

Análisis estructural de deformación en una tarjeta Raspberry Pi

Mario Ibañez Olvera¹
División Ing. Mecatrónica
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tlanguistenco
Santiago Tlanguistenco, México
mario_mecatronica@test.edu.mx

Bethsabet Jaramillo Sierra²
División Ing. Ambiental
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tlanguistenco
Santiago Tlanguistenco, México
bethsabet.jaramillo@test.edu.mx

Diana Isela Rivera Ramos³
División de Contaduría
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tlanguistenco
Santiago Tlanguistenco, México
diana_industrial@test.edu.mx

Axel González Pulido⁴
División Ing. Mecatrónica
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tlanguistenco
Santiago Tlanguistenco, México
axel_201926043@test.edu.mx

Abstract— *In this work, a structural analysis is developed on a Raspberry Pi card with numerical simulation, with the intention of corroborating the correct structural design of the card. Submitting forces that are normally exerted on the card, both on the connection pins, as well as on the various ones such as USB and Ethernet.*

This analysis provides valuable information for designers of this type of cards, specifically Raspberry Pi card designers. With this information, the design of the card can be redesigned and improved to avoid damage to its structure due to the constant use and application of forces at the various points of the card.

Keywords— *Structural analysis, numerical simulation, electronic card.*

Resumen— *En el presente trabajo se desarrolla un análisis estructural en una tarjeta Raspberry Pi con simulación numérica, con la intención de corroborar el correcto diseño estructural de la tarjeta. Sometiendo fuerzas que normalmente se ejercen sobre la tarjeta, tanto en los pines de conexión, así como en los diversos como usb y ethernet.*

Este análisis proporciona información valiosa para los diseñadores de este tipo de tarjetas, en específico los diseñadores la tarjeta Raspberry Pi. Con dicha información se puede rediseñar y mejorar el diseño de la tarjeta para evitar daños en la estructura de la misma por el constante uso y aplicación de fuerzas en los diversos puntos de la tarjeta.

Palabras clave: *Análisis estructural, simulación numérica, tarjeta electrónica.*

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la tecnología, la tarjeta Raspberry Pi se ha erigido como un icono de innovación y versatilidad. Esta pequeña maravilla de la ingeniería, con su tamaño compacto y sus impresionantes capacidades de procesamiento, ha revolucionado la manera en que se concibe y aplica la informática en la actualidad. Desde su introducción en 2012, la Raspberry Pi ha encontrado un lugar especial en la industria de la electrónica y ha capturado la imaginación de entusiastas, estudiantes, investigadores y profesionales de todo el mundo.

Sin embargo, aunque su tamaño reducido puede engañar a primera vista, