En los momentos de incertidumbre, su apoyo incondicional me recordó que no estaba solo en este viaje.

Finalmente, quiero agradecer a todas las personas del ITESO y al apoyo del programa PSNA que han sido fundamentales para concluir este camino.

Gracias a todos por ser parte de este importante capítulo de mi vida y por creer en mí.

¡A todos, gracias de corazón!

## Resumen

El presente proyecto tecnológico se enfocó en el diseño y desarrollo de un mecanismo anti-ladeo para la instalación de *Central Processing Unit* (CPU, por sus siglas en inglés), abordando un problema crítico en la industria de la tecnología de la información. A través de un enfoque parametrizado, se exploró el impacto de la posición del mecanismo anti-ladeo en el ángulo de inclinación del CPU durante su instalación.

Los análisis de tolerancias realizados permitieron predecir el rango de inclinación posible del prototipo y sentó las bases una metodología que se puede emplear para nuevos y futuros diseños, proporcionando una comprensión más profunda de las variables que afectan su funcionamiento. Con base en estos análisis, se determinaron los ángulos máximos y mínimos permisibles.

Además, se desarrolló una metodología sistemática para el diseño de mecanismos anti-ladeo, permitiendo la optimización del diseño en función de las diferentes condiciones de frontera y restricciones específicas. Esta metodología ofrece un marco sólido para abordar problemas similares en la industria, destacando su relevancia y trascendencia disciplinaria.

Se reconoce que existen limitaciones en este trabajo, como la escala del prototipo y la naturaleza simulada de los componentes utilizados. Sin embargo, se resalta la importancia de futuras intervenciones para validar estos hallazgos en entornos más cercanos a la realidad.

En última instancia, este trabajo contribuye significativamente al avance del conocimiento en ingeniería mecánica y diseño de dispositivos electrónicos, ofreciendo una solución innovadora y escalable para mejorar el rendimiento y la fiabilidad de los CPU en la industria de la tecnología de la información.

**Palabras clave:** Alineación de contactos en CPU, densidad de señales, optimización del rendimiento, tecnología competitiva, confiabilidad.

## Abstract

The present technological project focused on the design and development of an anti-tilt mechanism for CPU installation, addressing a critical issue in the information technology industry. Through a parametrized approach, the impact of the anti-tilt mechanism's position on the CPU's tilt angle during installation was explored.

Tolerance analyses allowed for the prediction of the prototype's possible tilt range and laid the groundwork for a methodology that can be employed for new and future designs, providing a deeper understanding of the variables affecting its operation. Based on these analyses, maximum and minimum permissible angles were determined.

Furthermore, a systematic methodology for the design of anti-tilt mechanisms was developed, enabling design optimization based on different boundary conditions and specific constraints. This methodology offers a solid framework for addressing similar problems in the industry, highlighting its relevance and disciplinary significance.

It is acknowledged that there are limitations in this work, such as the scale of the prototype and the simulated nature of the components used. However, the importance of future interventions to validate these findings in environments closer to reality is emphasized.

Ultimately, this work significantly contributes to the advancement of knowledge in mechanical engineering and electronic device design, offering an innovative and scalable solution to improve the performance and reliability of CPUs in the information technology industry.

**Keywords:** CPU contact alignment, signal density, performance optimization, competitive technology, reliability.

## 1. Fundamentación del trabajo.

La era tecnológica actual ha presenciado una acelerada evolución en la arquitectura y rendimiento de los sistemas informáticos. En este contexto, la correcta alineación entre los pines del socket y las almohadillas del CPU emerge como un componente crucial para el funcionamiento eficiente y confiable de los servidores. A medida que los sistemas de cómputo se vuelven más potentes y eficaces, la calidad de la alineación de los componentes se convierte en un factor determinante en la optimización del rendimiento general, como mencionó Pat Gelsinger, CEO de Intel, “Las reservas de petróleo definieron la geopolítica de las últimas cinco décadas, pero ahora, las cadenas tecnológicas de suministro serán las más importantes para los siguientes 50 años”, (Pat Gelsinger, 2023).

La problemática subyacente es evidente en la instalación del CPU al socket de la tarjeta madre del servidor. La disposición de los pines del socket en relación con las almohadillas del CPU ha sido identificada como un punto crítico. Los pines posicionados cerca del borde de su almohadilla correspondiente o, en casos menos frecuentes, pines completamente fuera de su contraparte, generan lo que se conoce como contactos abiertos. Esta anomalía en la alineación de estos puede resultar en problemas de conexión eléctrica, traduciéndose en una serie de efectos adversos en el desempeño del servidor como se muestra en la Figura 1.

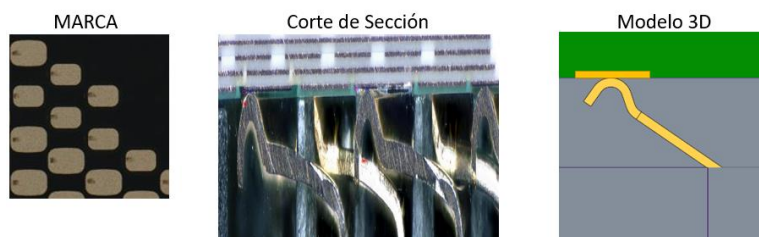
Es crucial comprender que el desafío de la alineación no solo radica en la pérdida de señales eléctricas, sino que su impacto abarca un espectro más amplio. Desde la perspectiva del rendimiento, los contactos abiertos pueden conducir a una inestabilidad del sistema y, en casos extremos, hacer que el servidor sea completamente inoperable. Además, este problema afecta directamente la calidad y confiabilidad del producto final, cuestiones esenciales en un entorno altamente competitivo.

Otra dimensión relevante en esta ecuación es la validación exhaustiva de las funciones de los CPU. Las primeras etapas de desarrollo de un CPU son fundamentales para garantizar un producto de alta calidad. La identificación y resolución temprana de este problema es crucial en este proceso. La validación precisa es un diferenciador clave en la industria, ya que asegura que los productos cumplen con los más altos estándares de rendimiento y confiabilidad. La falta de alineación entre los contactos, si no se aborda adecuadamente, puede comprometer la capacidad de validación y, por ende, la garantía de funcionamiento.

En síntesis, la alineación precisa durante la instalación de las CPU trasciende la interconexión eléctrica, ya que representa un elemento crítico en lo que respecta a la calidad, la confiabilidad y el rendimiento de los sistemas. La convergencia de este desafío con la intensa competencia que caracteriza a la industria, junto con la imperativa necesidad de validación minuciosa, subraya su inusitada relevancia. La optimización de la alineación emerge como un pilar fundamental en la búsqueda de soluciones tecnológicas vanguardistas y fiables en un entorno caracterizado por su perpetua evolución. Es esencial destacar que la magnitud de la fuerza requerida para garantizar un contacto efectivo entre la CPU y el *socket* es directamente proporcional al número de pines involucrados, como mejor describe Geng, Phil en su publicación *Structural Design of LGA Loading Mechanisms for Intel CPU Stack Retention*, “Each socket pin acts as a spring, as shown in Fig. 3. It requires a minimum load of 10 g to ensure electrical performance, and a maximum load of 25 g to ensure no shorting or mechanical failures [3]” [Cada pin del socket actúa como un resorte. Requiere una carga mínima de 10 g para garantizar el rendimiento eléctrico, y una carga máxima de 25 g para garantizar que no haya cortocircuitos ni fallas mecánicas] Geng, Phil. (2019). Por tanto, el aumento en la densidad de pines requiere aplicar una fuerza más significativa en un espacio constante, lo que agrega un grado adicional de complejidad al proceso de alineación entre la CPU y el socket.

**Figura 1.**

Posición de los pines con respecto a las almohadillas.



Fuente: Elaboración propia.

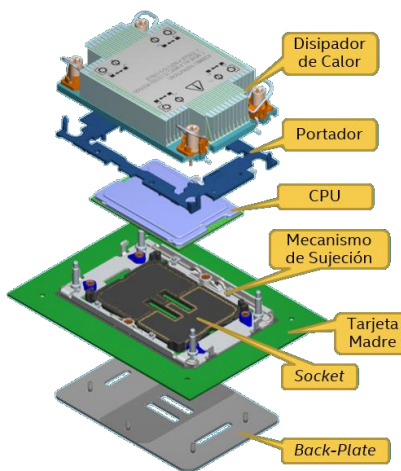
La Figura 1 muestra la comparación entre la posición ideal de los pines con respecto a las almohadillas, como se representa en el modelo 3D, y su ubicación real en una sección lateral, así como en las marcas en las almohadillas ocasionadas durante la instalación. Se observa que los pines quedan cercanos al borde en lugar de estar centrados, lo que puede afectar la calidad y la efectividad del ensamblaje.

### 1.1. Identificación y caracterización del problema a atender.

La dinámica competitiva en la industria tecnológica impulsa una continua evolución en la arquitectura y diseño de las CPU. En este contexto, el desafío crítico que emerge es la optimización de la alineación entre los pines en el socket y las almohadillas en el CPU. Este problema se intensifica debido a la creciente densidad de contactos. Además, es esencial reconocer que otros componentes, como el disipador de calor, el portador y el mecanismo de sujeción, también desempeñan un papel significativo en este proceso. Este aumento en la densidad coloca a los equipos mecánicos en el centro de la innovación, ya que deben garantizar una alineación precisa y eficiente en un espacio limitado como se ilustra en la Figura 2, así como lo reafirma Pat Gelsinger, CEO de Intel, “Vamos a ser la empresa que siga doblando la física, los nuevos transistores, los nuevos materiales”, (Pat Gelsinger, 2023).

**Figura 2.**

Pila de componentes.



Fuente: Elaboración propia.

Los contactos abiertos entre los miles de pines y sus respectivas almohadillas tienen implicaciones directas en la calidad del rendimiento de los servidores. La pérdida de señales eléctricas resultante de esto puede tener un impacto escalonado, desde la pérdida de señales no vitales hasta la parálisis total del servidor. Aunque ciertas señales de tierra pueden parecer redundantes debido a la presencia de múltiples de ellos con la misma función, esta suposición puede ser arriesgada. La pérdida

de cualquier señal podría comprometer la integridad del sistema y, en última instancia, la satisfacción del usuario.

La preocupación por el impacto de una alineación deficiente se extiende a las etapas iniciales del desarrollo de los CPU. La validación exhaustiva de las funciones es esencial para asegurar que los productos cumplan con los estándares de calidad y rendimiento. Esta validación se vuelve aún más crucial en un entorno altamente competitivo, donde las empresas buscan diferenciarse en términos de confiabilidad y rendimiento. La falta de garantía de que el 100% de los ensamblajes sean exitosos puede tener consecuencias sustanciales en el proceso de validación y, en última instancia, en la garantía de funcionamiento de las nuevas generaciones de CPU.

En resumen, la alineación de los CPU durante su instalación se ha convertido en un desafío de importancia crítica en la industria tecnológica actual. El aumento en la densidad de contactos exige soluciones ingeniosas y un enfoque meticuloso en el diseño y desarrollo de componentes de carga y alineación. Además, la pérdida de señales eléctricas y su impacto en la funcionalidad del servidor, junto con las implicaciones en la validación de CPU, resaltan la necesidad de abordar este problema de manera efectiva para garantizar la calidad del rendimiento y la confianza en las soluciones tecnológicas.

## **1.2 Contexto de la organización, equipo de investigación, comunidad.**

En el entorno altamente competitivo de la industria de la tecnología de la información, la creación y mejora constante de los componentes clave es fundamental para mantenerse a la vanguardia. En esta dinámica, la organización se encuentra en el epicentro de la innovación, abordando los desafíos y las demandas en constante evolución de los consumidores y los avances tecnológicos. En este contexto, el equipo de investigación y desarrollo desempeña un papel crucial al enfrentar uno de los problemas más críticos: la optimización de componentes de carga y alineación del CPU.

Dentro de las empresas que desarrollan estos mecanismos, los equipos mecánicos asumen una responsabilidad vital en el diseño y desarrollo de los componentes que garantizan la correcta instalación y funcionamiento de CPU. El equipo ha experimentado una transformación significativa en respuesta a la evolución constante del CPU y sus requerimientos de rendimiento. La densidad de señales aumentó de manera espectacular, pasando de 3647 a 4677 contactos en el mismo espacio en

un lapso corto. Esta innovación trae consigo desafíos complejos, y el equipo mecánico ha estado a la vanguardia para abordarlos.

La optimización de patrones en la posición de los pines y la reducción del tamaño de las almohadillas en el CPU han sido las estrategias clave adoptadas por el equipo para acomodar esta densidad creciente. Sin embargo, esta optimización no está exenta de desafíos. El espacio reducido plantea cuestiones críticas de alineación y conexión eléctrica, lo que a su vez puede resultar en problemas de contacto abiertos. Este entorno de constante innovación y búsqueda de soluciones eficaces coloca al equipo mecánico como vital para garantizar la calidad y la confiabilidad de los productos finales.

El proceso de diseño y desarrollo es intrincado y exige una combinación de habilidades técnicas, experiencia en ingeniería y creatividad para abordar los desafíos emergentes. Además, la interacción estrecha con otros equipos, como los de validación y fabricación, se vuelve esencial para garantizar que las soluciones desarrolladas sean efectivas en todas las etapas del proceso. La colaboración interna se convierte en un elemento clave para enfrentar problemas complejos y multidimensionales, como los relacionados con la densidad de contactos y la eficacia de la carga y alineación.

En última instancia, el equipo de investigación y desarrollo está en una posición única para dar forma al futuro de la industria de los CPU. Sus esfuerzos no solo abordan cuestiones técnicas inmediatas, como la densidad de contactos, sino que también tienen un impacto directo en la competitividad de la organización y en la experiencia del cliente. Cuando el equipo navega por la intersección de innovación, diseño y resolución de problemas, contribuye directamente a la organización para mantenerse a la vanguardia y liderar en un mercado en constante cambio.

### **1.3 Contexto del entorno tecnológico y competitivo.**

En el actual panorama global de la industria tecnológica, la competencia entre los fabricantes de CPU es un factor crucial que impulsa la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías. La rivalidad entre estos gigantes, como Intel y *Advanced Micro Devices (AMD)*, ha sido un motor clave de la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías.

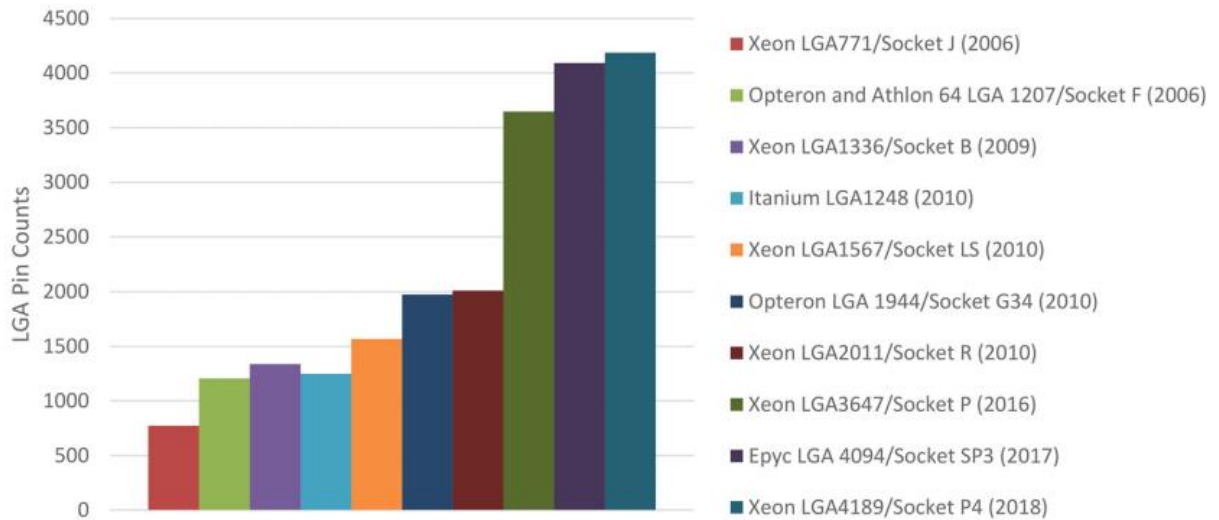
AMD ha emergido como un jugador prominente en el mercado de CPU, ganando terreno y adquiriendo una creciente presencia (Rahim Amir, 2022). A medida que compite directamente con Intel, AMD ha logrado captar la atención de los consumidores y los fabricantes de sistemas por igual. La competencia entre Intel y AMD ha sido un catalizador para la innovación, impulsando el desarrollo de soluciones más eficientes y potentes. Según un informe reciente sobre la cuota de mercado de Intel y AMD en el segmento x86, publicado por Thomas Alsop en Statista el 14 de agosto de 2023, se destaca la competencia en constante crecimiento entre estos dos fabricantes de CPU (Alsop, 2023). Este informe proporciona información relevante sobre la distribución de mercado de CPU x86 a lo largo de los años, lo que refleja la importancia de la competencia en la industria (Alsop, 2023).

Una de las características clave que definirá el éxito en esta contienda es la innovación constante en aspectos fundamentales como el número de núcleos, el consumo de energía y el rendimiento general de los procesadores. La carrera por aumentar el número de núcleos y mejorar la eficiencia energética responde directamente a la demanda de sistemas más potentes y energéticamente eficientes en una amplia gama de aplicaciones, desde la computación de alto rendimiento hasta dispositivos móviles.

La diferenciación entre Intel y AMD no se limita únicamente a la potencia y el rendimiento. Intel se ha destacado históricamente por ofrecer CPU de alto poder de procesamiento y rendimiento superior en determinadas aplicaciones. Por otro lado, AMD encontró su nicho al dar un equilibrio entre rendimiento y precio, dando soluciones competitivas accesibles a un espectro amplio de usuarios. Es importante señalar que las diferencias entre ambos fabricantes no son siempre absolutas, ya que algunos procesadores de AMD superan a los de Intel en ciertos aspectos, y viceversa, así como el incremento de pines en los sockets de ambas empresas ha crecido de manera sostenida como se puede apreciar en la Figura 3 a continuación.

**Figura 3.**

Intel vs AMD incremento de numero de pines en socket.



Fuente: Geng, Phil. (2019). *Structural Design of LGA Loading Mechanisms for Intel CPU Stack Retention. Journal of Electronic Packaging.*

Este dinámico escenario competitivo ha llevado a un constante ciclo de mejora e innovación en el diseño y la producción de CPU. La lucha por ganar la preferencia del mercado impulsa a las empresas a esforzarse por superar los límites tecnológicos, lo que a su vez beneficia a los consumidores finales y a la industria en su conjunto (Salter, 2020).

En resumen, la competencia entre Intel y AMD ha transformado el paisaje de la industria de CPU, incentivando la innovación y generando beneficios tangibles para los usuarios. El enfoque en la innovación en términos de rendimiento, consumo de energía y costo ofrece a los consumidores una amplia gama de opciones y garantiza un continuo avance tecnológico en el mundo de la informática.

#### **1.4 Análisis causa-efecto.**

En la siguiente tabla se resume las principales causas, efectos y consecuencias asociadas con problemas en el diseño, fabricación y validación de CPU. Estas categorías abordan aspectos clave que pueden influir en la calidad y confiabilidad de los productos electrónicos, así como en la reputación de

las empresas fabricantes. Cada entrada destaca factores específicos que contribuyen a los desafíos en estos procesos, y las consecuencias resultantes que pueden afectar el rendimiento y la percepción del producto final.

**Tabla 1.**

Causa-Efecto.

<b>Categoría</b>	<b>Causa Principal</b>	<b>Causa Subyacente</b>	<b>Efecto Principal</b>	<b>Consecuencia</b>
Diseño y fabricación del socket	La ubicación y disposición de los pines en el socket pueden ser subóptimas.	Proceso de validación insuficiente	Los contactos abiertos pueden ocurrir debido a la falta de correspondencia precisa.	Pérdida de señales eléctricas: Funcionamiento intermitente, rendimiento reducido, errores de lectura/escritura de datos.
Diseño y fabricación del socket	Errores en el proceso de instalación del CPU en el socket, como falta de alineación o presión inadecuada.	Falta de alineación en etapas tempranas	Pines desconectados pueden resultar en conexiones eléctricas deficientes.	Inestabilidad del sistema: Bloqueos, reinicios inesperados, fallos intermitentes.
Variabilidad en la fabricación	Las tolerancias en la fabricación de componentes pueden llevar a pequeñas desviaciones en la posición de los pines.	-	Incluso pequeñas variaciones pueden causar pines fuera de lugar.	Impacto en la validación de CPU: Eficacia de la validación reducida, afecta la calidad y confiabilidad de los productos.
Proceso de validación Insuficiente	Los sistemas de validación pueden no estar diseñados para detectar problemas de contacto en las primeras etapas de prueba.	-	CPU con contactos abiertos pueden pasar desapercibidos durante la validación.	Reputación empresarial afectada: Pérdida de clientes y confianza en la marca.

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Se presenta una tabla que muestra las causas principales, causas subyacentes, efectos principales y consecuencias relacionadas con problemas en el diseño, fabricación y validación de CPU.

### 1.5 Matriz de marco lógico del problema.

A continuación, se presenta la Tabla 2, que resume el objetivo general, indicador de logro, supuestos, problema, causas, efectos y grupos de interés relacionados con el proyecto.

**Tabla 2.**

Objetivo General.

Objetivo general	Optimizar la carga y alineación de CPU en servidores para garantizar un rendimiento y confiabilidad óptimos en un entorno altamente competitivo de la industria tecnológica.
Indicador de logro	Reducción significativa de los problemas de contactos abiertos y mejora en la eficiencia de carga y alineación de CPU.
Supuestos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El equipo de investigación y desarrollo tiene acceso restringido a recursos y tecnología adecuados para abordar el problema.</li> <li>-La colaboración efectiva entre diferentes equipos dentro de la organización no es posible.</li> </ul>
Problema	El aumento constante en la densidad de contactos en CPU ha generado problemas de carga y alineación en los servidores, lo que resulta en contactos abiertos y afecta negativamente el rendimiento y la confiabilidad de los sistemas.
Causas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento en la densidad de contactos en CPU (de 3647 a 4677) en el mismo espacio.</li> <li>-Diseño y fabricación del socket pueden no estar optimizados para acomodar esta densidad creciente.</li> <li>-Proceso de ensamblaje puede llevar a falta de alineación y presión inadecuada.</li> <li>-Variabilidad en la fabricación de componentes.</li> </ul>
Efectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pérdida de señales eléctricas por contactos abiertos.</li> <li>-Inestabilidad del sistema, bloqueos y reinicios inesperados.</li> <li>-Dificultad para la validación de CPU, lo que puede afectar la calidad del producto final.</li> <li>-Posible impacto en la reputación de la empresa debido a CPU defectuosos en el mercado.</li> </ul>
Grupos de interés	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Equipo de investigación y desarrollo.</li> <li>-Fabricantes de CPU y servidores.</li> <li>-Equipos de validación de productos.</li> <li>-Consumidores finales de tecnología.</li> <li>-Empresas y organizaciones que utilizan servidores en sus operaciones.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 presenta un resumen detallado proporcionando una visión integral de los elementos clave abordados en el proyecto y los actores involucrados en su ejecución.

## **1.6 Objetivos de la intervención/investigación.**

- I. Conceptualizar, diseñar y evaluar la mejor alternativa basada en un análisis de funcionamiento y estudio de factibilidad.
- II. Desarrollar, construir y evaluar un prototipo funcional a escala, valorando el cumplimiento de los requerimientos y la implementación de mejoras.
- III. Evaluar los resultados de las pruebas del prototipo funcional a escala.

El proyecto tecnológico se centra en una serie de objetivos interrelacionados que abordan la optimización de la alineación del CPU. El primer objetivo se enfoca en la identificación y evaluación de soluciones potenciales, seguido por el desarrollo y evaluación de un prototipo funcional. Finalmente, se evaluarán los resultados obtenidos en las pruebas del prototipo, lo que proporciona información valiosa para futuras implementaciones en la industria tecnológica.

## **1.7. Delimitaciones y área funcional por intervenir.**

La principal delimitación del proyecto esta con relación a la medición de la solución propuesta, se basará únicamente en la inclinación alcanzada por el procesador durante su instalación en el socket. Aunque esta medición se ha relacionado con mejoras en la alineación en experimentos previos, hay otros factores que pueden influir en la calidad de la alineación como la secuencia de ensamblaje y el número de veces que se ha ensamblado una muestra, que no se tomarán en este estudio.

La viabilidad y eficacia de la solución propuesta se evaluarán en función de su capacidad para reducir la inclinación del procesador durante la instalación. No se abordarán otros aspectos potenciales de mejora en la alineación de este, como la presión.

La fase de desarrollo y prototipado se centrará en pruebas de concepto y no se optimizará completamente el tamaño y los espacios utilizados en esta etapa. Los ajustes y optimizaciones en términos de tamaño y diseño se abordarán en etapas posteriores de desarrollo.

Por su parte el área funcional que se abordará en este proyecto es la optimización de la alineación entre los pines del socket y las almohadillas del CPU durante el proceso de instalación. El

enfoque se centrará en diseñar y desarrollar un prototipo funcional de baja fidelidad que permita demostrar la mejora en la confiabilidad de la alineación de los contactos. La intervención abarcará la conceptualización, diseño, construcción y evaluación de este prototipo, centrándose en la medición de la inclinación del procesador como indicador de mejora. Aunque no se optimizarán completamente el tamaño y los espacios en esta etapa, se sentará la base para futuras iteraciones y desarrollos más avanzados del producto.

### **1.8 Justificación y pertinencia del trabajo.**

La relevancia de abordar la optimización de la alineación de los CPU se inscribe en la esencia misma de la innovación tecnológica. La industria de la tecnología de la información experimenta una competencia incesante, donde la capacidad de liderazgo se define por la capacidad de ofrecer productos superiores y confiables. En este contexto, resolver el desafío de la alineación de contactos no solo tiene implicaciones técnicas y de rendimiento, sino que refuerza el liderazgo de Intel en la industria y afianza su posición frente a los competidores.

El liderazgo de las empresas que desarrollan sockets y mecanismo de retención para sus CPU como Intel y AMD se fortalecería de manera significativa al abordar eficazmente la problemática de la alineación de contactos. La optimización de esta característica fundamental en CPU permitiría incrementar la brecha competitiva con nuestros rivales, estableciendo una ventaja diferencial en términos de calidad, rendimiento y confiabilidad. La capacidad de entregar productos tecnológicos más avanzados y confiables no solo refuerza la confianza de los consumidores, sino que también solidifica la posición de Intel como líder indiscutible en la industria.

Explorar nuevos diseños y conceptos es una estrategia vital para impulsar la innovación continua en Intel. La empresa se encuentra en una posición única para explorar y materializar enfoques disruptivos en la solución de problemas tecnológicos complejos. A medida que se avanza hacia nuevas generaciones de productos, la necesidad de concebir soluciones innovadoras se vuelve imperativa para mantenerse a la vanguardia. La investigación y desarrollo de conceptos completamente diferentes a los propuestos y utilizados hasta ahora refleja la voluntad de Intel de explorar el terreno inexplorado y liderar en términos de innovación.

Es esencial resaltar que, dentro del desarrollo del proyecto, se han explorado diversos mecanismos utilizados en otros contextos, como la alineación de teclas en teclados y elementos mecánicos como ganchos, tornillos y resortes. Estas exploraciones han permitido identificar opciones potenciales, aunque limitadas, para abordar el problema de la alineación. Sin embargo, la insuficiencia de estas soluciones conocidas resalta la necesidad de desarrollar un nuevo enfoque. El objetivo es concebir un concepto que ofrezca un control más preciso del desplazamiento vertical y horizontal del CPU durante la instalación, demostrando mejoras sustanciales en comparación con las propuestas existentes.

En resumen, la justificación de este trabajo radica en el impacto que la resolución de la problemática de alineación tiene tanto en la posición competitiva de Intel como en su capacidad para liderar la innovación. La búsqueda de soluciones novedosas y efectivas no solo contribuye al avance tecnológico, sino que también refleja el compromiso de Intel de superar desafíos complejos y mantener su papel de líder indiscutible en la industria tecnológica.

## 2. Marco conceptual o de referencia.

En el contexto de la tecnología de la información y la electrónica, el entendimiento profundo de los componentes fundamentales es esencial para abordar la optimización de la alineación de CPU en la tarjeta madre. A continuación, se presenta un marco conceptual que introduce los conceptos clave y sus interconexiones en este dominio:

**Central Processing Unit:** El CPU, conocido como la Unidad Central de Procesamiento, como se menciona en la página web de *Amazon Web Services*, un CPU es un componente de hardware y la unidad computacional central de un servidor. Los servidores y otros dispositivos inteligentes convierten los datos en señales digitales y realizan operaciones matemáticas en ellos. La CPU es el componente principal que procesa las señales y hace posible la computación. Actúa como el cerebro de cualquier dispositivo de computación. Obtiene instrucciones de la memoria, realiza las tareas necesarias y envía

la salida a la memoria. Maneja todo tipo de tareas de computación necesarias para que el sistema operativo y las aplicaciones se ejecuten (*Amazon Web Services, s/f*). El CPU se conecta a la tarjeta madre a través de un componente esencial llamado socket en algunos de los casos.

**Socket:** El socket, también denominado zócalo, es un componente crucial en la tarjeta madre donde se instala el CPU. Este espacio está diseñado para alojar el procesador y garantizar su conexión adecuada con el resto del sistema. Como *TE Connectivity*, una de las principales empresas que manufactura y diseña sockets define, “*A land grid array (LGA) socket can provide compressive electrical interconnect between the printed circuit boards (PCB) and the processor*” [Un socket de arreglo de rejilla terrestre (LGA, por sus siglas en inglés) puede proporcionar una interconexión eléctrica compresiva entre las placas de circuito impreso (PCB) y el procesador] (*TE Connectivity, s.f*). Existen diversos tipos de sockets, tanto para procesadores de AMD como de Intel. El socket determina el tipo de CPU que puede ser instalado en una placa base y su compatibilidad.

**Mecanismo de Retención:** El mecanismo de retención es un componente que desempeña un papel crucial en el montaje y la conexión del CPU al socket. Diferente de la soldadura, este mecanismo permite que el procesador pueda ser instalado y retirado sin dañar el socket ni el CPU. Proporciona una sujeción segura para evitar movimientos no deseados y asegura la conexión eléctrica entre el procesador y la tarjeta madre.

**Mecanismo Antivuelco:** El mecanismo antivuelco es una innovación diseñada para controlar la posición del CPU durante el proceso de instalación en el socket. Su función principal es garantizar una instalación precisa y correcta, evitando movimientos que puedan resultar en una alineación deficiente. Como menciona Shelby A. Ferguson, *Server microprocessor carrier with guiding alignment anti – tilt and automatic thermal interface material separation features for use in land grid array sockets*, “*Unbalancing the load without tilt control according to some embodiments of the disclosure leads to tilting of heatsink and attached microprocessor*” (Ferguson, 2018). Este mecanismo desempeña un papel esencial en la optimización de la alineación de CPU al controlar y mantener la posición adecuada del procesador.

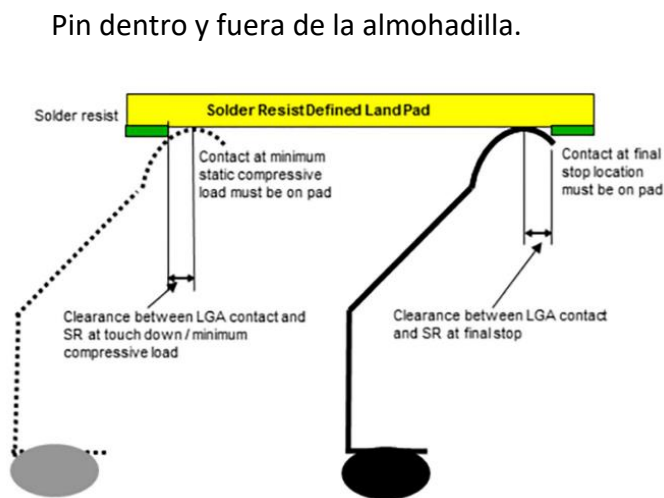
## 2.1. Estado de la cuestión.

En el contexto de la tecnología de montaje del CPU y el disipador de calor, la necesidad de un ensamble resistente y fiable se vuelve imperativa. Garantizar un ensamble exitoso que perdure a lo largo de múltiples ciclos de montaje/desmontaje se convierte en un desafío esencial para la confiabilidad y rendimiento del sistema. Generaciones previas han logrado un ensamble exitoso mediante un margen adecuado entre el borde de la almohadilla y el pin, asegurando una conexión estable y funcional.

Sin embargo, el aumento en la densidad de señales ha introducido un nuevo conjunto de desafíos. La acumulación de tolerancias adversas, combinada con ciclos de montaje y desmontaje repetidos, puede generar desalineación entre el socket y la almohadilla del CPU. Este riesgo se vuelve más prominente a medida que la densidad de contactos aumenta, poniendo en peligro la calidad de la conexión y la estabilidad del ensamble.

La Figura 4 ejemplifica cómo la alineación deficiente o la repetición de ciclos de montajes/desmontajes significativos pueden causar que el pin se desplace hacia el borde de la almohadilla. Esta desalineación compromete la calidad de la conexión y, en última instancia, afecta el rendimiento y la confiabilidad del sistema.

**Figura 4.**



Fuente: Geng, Phil. (2019). *Structural Design of LGA Loading Mechanisms for Intel CPU Stack Retention*. *Journal of Electronic Packaging*.

En el análisis de posibles causas raíz, se identifican elementos cruciales que contribuyen a la desalineación. Las dimensiones fuera de especificación y la acumulación de tolerancias desempeñan un papel crítico en esta problemática. Además, se observa que la inclinación generada durante la instalación de los tornillos de carga juega un papel crucial en el desplazamiento del paquete y, por ende, en el riesgo de desalineación. Este proceso se ha demostrado como un modulador fundamental que puede amplificar o mitigar el problema.

Un aspecto adicional por considerar es la secuencia de ensamblaje circular (Figura 5). Este método conlleva un movimiento repetitivo del CPU en una dirección circular durante los ciclos de montaje. Sin embargo, esta repetición puede conducir a una acumulación de desplazamiento que dirige el pin hacia el borde o incluso fuera de la almohadilla, exacerbando la desalineación.

**Figura 5.**

Secuencia de ensamble circular.



Fuente: Elaboración propia.

Esta ilustración representa el proceso de montaje circular utilizado en la instalación del CPU.

## 2.2. Conceptos y enfoques teóricos relacionados.

Para abordar de manera fundamentada la optimización de la alineación de CPU en la tarjeta madre, es esencial apoyarse en conceptos y enfoques teóricos que amplíen la comprensión y orienten el proyecto. A continuación, se presentan algunos conceptos clave y enfoques teóricos relevantes para el contexto del desarrollo del proyecto:

1. **Tolerancias y precisión en la ingeniería mecánica:** La teoría de tolerancias y precisión en la ingeniería mecánica proporciona un marco para entender cómo las variaciones en las dimensiones y características de los componentes pueden afectar la calidad del ensamblaje. Explorar cómo las tolerancias acumulativas influyen en la alineación y cómo mitigar sus efectos se vuelve esencial para la optimización.
2. **Mecánica de materiales y comportamiento elástico:** Entender los principios de la mecánica de materiales y el comportamiento elástico es crucial para analizar cómo los componentes mecánicos reaccionan a cargas y fuerzas aplicadas. Esto proporciona información sobre cómo los mecanismos de retención y los tornillos de carga pueden afectar la alineación durante el ensamblaje.
3. **Innovación en diseño de ensamblajes mecánicos:** Explorar teorías y enfoques existentes en el diseño de ensamblajes mecánicos brinda perspectivas sobre cómo abordar problemas complejos de alineación. La adaptación de conceptos de otros campos, como la alineación de teclas en teclados, puede inspirar soluciones creativas, efectivas e innovadoras.
4. **Mecanismos de control de posición:** La teoría detrás de los mecanismos de control de posición proporciona conocimientos sobre cómo garantizar una alineación precisa y consistente durante el ensamblaje. Comprender cómo estos mecanismos funcionan y cómo se pueden aplicar al contexto de la alineación de CPU es esencial para el proyecto.
5. **Teoría de fallas y confiabilidad de sistemas:** La teoría de fallas y la confiabilidad de sistemas proporcionan un marco para analizar cómo los componentes pueden fallar bajo diferentes condiciones. Esto es fundamental para evaluar los riesgos de desalineación y diseñar soluciones robustas que mejoren la confiabilidad del sistema.
6. **Evolución de la tecnología de montaje:** Un enfoque histórico en la evolución de la tecnología de montaje de los CPU brinda una visión sobre cómo los desafíos de alineación han evolucionado con el tiempo. Esto puede arrojar luz sobre las soluciones previas y cómo el desarrollo actual se sitúa en el contexto más amplio de la industria.

Al integrar estos conceptos y enfoques teóricos, se puede desarrollar una comprensión sólida del problema y las posibles soluciones. Esto permitirá abordar los desafíos de la alineación de CPU

desde una perspectiva informada y generar avances significativos en la optimización de este componente esencial en sistemas informáticos.

### **2.3. Herramientas tecnológicas o de innovación consideradas en el trabajo.**

Dentro del marco de innovación tecnológica, se exploran herramientas y enfoques vanguardistas para optimizar la alineación de CPU en la tarjeta madre. Entre las herramientas tecnológicas consideradas como aliados clave para este proyecto, se destaca el uso de simulaciones mecánicas, que emergen como un recurso esencial para el desarrollo de productos avanzados. A continuación, se detallan las formas en que las simulaciones mecánicas se integran en el proceso de desarrollo y optimización:

#### **Simulaciones mecánicas como herramienta estratégica:**

**Identificación proactiva de problemas de diseño:** Las simulaciones mecánicas ofrecen la capacidad de detectar problemas de diseño antes de que se materialice un prototipo físico. Al simular el comportamiento de los componentes en diversas situaciones y condiciones, se pueden identificar áreas con concentración de esfuerzos y deformaciones excesivas. Esta anticipación de desafíos permite realizar ajustes virtuales en el diseño, optimizando la calidad y la confiabilidad del producto final.

**Optimización inteligente de diseño:** La simulación mecánica no solo detecta problemas, sino que también orienta hacia la optimización del diseño. Al simular cómo el material y las formas influyen en la resistencia y el peso de una pieza, los diseñadores pueden explorar distintas configuraciones para lograr un equilibrio entre rendimiento y eficiencia. Esto permite tomar decisiones informadas sobre la distribución de materiales y la geometría del componente.

**Eficiencia en costos y tiempo:** Una de las ventajas más destacadas de las simulaciones mecánicas es su capacidad para ahorrar tiempo y recursos económicos. Al permitir que pruebas y ajustes se realicen en un entorno virtual, las simulaciones reducen la necesidad de construir múltiples prototipos físicos. Esto acelera el proceso de desarrollo y minimiza los costos asociados con iteraciones y ensayos.

Evaluación exhaustiva de rendimiento: Las simulaciones mecánicas también se convierten en una herramienta de evaluación de rendimiento en diversas condiciones. Mediante simulaciones, es posible analizar cómo el producto se comportará en situaciones reales, permitiendo a los diseñadores determinar si cumple con los requisitos y expectativas previstos.

En síntesis, las simulaciones mecánicas son una herramienta tecnológica de innovación esencial en la optimización de la alineación de CPU en la tarjeta madre. Facilitan la identificación temprana de problemas, fomentan la optimización del diseño, ahorran costos y tiempo, y permiten una evaluación completa del rendimiento. Integrar estas simulaciones en el proceso de desarrollo potencia la capacidad de diseñar productos confiables y avanzados, con un enfoque en la calidad y la excelencia tecnológica.

### 3.Soluciones conceptuales e ingeniería previa

En la etapa crítica de evaluación de propuestas, se han identificado una serie de requerimientos esenciales que serán considerados en la matriz de selección. Los requerimientos delimitan las pautas básicas para el diseño y selección de soluciones, en las que se evalúan tres opciones, Bujes Embalados/Actuador Mecánico, Mecanismo de Iris y Contrapeso, asegurando que las propuestas aborden los desafíos de alineación integral y eficaz. Los principales requerimientos para tener en cuenta son los siguientes:

**Control preciso de inclinación del CPU:** La capacidad de controlar con precisión la inclinación del CPU durante el proceso de instalación es un requisito primordial. Cada propuesta debe demostrar su eficacia en mantener la alineación adecuada del CPU, evitando desplazamientos no deseados y asegurando una conexión confiable.

**Altura conforme con estándares de servidores:** La altura máxima de cualquier característica del mecanismo anti-ladeo debe ajustarse al estándar de altura 1u (44.45mm) en servidores. Esto garantiza que las soluciones propuestas sean compatibles con el entorno existente y no comprometan la disposición física de los componentes.

**Optimización del flujo de aire:** La propuesta debe minimizar cualquier interferencia en el flujo de aire dentro del sistema. Es esencial que la solución no afecte negativamente la ventilación y el enfriamiento del CPU y otros componentes, garantizando un rendimiento óptimo en todas las condiciones.

**Sencillez en el ensamble:** La solución debe ser diseñada de manera que no requiera una secuencia complicada de ensamble de las tuercas del disipador de calor. La simplicidad en el proceso de instalación contribuye a la practicidad y eficiencia en el montaje de los componentes.

**Eliminación del roscado parcial:** Se busca evitar la necesidad de roscado parcial de las tuercas en el mecanismo. Esto simplifica el proceso de instalación y reduce la complejidad, asegurando que la propuesta sea fácilmente adoptable y no presente obstáculos innecesarios.

**Solución intuitiva para el usuario:** La funcionalidad de la propuesta debe ser intuitiva para el usuario final. Se valora la capacidad de la solución para ser comprendida y utilizada sin requerir instrucciones complejas, lo que mejora la experiencia del usuario en general.

**No requiere herramientas externas:** La solución no debe depender del uso de herramientas externas para activar o desactivar el mecanismo. Esta característica promueve la facilidad de uso y la practicidad, eliminando la necesidad de accesorios adicionales.

### **Criterios de diseño.**

**Manufacturabilidad:** Este criterio se enfoca en evaluar qué tan viable y eficiente es la fabricación de la solución propuesta. Considerar aspectos como la facilidad de producción en masa, la disponibilidad de materiales y procesos de fabricación, y la posibilidad de mantener costos de producción razonables.

**Prototipado:** La capacidad de crear prototipos funcionales es esencial en el diseño de soluciones tecnológicas. Evaluar cómo se puede desarrollar un prototipo para probar y validar el diseño. Esto implica la disponibilidad de recursos y tecnología de prototipado rápido.

**Simulación:** La simulación es crucial para evaluar el comportamiento del diseño antes de la implementación real. Se debe considerar qué herramientas de simulación están disponibles y cuán precisas son para modelar el comportamiento de la solución.

**Funcionalidad:** Este criterio se centra en si el diseño cumple con las funciones y los objetivos previamente definidos. Evalúa si la solución propuesta puede realizar las tareas específicas para las que fue diseñada.

**Usabilidad:** La usabilidad hace referencia a la facilidad de uso de tu diseño. Evalúa cómo se adaptará la solución al entorno en el que se implementará y cómo los usuarios interactuarán con ella. Considera la experiencia del usuario y la ergonomía.

**Cumplimiento de requerimientos:** Se debe asegurarte de que el diseño cumpla con los requisitos y especificaciones establecidos antes mencionados.

**Implementación:** Se evaluará cómo se llevará a cabo la implementación del diseño en un entorno real. Considerando aspectos como la coordinación con otros sistemas o componentes existentes.

**Costo:** Uno de los criterios más importantes es el costo. Se evaluarán tanto los costos de desarrollo como los costos de producción en masa. Esto incluye la estimación de los costos de materiales, mano de obra y cualquier otro gasto asociado.

Los requisitos fundamentales y los criterios de diseño guiarán la evaluación de las propuestas, asegurando que las soluciones seleccionadas aborden los desafíos de alineación en la instalación del CPU en la tarjeta madre. Cada propuesta deberá demostrar su capacidad para cumplir con estos requisitos y criterios.

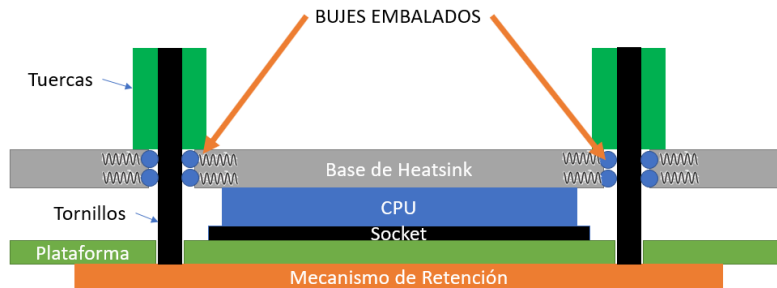
### **Solución preferida (Bujes embalados/Actuador Mecánico):**

En el contexto de la búsqueda de soluciones innovadoras para mejorar la alineación de CPU en la tarjeta madre, se propone un enfoque que se basa en la implementación de bujes embalados (Figura 6) en los orificios de la base del disipador de calor. Este enfoque pretende controlar tanto el

desplazamiento horizontal como la inclinación, abordando los desafíos de alineación desde una perspectiva ingeniosa.

**Figura 6.**

Bujes embalados/Actuador Mecánico.



Fuente: Elaboración propia.

Los bujes, cuidadosamente diseñados, introducen un elemento de control en el proceso de ensamblaje. Estos bujes estarían equipados con una configuración de resortes, estratégicamente posicionados para aplicar una fuerza tangencial al tornillo. Esta fuerza contrarrestaría la inclinación que podría causar la tuerca contraria durante la instalación. De esta manera, se establece un sistema de equilibrio que asegura que el disipador de calor se mantenga en una posición horizontal y alineada con precisión, optimizando la conexión con el CPU.

Además de esta innovación en los bujes, se propone la inclusión de una superficie cónica en la parte superior de la unión. Esta característica cumple una función dual durante la instalación. Por un lado, guía y facilita el posicionamiento inicial del disipador de calor en el socket de la tarjeta madre. Así como esta superficie cónica contribuye a distribuir las fuerzas uniformemente durante el ensamblaje, minimizando el riesgo de inclinación no deseada.

Este enfoque se apoya en el principio fundamental de control de desplazamiento y alineación mediante elementos mecánicos inteligentes. La combinación de bujes con resortes y la superficie cónica en la unión representa una solución ingeniosa que aborda los desafíos de alineación desde múltiples perspectivas. Al considerar la física subyacente y la interacción de fuerzas en el proceso de

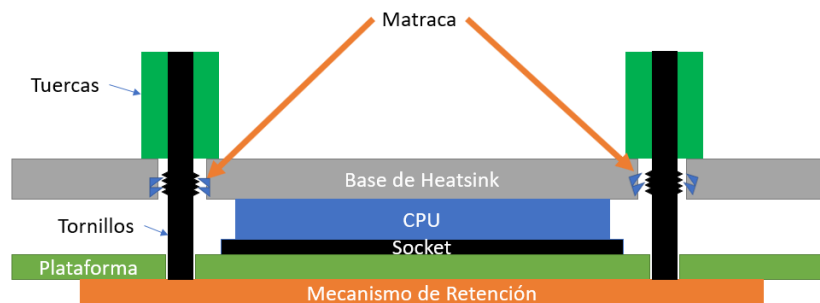
ensamblaje, este enfoque busca garantizar una alineación precisa y consistente, contribuyendo a la confiabilidad y el rendimiento del sistema en su conjunto.

### Opción 2 (Mecanismo Iris):

En la exploración de soluciones innovadoras para perfeccionar la alineación de CPU en la tarjeta madre, surge una propuesta que emplea el ingenioso concepto de matraca, ejemplificado en la Figura 7. Este enfoque se centra en el control del desplazamiento vertical en la base del disipador de calor, aportando una perspectiva ingeniosa para resolver los desafíos de alineación de manera eficiente.

**Figura 7.**

Mecanismo Iris.



Fuente: Elaboración Propia.

La idea principal es incorporar el principio de una matraca en los orificios de la base del disipador de calor. La matraca, un dispositivo mecánico conocido por permitir el movimiento en una sola dirección, sería adaptada para cumplir un papel esencial durante la instalación y desmontaje. La matraca se diseñaría de tal manera que evite cualquier movimiento vertical indeseado durante la fase de ensamblaje, asegurando que la alineación se mantenga precisa y constante.

Un aspecto ingenioso de esta propuesta radica en la capacidad de la matraca para adaptarse al proceso de desmontaje. Durante el desensamble, la matraca permitiría que el disipador de calor se desplace hacia atrás, liberando el componente de la posición fija que mantuvo durante la instalación. Esta funcionalidad se alinea con la naturaleza del concepto de matraca, ya que la permite moverse en una sola dirección específica.

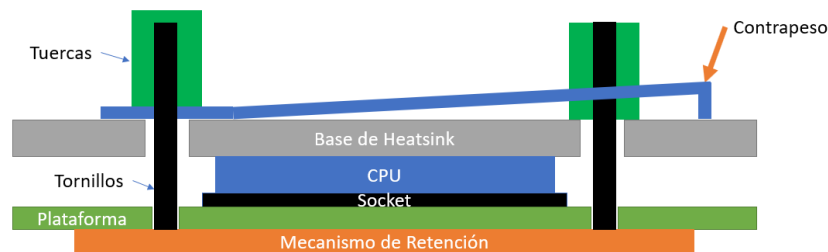
En resumen, el uso del concepto de matraca como herramienta para controlar el desplazamiento vertical del disipador de calor presenta un enfoque innovador y eficaz. Al mantener la alineación durante la instalación y permitir el desplazamiento necesario durante el desmontaje, este enfoque aborda los retos de alineación de manera astuta. Al explorar soluciones ingeniosas y funcionales como esta, se refuerza el potencial de mejorar la confiabilidad y rendimiento de los sistemas informáticos en el contexto de la alineación de CPU en la tarjeta madre.

### Opción 3 (Contrapeso):

En la Figura 8 se ilustra la esencia de esta idea radica en la incorporación de un contrapeso en la tuerca que actúa en oposición a la que está siendo instalada. El propósito fundamental del contrapeso es restringir el desplazamiento vertical y la inclinación que normalmente podría ocurrir durante el ensamblaje. Al aplicar el principio de la palanca, la tuerca que se está instalando actúa como un punto de apoyo que ejerce una fuerza contraria sobre la tuerca con la zona de mayor inclinación.

**Figura 8.**

Contrapeso.



Fuente: Elaboración propia.

El diseño estratégico de este sistema permite que la acción de la tuerca en proceso de instalación actúe como un factor de corrección. La fuerza que genera esta tuerca de instalación contrarresta el desplazamiento no deseado en la tuerca opuesta, manteniendo la alineación vertical y la horizontal de manera precisa. Además, la incorporación de un contrapeso introduce un equilibrio que contribuye a una distribución uniforme de fuerzas en el proceso de ensamblaje.

El enfoque que utiliza un contrapeso para controlar el desplazamiento y la inclinación durante la instalación de la tuerca es una propuesta que refleja creatividad en la solución de problemas de alineación. Al aprovechar los principios de palanca y contrapeso, este concepto ofrece una solución equilibrada que aborda los desafíos de alineación desde múltiples ángulos.

**Matriz de decisión:**

Utilizando un enfoque riguroso respaldado por una matriz de decisión (Tabla 3), se ha determinado que la opción más prometedora a desarrollar para abordar los desafíos de alineación en la instalación del CPU en la tarjeta madre es la propuesta de los Bujes Embalados.

**Tabla 3.**

Matriz de Decisión.

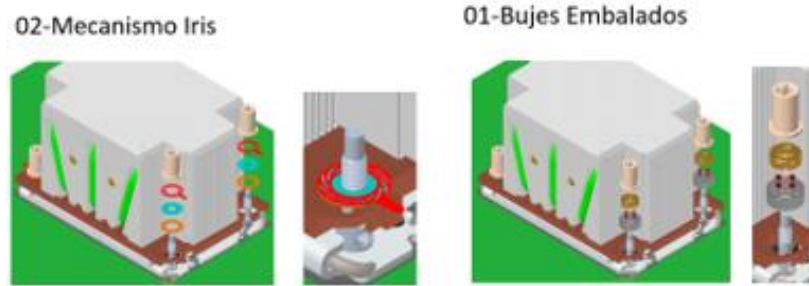
	Manufacturabilidad	Prototipado/Simulación	Funcionalidad	Usabilidad	Cumplimiento de Requerimientos	Implementación	Costo	Total	Viabilidad
Peso	0.2	0.25	0.2	0.05	0.1	0.1	0.1	100%	1 Baja
01-Bujes Embalados	2	2	1	3	3	2	2	1.95	2 Media
02-Mecanismo Iris	1	2	2	1	2	2	2	1.75	3 Alta
Comentarios	Concepto Iris mas retador, piezas pequeñas.	Mecanismos complejos de similar.	Concepto de bujes disruptivo.	Bujes embalados se auto activa y desactiva.	Bujes es mas simple de ensamblar.	La simulación y/o prototipado nos ayudaran a entender mejor la	Similares en costos.	Bujes embalados opción mas factible.	

Fuente: Elaboración propia.

Este proceso de selección se basó en la evaluación de parámetros críticos que abarcan manufacturabilidad, prototipado, simulación, funcionalidad, usabilidad, cumplimiento de requerimientos, implementación y costo. La opción de bujes embalados destacó el mecanismo iris (Figura 9) casi en cada aspecto, y con la mayor probabilidad de ajustarse a los estándares de servidores, optimizar el flujo de aire y simplificar el ensamblaje. Asimismo, se valoró su intuitividad para el usuario y su independencia de herramientas externas.

**Figura 9.**

Opciones mecanismo iris y bujes embalados.



Fuente: Elaboración propia.

La elección de esta propuesta se apoyó en un análisis que consideró viabilidad técnica y eficiencia económica, y se espera que esta solución innovadora marque un hito significativo en la mejora de la alineación del CPU en sistemas informáticos de alta calidad.

#### 4. Estrategia de desarrollo de ingeniería de detalle

En el centro del desarrollo de este trabajo se encuentra la utilización de una matriz de decisión como elemento principal en la selección de la propuesta más adecuada para abordar los desafíos de alineación. Esta matriz se ha diseñado teniendo en cuenta factores cruciales. La elección definitiva de los bujes embalados/actuador mecánico se fundamenta en una evaluación ponderada y respaldada por un análisis comparativo en forma de matriz de selección.

La estrategia se ha concentrado en la exploración en profundidad de enfoques teóricos basados en conceptos mecánicos como la matraca y el contrapeso. Estos enfoques han sido analizados detalladamente y contextualizados, demostrando cómo aplicar principios ingeniosos para resolver desafíos específicos de alineación. La información recopilada en la investigación previa ha sido utilizada para sustentar la viabilidad y eficacia de estas propuestas.

La implementación de simulaciones mecánicas será fundamental en la estrategia. Estas simulaciones permitirán visualizar el comportamiento de la solución propuesta en diversas situaciones, anticipando posibles problemas y optimizando el diseño antes de la creación de prototipos físicos. Para respaldar estas simulaciones, se consultará una variedad de fuentes y se colaborará estrechamente con especialistas para garantizar la precisión y validez de los resultados.

La estrategia de desarrollo de ingeniería de detalle se ha construido sobre bases sólidas de análisis, evaluación y consulta. Cada enfoque, técnica y método seleccionado tiene un propósito claro en la consecución de los objetivos de este trabajo.

#### **4.1. Justificación de la estrategia metodológica o de intervención/investigación.**

Esta cuidadosa exploración proporciona una base sólida para la selección de las técnicas e instrumentos que guiarán el diseño de la estrategia. La elección entre los enfoques cualitativo y cuantitativo, o incluso una combinación de ambos, se fundamenta en criterios específicos y relevantes que garantizan la adecuación de la estrategia a la naturaleza del problema abordado.

La selección de este planteamiento cualitativo se deriva de la complejidad intrínseca del problema de alineación en la instalación del CPU en la tarjeta madre. Dado que esta problemática abarca factores técnicos, mecánicos y de diseño, se reconoce la necesidad de una exploración profunda y contextualizada. La estrategia cualitativa permite un análisis más detallado y una comprensión enriquecedora de los procesos subyacentes. La elección se respalda por la búsqueda de soluciones creativas y la identificación de patrones emergentes que podrían no capturarse adecuadamente por enfoques cuantitativos.

Por otro lado, la decisión de combinar técnicas e instrumentos cualitativos y cuantitativos se basa en la naturaleza multidimensional del problema. Si bien se requiere un análisis profundo y cualitativo de los aspectos mecánicos y de diseño, también es crucial cuantificar y medir la eficacia de las soluciones propuestas. Esta combinación permite un enfoque integral que captura tanto los matices cualitativos como los datos cuantitativos tangibles, garantizando una comprensión completa del impacto de las soluciones.

En conclusión, este proceso se sustenta en la capacidad de adherirse de manera preponderante a enfoques cualitativos y cuantitativos, o su combinación, que sean coherentes con la naturaleza multidimensional del problema. Esta elección se basa en la necesidad de un análisis detallado, la búsqueda de soluciones creativas y la obtención de datos cuantificables, asegurando así un enfoque integral y sólido para abordar los desafíos de alineación en la instalación del CPU en la tarjeta madre.

#### **4.1.1. Consideraciones costo/beneficio de la estrategia.**

La estrategia metodológica adoptada en el Trabajo de Obtención de Grado se somete a un análisis exhaustivo de consideraciones costo/beneficio, que evalúa sus implicaciones en función de diversos criterios fundamentales. Estos criterios incluyen el tiempo de implementación, los costos asociados, las condiciones requeridas para su ejecución y otros factores relevantes que brindan evidencia de la viabilidad de la propuesta y los beneficios que puede aportar a la organización.

En términos de tiempo, la implementación de la estrategia se beneficia de la disponibilidad de recursos tecnológicos avanzados, como simulaciones mecánicas y herramientas de diseño asistido por computadora, que permiten un proceso eficiente y ágil. Estas tecnologías aceleran la exploración de soluciones, la iteración de diseños y la evaluación de resultados, reduciendo el tiempo necesario para llevar a cabo la investigación y desarrollo. Además, la colaboración estrecha con expertos y asesores agiliza la obtención de perspectivas valiosas, acortando el proceso de toma de decisiones. En lo que respecta a los costos, la estrategia metodológica presenta una inversión en la etapa de prototipado, donde se trabajará exhaustivamente en minimizar la necesidad de construir múltiples prototipos físicos y realizar pruebas extensivas. La utilización de simulaciones mecánicas reduce los costos asociados con la construcción de prototipos físicos y los ajustes posteriores, al permitir la identificación temprana de problemas y la optimización virtual de diseños.

En términos de condiciones requeridas, la estrategia se adapta a la disponibilidad de recursos tecnológicos modernos y a la colaboración con especialistas. La utilización de simulaciones mecánicas y herramientas de diseño asistido por computadora requiere una infraestructura tecnológica adecuada y una curva de aprendizaje para su manejo efectivo. Además, la colaboración estrecha con especialistas

y la consulta de fuentes documentales relevantes enriquecen la estrategia y garantizan la obtención de resultados confiables y sólidos.

En resumen, la estrategia metodológica seleccionada ofrece beneficios sustanciales en términos de tiempo, costos y condiciones requeridas. A través de la utilización de tecnologías avanzadas y la colaboración con expertos, se optimiza el proceso de exploración y desarrollo, se minimizan los costos asociados con la construcción de prototipos físicos y se asegura la confiabilidad de los resultados. Estas consideraciones costo/beneficio respaldan la viabilidad de la propuesta y resaltan su potencial para ofrecer beneficios significativos a la organización.

#### 4.2. Herramientas e instrumentos.

Dentro del marco metodológico, se han seleccionado herramientas de recopilación de información específicas para explorar de manera coherente el problema (Tabla 4). La elección de estas herramientas se ha basado en una evaluación exhaustiva de su idoneidad y relevancia para abordar el problema de alineación en la instalación del CPU en la tarjeta madre. A continuación, se presenta un resumen esquemático de las herramientas seleccionadas.

**Tabla 4.**

Herramientas e Instrumentos.

Herramienta	Etapa del Proceso	Categorías de Información	Metas de Información
Simulaciones Mecánicas	Exploración y Diseño	Comportamiento estructural, Tolerancias, Desplazamiento	Evaluar eficacia de diseños
Consulta con Expertos	Exploración y Análisis	Experiencia, Perspectivas, Soluciones	Identificar patrones y soluciones
Investigación Documental	Exploración y Marco Teórico	Estudios previos, Casos similares, Tendencias	Fundamentar la propuesta

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta de simulaciones mecánicas se utilizará en la etapa de exploración y diseño para evaluar el comportamiento estructural del sistema y las tolerancias en relación con las soluciones propuestas. Esto permitirá evaluar la eficacia de los diseños y predecir su rendimiento en condiciones diversas. La Consulta con Expertos se aplicará durante la exploración y el análisis para obtener

perspectivas valiosas y soluciones de profesionales con experiencia en el campo. Lo anterior facilitará la identificación de patrones y enfoques creativos para abordar el problema. La investigación documental se empleará en la etapa de exploración y el marco teórico para respaldar la propuesta con estudios previos, casos similares y tendencias relevantes.

La relación entre estas herramientas, las etapas del proceso y las categorías de información recopilada asegura una coherencia metodológica en la exploración del problema. Este enfoque multidimensional garantiza la obtención de información diversificada y sólida que respalda la toma de decisiones informadas y la formulación de soluciones efectivas. En el apartado 4.5. Metas de Información, se brindará un detalle más amplio sobre cómo cada herramienta contribuye al logro de los objetivos específicos del trabajo.

#### **4.3. Muestra o sujetos de investigación.**

El desarrollo de en este proyecto abarca una variedad de aspectos técnicos y metodológicos que se combinan para abordar el problema de la alineación del CPU de manera integral. Comenzando con los cálculos iniciales, se establecieron fundamentos teóricos para comprender la dinámica del sistema y guiar el diseño conceptual en esa dirección. Posteriormente, los análisis de tolerancias proporcionaron información crucial sobre la variabilidad esperada en el rendimiento del mecanismo, permitiendo una evaluación más precisa de sus capacidades. Las simulaciones mecánicas proporcionaron una plataforma virtual para probar y optimizar el diseño antes de la construcción del prototipo físico, lo que ayudará a reducir los costos y los tiempos de desarrollo. Una vez construido el prototipo, se realizarán las pruebas donde se validará su rendimiento y eficacia en situaciones reales. Finalmente, se desarrollará una metodología que proporcione un marco sistemático para abordar el problema y optimizar la solución propuesta. En conjunto, estos sujetos de investigación formarán un enfoque integral que combina análisis, diseño, construcción y validación para resolver de manera efectiva los desafíos de alineación del CPU.

#### **4.4. Etapas del proceso de aplicación de la intervención/investigación.**

El proceso de aplicación de la estrategia metodológica se estructura en cinco capítulos, cada uno correspondiente a una etapa específica del desarrollo del proyecto. Cada capítulo está diseñado para lograr una implementación efectiva y organizada de la intervención. A continuación, se detallan las etapas de cada capítulo:

##### **Introducción y Planteamiento del Problema:**

- Presentar el contexto y la problemática de la alineación de los pines en CPU.
- Definir los objetivos generales y específicos del proyecto tecnológico.
- Justificar la importancia de abordar el problema y resaltar su relevancia en el ámbito tecnológico.

##### **Revisión de la Literatura:**

- Realizar una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con la alineación de contactos en CPU.
- Explorar enfoques previos y soluciones propuestas para el problema.
- Identificar lagunas en el conocimiento existente y establecer la base teórica para la estrategia metodológica.

##### **Diseño de la Estrategia Metodológica:**

- Seleccionar las herramientas de recopilación de información adecuadas para explorar el problema.
- Definir y describir en detalle cada etapa del proceso de aplicación del proyecto.
- Justificar la elección de la estrategia cualitativa basada en la recopilación de perspectivas y opiniones.

### **Implementación y Evaluación de la Intervención:**

- Presentar la implementación de la estrategia en colaboración con el asesor y los participantes.
- Detallar la recopilación de información a través de entrevistas y sesiones de discusión.
- Analizar y categorizar los datos recopilados para identificar patrones y tendencias.

### **Conclusiones y Recomendaciones:**

- Resumir los resultados obtenidos de la implementación y evaluación de la estrategia.
- Discutir las implicaciones de los resultados en relación con la solución propuesta y los objetivos del proyecto tecnológico.
- Ofrecer recomendaciones para futuras implementaciones y desarrollos en el ámbito de la alineación de contactos en el CPU.
- 

#### **4.4.1. Cronograma de trabajo.**

El presente cronograma (Tabla 5) representa una guía estructurada para la planificación y desarrollo del proyecto. En las próximas semanas se establecerán las etapas y plazos necesarios para realizar cada fase de la investigación y desarrollo de manera organizada y eficiente.

**Tabla 5.**

Cronograma de trabajo.

<b>IDI4 (otoño 2023)</b>																
<b>Actividades</b>	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
Desarrollo CAD detallado	■	■	■	■												
Simulación					■	■	■	■	■							
Procesamiento de la simulación										■						
Implementación de mejoras basadas en la simulación											■	■				
Desarrollo de diseño ajustado para Prototipo												■	■			
Prototipado															■	■
Documentación (TOG)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

<b>IDI5 (primavera 2024)</b>																
<b>Actividades</b>	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
Prototipado	■	■	■	■	■	■										
Pruebas							■	■								
Documentación (TOG)				■	■	■	■	■								
Desarrollo de TOG	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia.

A través de este cronograma, se busca asegurar la dedicación adecuada de recursos temporales, humanos y económicos para la ejecución exitosa, culminando en la presentación de resultados y conclusiones en el semestre Primavera 2024.

#### 4.4.2. Plan de manejo de riesgos.

El proceso de diseño, simulación mecánica y prototipado del proyecto de tecnológico conlleva ciertos riesgos (Tabla 6) que podrían afectar su desarrollo y resultados. Para asegurar una ejecución exitosa y minimizar el impacto de posibles sucesos inesperados, se ha elaborado un plan de manejo de riesgos que contempla los siguientes aspectos:

**Tabla 6.**

Riesgos.

<b>Riesgo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Acciones preventivas.</b>
Desviación de cronograma	Posibles demoras en la adquisición de materiales o recursos necesarios para el diseño y prototipado.	- Mantener una planificación detallada. - Anticipar las necesidades de adquisición. - Tener alternativas de proveedores.
Fallas en la simulación mecánica	Posible inexactitud en los resultados de la simulación que podría afectar la toma de decisiones.	- Validar las configuraciones de simulación. - Comparar resultados con referencias. - Ajustar parámetros según sea necesario.
Cambios en los requerimientos	Cambios imprevistos en los objetivos o requerimientos del proyecto.	- Mantener una comunicación constante con el equipo y asesores. - Documentar los cambios. - Evaluar el impacto de los cambios en el proyecto.
Fallas en el prototipo	Posibilidad de que el prototipo no funcione como se espera, afectando la validez de los resultados.	- Realizar pruebas iterativas en etapas tempranas. - Validar el diseño. - Considerar posibles soluciones de contingencia.
Limitaciones tecnológicas	Limitaciones en las capacidades de las herramientas de simulación o prototipado.	- Investigar y seleccionar herramientas adecuadas. - Explorar alternativas en caso de limitaciones.
Cambios en el alcance	Posible ampliación o reducción del alcance original del proyecto.	- Establecer criterios claros para evaluar cambios en el alcance. - Consultar con asesores. - Ajustar planificaciones según sea necesario.
Incompatibilidades de software/hardware	Incompatibilidades entre software, hardware y herramientas de diseño utilizadas.	- Realizar pruebas de compatibilidad previas. - Mantener actualizados los sistemas. - Tener alternativas disponibles.
Costos excedidos	Posibilidad de que los costos del diseño y prototipado superen el presupuesto previsto.	- Monitorear los costos en cada etapa. - Buscar alternativas más económicas si es necesario. - Ajustar el plan financiero según sea necesario.

Fuente: Elaboración propia.

Al considerar estos riesgos y acciones para mitigarlos, se busca garantizar la continuidad del proceso de diseño, simulación mecánica y prototipado, asegurando la calidad de los resultados y minimizando los impactos negativos durante desarrollo de este.

#### 4.5. Metas de información.

Las metas de información establecidas en este apartado reflejan la naturaleza y el alcance de la información cualitativa y cuantitativa que se busca obtener a través de la implementación de los instrumentos de recopilación seleccionados en la estrategia metodológica (Tabla 7).

**Tabla 7.**

Metas de Información por objetivo.

<b>Objetivo</b>	<b>Metas de Información</b>
Conceptualizar, diseñar y evaluar la mejor alternativa basada en un análisis de funcionamiento y estudio de factibilidad.	Identificación de soluciones óptimas para mejorar la alineación entre el CPU y el <i>socket</i> .
	Evaluación de alternativas en función de su viabilidad técnica y económica.
	Selección de la solución más prometedora para el desarrollo.
	Detallar el diseño de la solución elegida y prepararla para su implementación.
Desarrollar, construir y evaluar un prototipo funcional, valorando el cumplimiento de requerimientos y la implementación de mejoras.	Construcción de un prototipo funcional basado en la solución elegida.
	Evaluación del grado de cumplimiento de los requerimientos de alineación de contactos.
	Implementación de mejoras iterativas en el prototipo para optimizar su rendimiento.
	Garantizar que el prototipo funcional demuestre mejoras palpables en la alineación.
Evaluar los resultados de las pruebas del prototipo funcional a escala y proyección real.	Evaluación exhaustiva de los resultados de las pruebas en el prototipo funcional.
	Análisis de los resultados en diferentes escalas y escenarios de implementación.
	Obtención de datos sobre la eficacia de la solución y su impacto en la alineación de contactos.
	Extracción de conclusiones y recomendaciones para futuras implementaciones en la industria.

Fuente: Elaboración propia.

Estas metas están intrínsecamente relacionadas con los objetivos específicos y actúan como categorías que guiarán el trabajo de campo y proporcionarán coherencia al desarrollo del documento.

## **5. Exposición y análisis de resultados y hallazgos**

En este capítulo, se presenta de manera detallada la metodología de sistematización y las escalas de medición aplicadas para analizar la información recopilada durante el proceso de diseño, simulación y preparación para el prototipado. La sistematización se dividió en etapas clave, utilizando un enfoque deductivo para estructurar la información en categorías significativas.

La relación entre las categorías de sistematización y las escalas de medición se resume en una tabla que proporciona una visión general de la aplicación de cada escala a las diferentes fases del proyecto.

La información obtenida se presenta de manera organizada y estructurada en cinco secciones principales: modelado 3d, simulación FEA, preparación del prototipado, análisis de tolerancias y pruebas. Cada sección aborda aspectos específicos, como el desarrollo del modelo, la comparación entre resultados teóricos y simulados, y la evaluación de procesos de manufactura. Este formato garantiza una presentación clara y coherente, facilitando la comprensión de los hallazgos y resultados en cada etapa del proyecto.

### **5.1. Sistematización y aplicación de escalas de medición**

En esta sección, se presenta la metodología de sistematización y las escalas de medición aplicadas para analizar la información recopilada durante el proceso de diseño, simulación y preparación para el prototipado.

### Metodología de Sistematización:

- El proceso de sistematización se dividió en etapas clave: Modelado 3D, Simulación FEA y Preparación para el Prototipado.
- Se utilizó un enfoque deductivo, partiendo de los objetivos del proyecto para estructurar la información recopilada en categorías significativas.

### Escalas de Medición Aplicadas:

- Para evaluar la complejidad del modelo 3D, se utilizó una escala de "Complejidad Geométrica" basada en la cantidad de características y la interconexión entre componentes.
- En la simulación FEA, se aplicó una escala de "Precisión de Simulación" para medir la concordancia entre los resultados simulados y los cálculos teóricos.
- La preparación para el prototipado se evaluó mediante una escala de "Viabilidad de Manufactura" considerando los procesos de manufactura ideales para cada componente.

**Tabla 8.**  
Escalas de Medición.

<b>Categoría de Sistematización</b>	<b>Escala de Medición</b>
Modelado 3D	Complejidad Geométrica
Simulación FEA	Precisión de Simulación
Preparación para el Prototipado	Viabilidad de Manufactura

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla proporciona una visión general de cómo se aplicaron las escalas de medición a cada categoría de sistematización, facilitando la interpretación de los resultados obtenidos.

## 5.2. Organización de la información obtenida

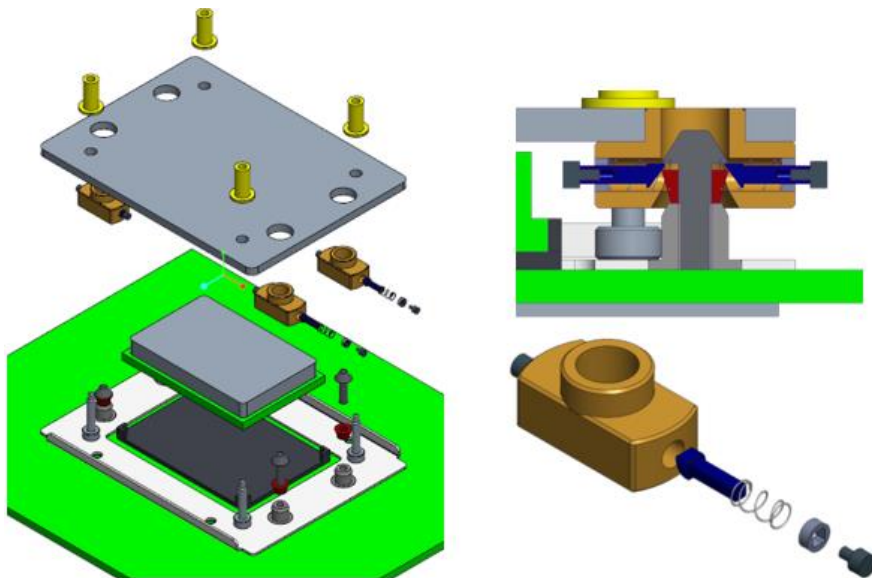
La información recopilada se organiza y presenta de manera estructurada de acuerdo con las categorías de sistematización previamente establecidas:

### 1. Modelado 3D.

En la fase de Modelado 3D, se abordaron las complejidades inherentes al diseño del mecanismo anti-ladeo, considerando cuidadosamente las restricciones clave. Se enfocó en optimizar la manufacturabilidad, asegurando que el modelo no solo fuera funcional conceptualmente, sino también viable para la fabricación. Se prestaron especial atención a detalles cruciales que se puede apreciar en la Figura 10, como la ubicación y disposición de los resortes a compresión, los cuales desempeñan un papel fundamental en el incremento de la fuerza necesaria para el ensamblaje del disipador de calor. Además, se han explorado distintas opciones de fabricación, evaluando la viabilidad y eficiencia de procesos como el torneado, fresado o impresión en 3D.

**Figura 10.**

Mecanismo Anti-ladeo.



Fuente: Elaboración propia.

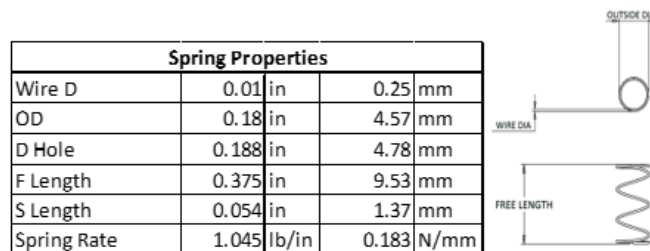
Este enfoque proactivo en la manufacturabilidad aseguró que el modelo 3D no solo representara una solución teórica, sino que también sentara las bases para la materialización práctica del mecanismo, garantizando su funcionalidad y utilidad en aplicaciones del mundo real.

## 2. Simulación FEA.

En la etapa de Simulación FEA, se llevó a cabo un análisis detallado de la fuerza de inserción del mecanismo anti-ladeo, centrándose inicialmente en cálculos fundamentados en la Ley de Hooke. La presencia de ocho resortes a compresión en el mecanismo demandó una evaluación precisa de la fuerza necesaria para ensamblar el dissipador de calor. Mediante la aplicación de la Ley de Hooke, en la Figura 11 se puede apreciar el resultado de los cálculos donde se estimó una fuerza de inserción teórica de 0.78 N por resorte.

**Figura 11.**

Cálculos y Ley de Hooke.

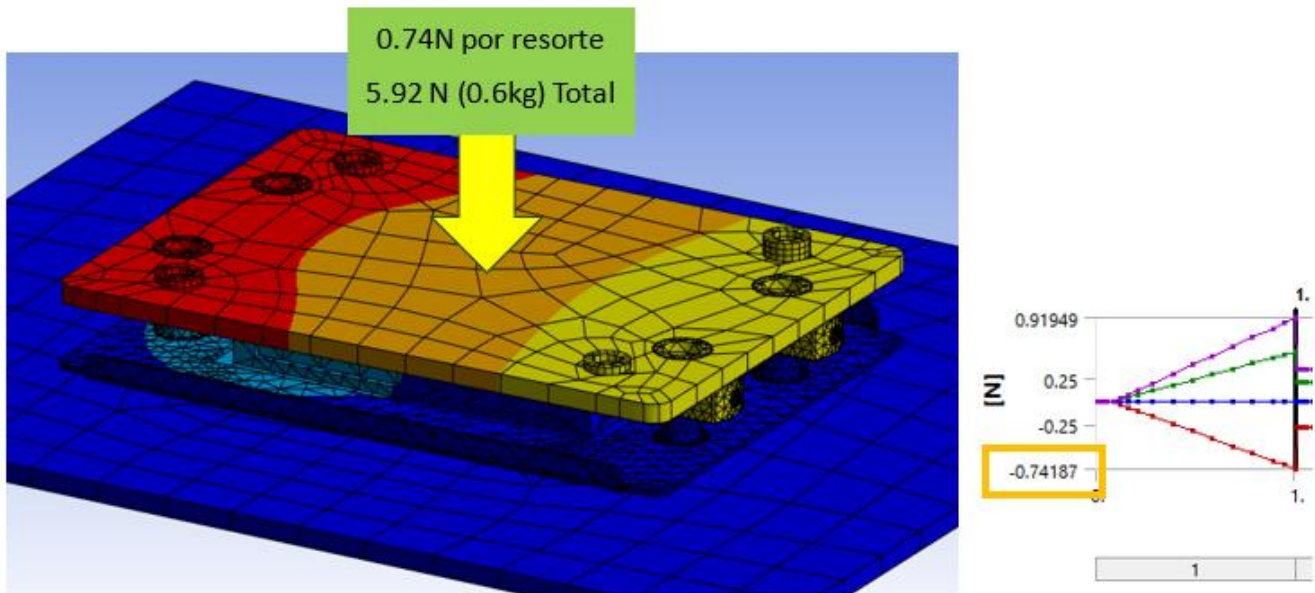


Fuente: Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2022). *Fundamentals of Physics* (11th ed.). Wiley.

Posteriormente, estos cálculos teóricos fueron contrastados con los resultados obtenidos mediante la simulación FEA utilizando *ANSYS Mechanical* que estimó una fuerza de inserción de 0.74 N por resorte, que a su vez requiere una fuerza necesaria durante la inserción (Figura 12).

**Figura 12.**

Simulación de Fuerza de Inserción.



Fuente: Elaboración propia.

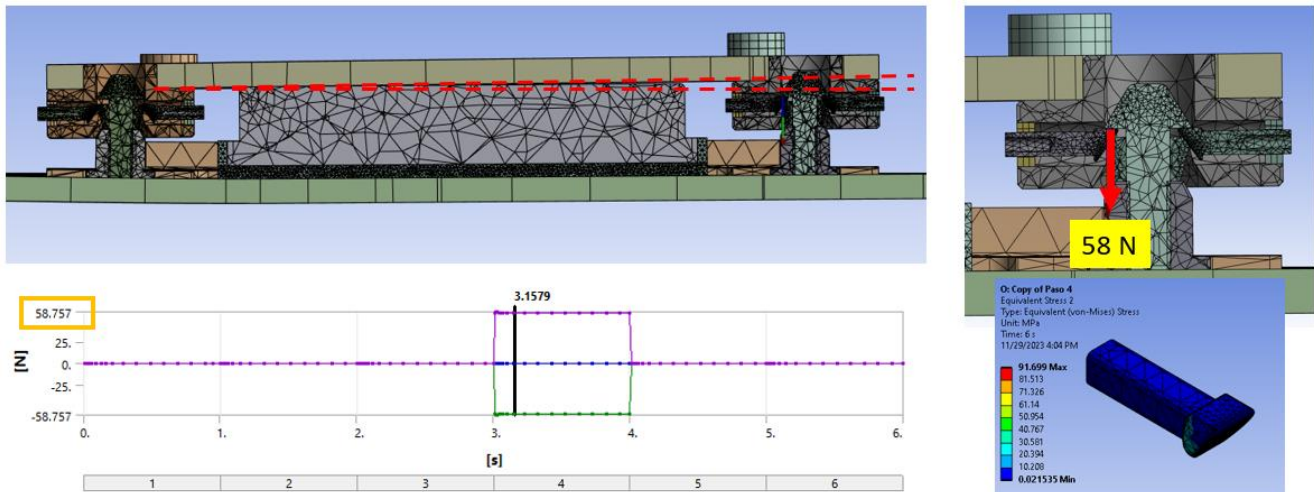
La simulación permitió modelar la secuencia de ensamblaje del disipador de calor, evaluando la inclinación de la base de este y proporcionando datos precisos sobre las fuerzas de reacción en los actuadores del mecanismo anti-ladeo. La convergencia cercana entre los cálculos teóricos y los resultados de la simulación validan la robustez y precisión del diseño, brindando una comprensión completa de la fuerza de inserción y su comportamiento bajo condiciones dinámicas. Este enfoque integrado entre cálculos teóricos y simulación FEA no solo respalda la eficacia del mecanismo en términos de ensamblaje, sino que también establece una base sólida para la fase de prototipado y validación experimental.

En relación con la simulación FEA enfocada en la fuerza de reacción sobre los actuadores durante la limitación del desplazamiento del disipador de calor, los resultados revelaron que esta fuerza alcanza aproximadamente los 6 kg (58 N) como se muestra en la Figura 13. Este dato se convierte en un componente esencial a considerar en la siguiente fase de prototipado, ya que el control de la inclinación durante la instalación, dependen directamente de la resistencia de los actuadores a esta

carga. Aunque los análisis de estrés en los actuadores indican niveles aceptables, proporcionando un nivel inicial de confianza en la resistencia de la pieza, es imperativo llevar a cabo pruebas físicas en el prototipo para validar estos resultados.

**Figura 13.**

Fuerza de reacción sobre los actuadores.



Fuente: Elaboración propia.

La elección del material y del proceso de manufactura para los actuadores será crítica en este contexto, ya que impactará directamente en la capacidad de resistir las fuerzas involucradas durante la instalación.

### 3. Preparación del prototipado.

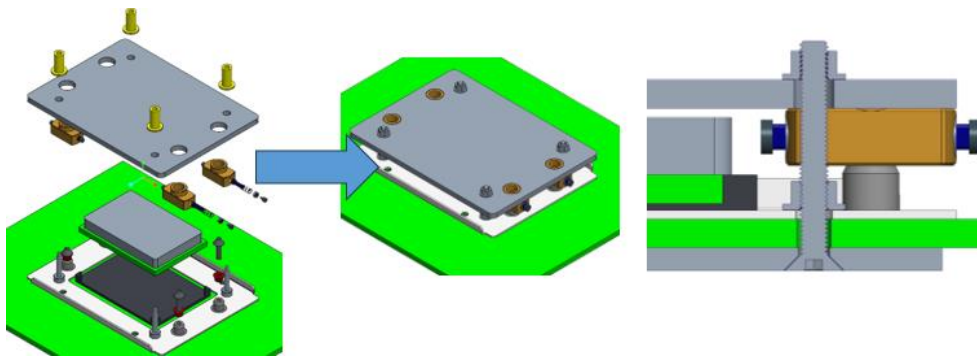
En esta fase se realizaron meticulosos análisis para identificar los procesos de manufactura más adecuados que garantizaran la viabilidad y eficiencia del mecanismo anti-ladeo. Considerando la complejidad del diseño y las restricciones de manufacturabilidad, se evaluaron opciones como torneado, fresado, impresión 3D, así como componentes de catálogo como resortes, tuercas y tornillos. Cada proceso fue seleccionado cuidadosamente, teniendo en cuenta la optimización del rendimiento y la funcionalidad del mecanismo. Además, se abordaron aspectos clave de manufacturabilidad para

asegurar que el diseño fuera reproducible a escala prototipo (Figura 14), contemplando tolerancias y materiales específicos. Esta etapa es un puente esencial entre la conceptualización y la materialización física del mecanismo, estableciendo las bases para crear el prototipo que luego se someterá a pruebas exhaustivas.

Este formato de presentación garantiza claridad y coherencia, permitiendo una fácil comprensión de los hallazgos y resultados obtenidos durante cada fase del proyecto.

**Figura 14.**

Simplificación del diseño para prototipado.



Fuente: Elaboración propia.

La simplificación del diseño estableció las bases para la creación del prototipo y aseguró la optimización del rendimiento y la funcionalidad del mecanismo.

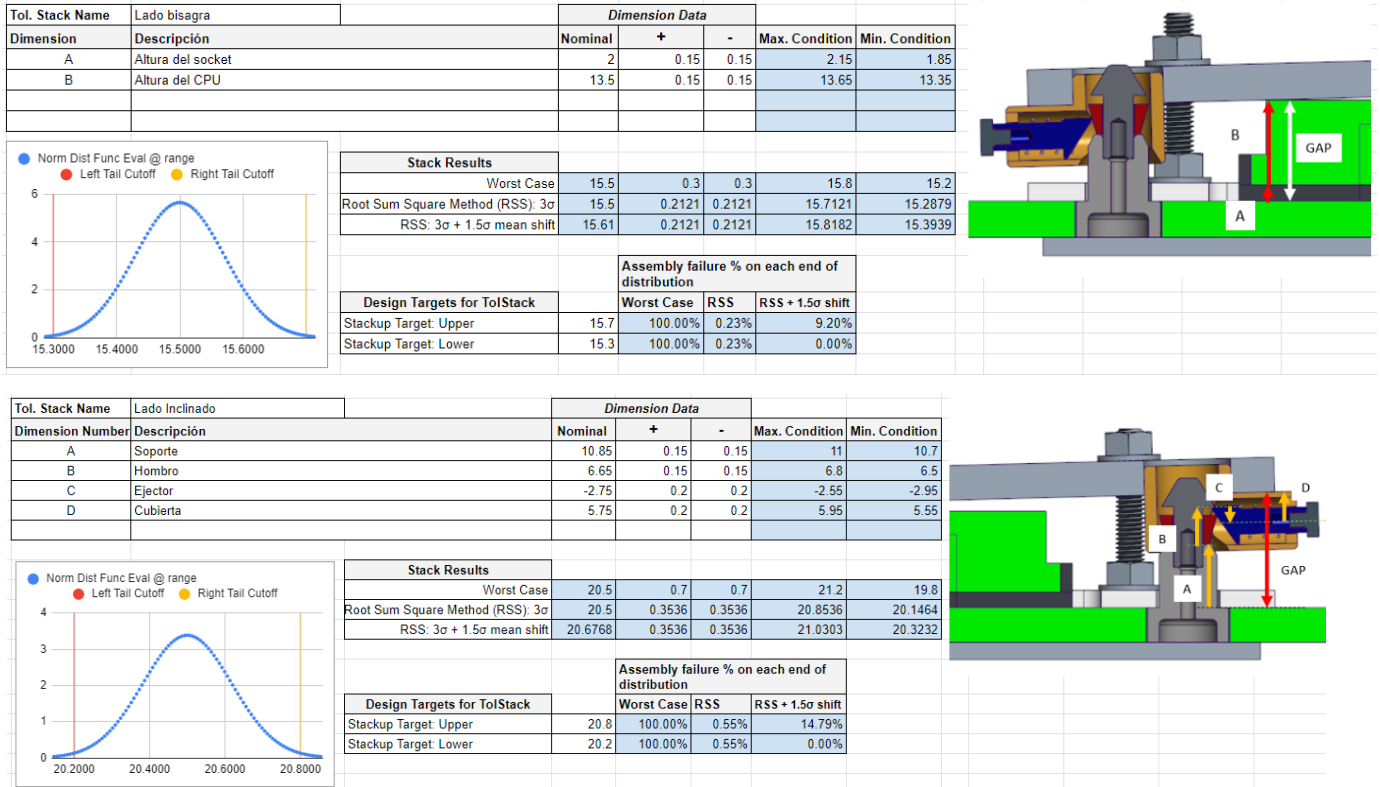
#### **4. Análisis de tolerancias.**

Como parte del proceso de diseño y desarrollo del prototipo, se realizaron análisis de tolerancias detallados, que se muestran en la Figura 15 para evaluar y predecir el rango de inclinación que podría alcanzar el mecanismo durante su funcionamiento. Estos análisis son fundamentales para comprender la variabilidad esperada en las dimensiones y posiciones de los componentes clave del sistema. A través de la evaluación de las tolerancias, se busca identificar posibles escenarios de desviación que podrían afectar la integridad y estabilidad del prototipo. En este contexto, se llevaron a cabo análisis de

tolerancia para estimar con precisión el grado de inclinación esperado bajo diferentes condiciones operativas y de fabricación.

**Figura 15.**

**Análisis de Tolerancias.**

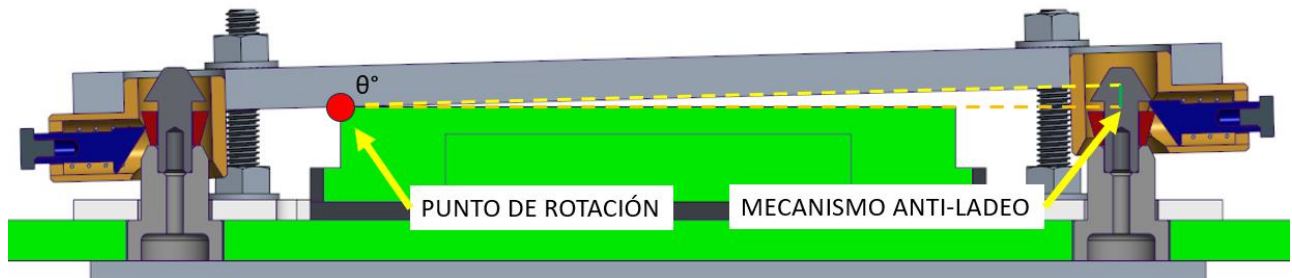


Fuente: Elaboración propia.

Con base en los análisis de tolerancias realizados, ahora se obtuvo la capacidad de predecir con precisión el ángulo máximo y mínimo permitido para el prototipo. Estos análisis han permitido establecer con confianza los límites de inclinación del mecanismo, considerando un punto de rotación y el punto del mecanismo anti-ladeo como fijos como se ejemplifica en la Figura 16. Esta información es crucial para garantizar que el diseño final cumpla con los requisitos de estabilidad y funcionalidad, proporcionando una guía invaluable para el proceso de fabricación y montaje del prototipo.

**Figura 16.**

Punto de rotación.



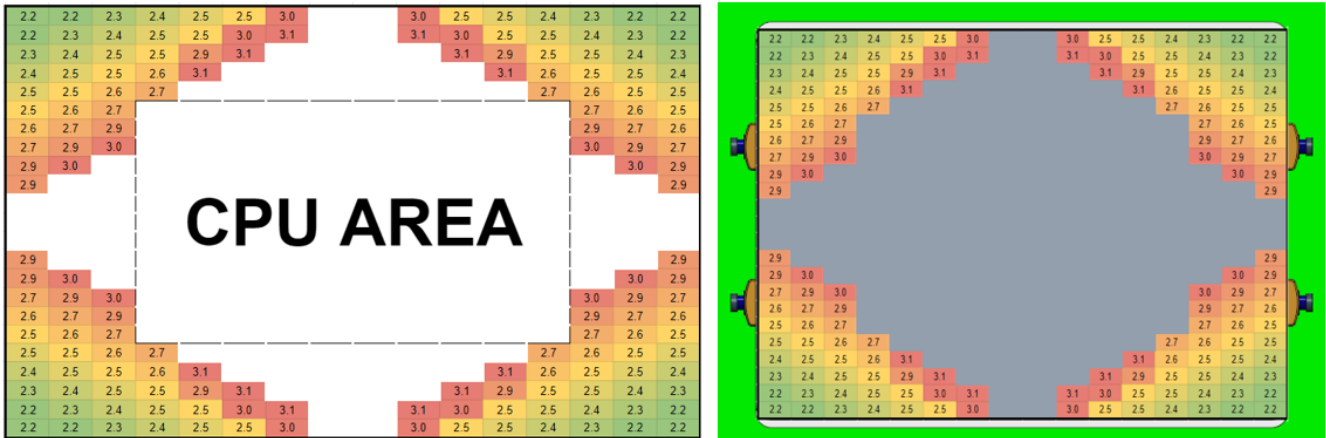
Fuente: Elaboración propia.

La metodología va más allá del diseño de un mecanismo anti-ladeo; hemos desarrollado un enfoque sistemático y parametrizado que puede aplicarse a una amplia gama de diseños y condiciones de frontera. Esta metodología permite entender cómo la posición y configuración del mecanismo anti-ladeo influyen en el ángulo de inclinación alcanzable por el sistema. Al parametrizar los cálculos y considerar diversas restricciones y condiciones específicas del diseño, esta metodología proporciona guía para optimizar el rendimiento del mecanismo anti-ladeo en cualquier aplicación. Con esta metodología, los diseñadores pueden abordar eficazmente los desafíos de estabilidad y funcionalidad, adaptando el diseño del mecanismo anti-ladeo de manera precisa y eficiente a las necesidades y restricciones particulares de su proyecto.

En la Figura 17 se visualiza cómo la efectividad del mecanismo anti-ladeo varía dependiendo de su posición. Es importante destacar que la posición óptima para el mecanismo anti-ladeo no siempre se puede utilizar, ya que múltiples variables y condiciones de frontera pueden influir en su desempeño. Cada diseño presenta desafíos únicos que deben tenerse en cuenta al determinar la ubicación más efectiva para el mecanismo.

Figura 17.

Efectividad mecanismo anti-ladeo.

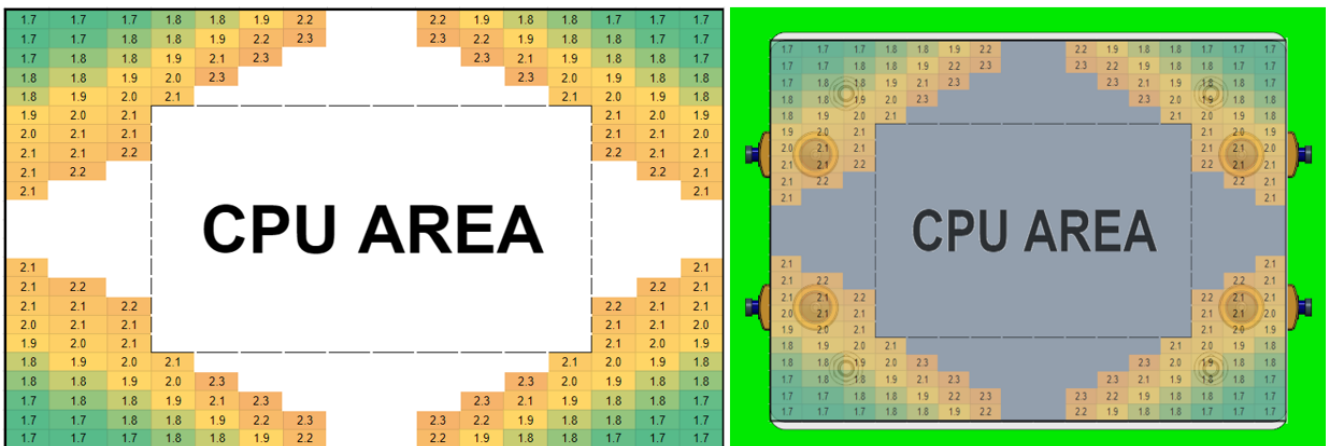


Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, es crucial realizar un análisis detallado y considerar cuidadosamente todas las variables relevantes antes de decidir la posición final del mecanismo anti-ladeo en un diseño específico y tomar la mejor posición posible con base en el mapa que arrojen los cálculos.

Figura 18.

Proyección real de la efectividad mecanismo anti-ladeo.



Fuente: Elaboración propia.

Así como también se presenta en la Figura 18, la representación en un mapa de cómo varía la eficacia del mecanismo en función de su posición. Estos cálculos fueron recalibrados considerando las tolerancias inherentes y las dimensiones alcanzables a través de técnicas avanzadas de manufactura. El propósito principal de este mapa es proyectar el impacto esperado del mecanismo en una escala y construcción real, lo que proporciona una guía crucial para la implementación práctica del dispositivo.

## **5. Pruebas.**

Para evaluar las características del prototipo del mecanismo anti-ladeo, se llevaron a cabo pruebas experimentales centradas en la medición del ángulo de inclinación en relación con la altura del mecanismo anti-ladeo. Estas pruebas se diseñaron con base en los análisis de tolerancias previamente realizados, los cuales estimaron un rango de inclinación de 1.98 a 2.97 grados. El objetivo principal fue caracterizar el prototipo y validar los resultados obtenidos en los análisis teóricos.

La metodología de las pruebas consistió en configurar el prototipo en su posición de inclinación mínima, determinada en  $2.25^\circ$ , y posteriormente incrementar la altura del mecanismo anti-ladeo en incrementos de 0.25mm. Esto permitió variar el ángulo de inclinación de manera controlada para evaluar su comportamiento en diferentes configuraciones.

Las mediciones se llevaron a cabo en el laboratorio de metrología utilizando equipos de precisión sobre una mesa de granito como se aprecia en la Figura 18. Cada configuración se evaluó cuidadosamente, registrando tanto las mediciones experimentales como los valores teóricos esperados según los análisis de tolerancias.

**Figura 19.**

Medición de ángulo del prototipo.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se resume los resultados obtenidos durante las pruebas experimentales, incluyendo las mediciones de ángulo de inclinación y las discrepancias respecto a los valores teóricos calculados.

**Tabla 9.**

Cálculos teóricos vs Mediciones.

	Desplaz.	4.5	4.75	5	5.25	5.5	5.75	mm
Ángulo	Cálculo	2.23	2.35	2.48	2.60	2.73	2.85	°
	Medición	2.25	2.35	2.43	2.68	2.88	3.03	
	$\Delta$	0.02	0.00	-0.05	0.08	0.15	0.18	

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de estas pruebas proporcionan una validación experimental de las características del prototipo y su capacidad para cumplir con los requisitos de diseño establecidos. Estos hallazgos son fundamentales para el desarrollo futuro del mecanismo anti-ladeo y proporcionan una base sólida para futuras iteraciones y optimizaciones.

### **5.3. Impacto de la estrategia en la solución del problema.**

El impacto de la estrategia es fundamental para mejorar la eficiencia y la fiabilidad del sistema. En primer lugar, la capacidad del prototipo para medir un ángulo cercano al obtenido con la solución actual, a pesar de ser fabricado mediante impresiones 3D, sugiere un potencial significativo para su aplicación en manufactura avanzada convencional de alto volumen. Esta mejora en la precisión de la medición del ángulo proporciona una base sólida para aumentar la confianza en la implementación de la solución a escala. Además, la característica auto activable de la solución elimina por completo el riesgo de error humano asociado con la activación manual, lo que garantiza una consistencia y fiabilidad óptimas en su funcionamiento.

Por otro lado, en términos de diseño, la solución propuesta ocupa un espacio mínimo y no interfiere con las áreas críticas para la disipación de calor y el flujo de aire. Esto es crucial para mantener un rendimiento térmico eficiente del sistema, lo que a su vez contribuye a una mayor confiabilidad y durabilidad de los componentes. Asimismo, la optimización del diseño para evitar interferencias con otros elementos del sistema asegura una integración fluida y una operación sin problemas en el entorno real de aplicación.

En conjunto, estos aspectos destacan el impacto positivo de la estrategia en la solución del problema, no solo en términos de precisión y confiabilidad, sino también en cuanto a la eficiencia del diseño y la integración armoniosa en el sistema existente. Esta mejora en la funcionalidad y el rendimiento tiene el potencial de generar beneficios significativos en términos de productividad, calidad del producto y satisfacción del cliente en la industria tecnológica.

## 6. Discusión final

El análisis detallado de los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto arroja información oportuna sobre la efectividad y relevancia de la metodología desarrollada para el diseño y análisis de mecanismos anti-ladeo en la industria de la tecnología de la información. Se evidencia que la parametrización de los cálculos y la consideración de diversas condiciones de frontera, así como sus restricciones permiten una comprensión más profunda de cómo la posición y configuración del mecanismo anti-ladeo influyen en el ángulo de inclinación máximo permisible. Esta metodología no solo ofrece un enfoque sistemático y eficiente para abordar los desafíos de diseño específicos de cada proyecto, sino que también proporciona una base sólida para la optimización continua y la adaptación a futuras necesidades y contextos. Además, se destaca la importancia de considerar la variabilidad inherente a cada situación, reconociendo que no existe una posición "óptima" universal para el mecanismo anti-ladeo debido a las múltiples variables en juego. En este sentido, se resalta la necesidad de una evaluación detallada y personalizada en cada caso, lo que subraya la flexibilidad y adaptabilidad de la metodología propuesta. Los resultados de este proyecto respaldan la utilidad y efectividad de la metodología desarrollada, así como su potencial para contribuir significativamente al avance y la innovación en el campo del diseño de mecanismos anti-ladeo.

### **6.1. Consecuencias de la aplicación de la estrategia de innovación.**

Se observará una mejora significativa en el rendimiento de los productos. La aplicación de la metodología permitirá optimizar el diseño del mecanismo anti-ladeo, lo que se traducirá en un aumento significativo en la estabilidad y la eficiencia de los productos finales. La reducción de la inclinación del disipador de calor durante el ensamblaje mejorará la calidad y la confiabilidad de los sistemas de refrigeración de CPU. Además, se logrará ahorro en costos y recursos para las empresas. Al evitar problemas de alineación y contacto inadecuado entre componentes, se reducirán las fallas asociadas a la instalación de CPU y retrabajos asociados con fallos de diseño, lo que conducirá a una optimización de los recursos y materiales, así como a una mayor eficiencia en el proceso de fabricación en la industria.

En cuanto a la satisfacción del cliente y los usuarios finales, se espera un incremento notable. La mayor estabilidad y fiabilidad de los productos resultantes de la aplicación de la estrategia de innovación se traducirán en una experiencia mejorada para los usuarios. La reducción de fallos de fabricación y la mejora en el rendimiento contribuirán a aumentar la satisfacción y la confianza del usuario.

Estos impactos positivos serán evidencia directa de la efectividad y relevancia de la estrategia de innovación aplicada, respaldando la importancia de la metodología desarrollada y su potencial para generar mejoras significativas en la industria de la tecnología de la información.

#### **6.1.1. Aspectos de mejora para intervenciones subsecuentes**

En el análisis de este proyecto, es crucial reconocer las limitaciones que pueden influir en la interpretación de los resultados y en la aplicabilidad de las conclusiones. Una de las principales limitantes de este trabajo radica en la escala del prototipo utilizado. Dado que el prototipo se encuentra a una escala de 2:1, es posible que algunas características y comportamientos no se reproduzcan de manera exacta a lo que se experimentaría en un entorno a escala real.

Además, es importante destacar que la incorrecta instalación de un CPU puede verse afectada por una serie de variables, como la fuerza aplicada durante el proceso, las cuales no fueron abordadas de manera exhaustiva en este trabajo. Durante el desarrollo del proyecto se enfocó principalmente en el análisis de la inclinación del CPU durante la instalación, dejando de lado otros aspectos relacionados con la manipulación y fijación del componente.

Otra limitación significativa es que el prototipo construido para este trabajo no utilizó un socket ni un CPU reales, sino que se basó en impresiones 3D y piezas cortadas con láser. Esto podría afectar la precisión y la representación exacta de los resultados obtenidos, ya que las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados pueden diferir de los componentes reales.

En consecuencia, para futuras intervenciones en este campo, se recomienda considerar la posibilidad de trabajar con prototipos a escala real y utilizar componentes reales para una mayor fidelidad en los resultados. Además, sería beneficioso abordar de manera más completa las variables relacionadas con la instalación del CPU, así como explorar metodologías alternativas para mejorar la

precisión y la representatividad de los hallazgos. Estas mejoras permitirían una comprensión más completa y precisa de los problemas relacionados con la instalación de CPU y la eficacia de los mecanismos anti-ladeo en su prevención.

## **6.2. Relevancia y trascendencia disciplinaria del caso.**

El enfoque parametrizado utilizado para comprender el impacto de la posición del mecanismo anti-ladeo en el ángulo de inclinación del CPU ofrece una contribución significativa. Esta metodología no solo se centra en un diseño específico, sino que sienta las bases para una aproximación sistemática y escalable al desarrollo de mecanismos anti-ladeo en diversas aplicaciones y escenarios.

Al considerar las limitaciones, como la escala del prototipo y la naturaleza simulada de los componentes, se reconoce la necesidad de futuras intervenciones que validen estos hallazgos en entornos más próximos a la realidad. Sin embargo, el enfoque metodológico propuesto ofrece un marco sólido para abordar problemas similares en la industria de la tecnología de la información, donde la precisión y confiabilidad son críticos.

Además, al situar este trabajo en el contexto de las tendencias actuales en el diseño de componentes electrónicos y la optimización de sistemas informáticos, se destaca su relevancia para enfrentar los desafíos emergentes en un entorno tecnológico en constante evolución. Este enfoque no solo tiene implicaciones prácticas para la mejora del rendimiento y la fiabilidad de los componentes de CPU, sino que también contribuye al avance del conocimiento en el campo de la ingeniería mecánica y su relación con los dispositivos electrónicos.

## Referencias bibliográficas

### Artículo de revista y libros.

Geng, Phil. (2019). Structural Design of LGA Loading Mechanisms for Intel CPU Stack Retention. *Journal of Electronic Packaging*. 141. 10.1115/1.4042800.

Pat Gelsinger (2023, 01 septiembre) *Los Nuevos Retos de Intel*. Expansión.

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2022). *Fundamentals of Physics* (11th ed.). Wiley.

### Patente.

Ferguson, S. A. (2018). Server microprocessor carrier with guiding alignment anti - tilt and automatic thermal interface material separation features for use in land grid array sockets (Patent US 11,291,115 B2). Oficina de Patentes y Marcas de los Estado Unidos de América.

[https://patents.google.com/patent/US11291115B2/en?q=\(cpu+lga+antitilt+mechanism\)&oq=cpu+lga+antitilt+mechanism](https://patents.google.com/patent/US11291115B2/en?q=(cpu+lga+antitilt+mechanism)&oq=cpu+lga+antitilt+mechanism)

### Página web.

BER staff (2019, 27 de febrero). Intel and AMD: *Market Competition*.

<https://econreview.berkeley.edu/intel-and-amd-market-competition/>

Amazon Web Services. (s/f). What Is a CPU? Recuperado el día 13 de abril de 2024.

<https://aws.amazon.com/es/what-is/cpu/>

TE Connectivity. (s.f.). Land Grid Array (LGA) Sockets. Recuperado el día 13 de abril de 2024.

<https://www.te.com/usa-en/products/connectors/sockets/ic-sockets/lga-sockets.html?tab=pgp-story>

Alsop, T. (2023, 14 de agosto). *Worldwide x86 Intel-AMD market share 2012-2023*. Statista.

<https://www.statista.com/statistics/735904/worldwide-x86-intel-amd-market-share/#:~:text=Share%20of%20Intel%20and%20AMD,worldwide%202012%2D2023%2C%20by%20quarter&text=In%20the%20third%20quarter%20of,35%20percent%20were%20AMD%20processors.>

Salter, J. (2020, 17 de noviembre). *A history of Intel vs. AMD desktop performance, with CPU charts galore.*

<https://arstechnica.com/gadgets/2020/11/a-history-of-intel-vs-amd-desktop-performance-with-cpu-charts-galore/>

Rahim Amir (2022, Abril 3). Intel vs. AMD: Which CPUs Are Better? Recuperado de <https://gamerant.com/intel-vs-amd-cpus-better/>

# Índice de materias

## A

*abstract* · 4  
alcance · Véase delimitación  
Análisis causa-efecto · 2, 8  
Antecedentes · 7  
antecedentes históricos · Véase Antecedentes  
asesores  
también "asesor" · 6, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17,

18

## C

categorías de información · Véase Metas de información  
Conceptos o enfoques teóricos · Véase Estado de la cuestión  
cronograma · 14, 16  
Cronograma de trabajo · Véase cronograma

## D

delimitación · 9, 11

## E

enfoques teóricos · Véase Marco conceptual o de referencia  
especialistas que asesoren · Véase Asesor  
estado de la cuestión · 10, 11  
Estado de la cuestión · 2, 10  
estados de la cuestión · Véase Estado de la cuestión  
estrategia metodológica · 2, 12, 13, 17, 18

estrategias metodológicas · Véase estrategia metodológica

## H

hallazgos · 2, 4, 7, 16, 18  
herramientas · Véase Herramientas, Véase Herramientas  
Herramientas · 2, 11, 13, 15  
herramientas de recopilación de información · Véase Herramientas, Véase Herramientas  
herramientas o instrumentos · Véase Herramientas

## I

### IDI I

Primera asignatura relacionada con investigación, innovación y desarrollo, permite desarrollar aspectos metodológicos relacionados con el trabajo · 6, 7, 8, 9, 10, 13

### IDI II

Segunda asignatura correspondiente a la investigación, desarrollo e innovación · 10, 11, 12, 13, 14, 15

### IDI III

Tercera asignatura sobre investigación, desarrollo e innovación · 16, 17

Imprevistos · 2, 14

instrumentos de recopilación de información · Véase Herramientas

## M

marco conceptual · 10, 18

Marco conceptual o de referencia · 2, 10  
Matriz de marco lógico · 2, 8  
**Metas de información** · 2, 13, 15  
muestra · Véase Muestra o sujetos de investigación, Véase Muestra o sujetos de investigación  
muestra o sujetos de investigación · Véase Muestra o sujetos de investigación  
Muestra o sujetos de investigación  
Muestra o sujetos de investigación · 2, 13

## **O**

objetivos · 6, 8, 9, 13, 14, 15, 18

## **P**

**Palabras clave** · 4

problema · 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19  
proceso de aplicación o intervención/investigación · 13, 16  
proceso de aplicación/intervención/investigación · Véase proceso de aplicación o intervención/investigación

## **T**

TOG

Trabajo de Obtención de Grado · 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19

tutor

Responsable del proceso de acompañamiento directo con el estudiante · 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20

tutores · Véase tutor

## Índice de figuras

- Figura 1. Posición de los pines con respecto a las almohadillas.
- Figura 2. Pila de componentes.
- Figura 3. Intel vs AMD incremento de numero de pines en socket.
- Figura 4. Pin dentro y fuera de la almohadilla.
- Figura 5. Secuencia de ensamble circular.
- Figura 6. Bujes embalados/Actuador Mecánico.
- Figura 7. Mecanismo Iris.
- Figura 8. Contrapeso.
- Figura 9. Opciones mecanismo iris y bujes embalados.
- Figura 10. Mecanismo Anti-ladeo.
- Figura 11. Cálculos y Ley de Hooke.
- Figura 12. Simulación de Fuerza de Inserción.
- Figura 13. Fuerza de reacción sobre los actuadores.
- Figura 14. Simplificación del diseño para prototipado.
- Figura 15. Análisis de Tolerancias.
- Figura 16. Punto de rotación.
- Figura 17. Efectividad mecanismo anti-ladeo.
- Figura 18. Proyección real de la efectividad mecanismo anti-ladeo.
- Figura 19. Medición de ángulo del prototipo.

## Índice de tablas

- Tabla 1. Causa-Efecto.
- Tabla 2. Objeto General.
- Tabla 3. Matriz de Decisión.
- Tabla 4. Herramientas e Instrumentos.
- Tabla 5. Cronograma de trabajo.
- Tabla 6. Riesgos.
- Tabla 7. Metas de Información por objetivo.
- Tabla 8. Escalas de Medición.
- Tabla 9. Cálculos teóricos vs Mediciones.

## Índice de siglas

TOG - Trabajo de Obtención de Grado.

IDI – Investigación, Desarrollo e Innovación.

DPTI – Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales.

ITESO - Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente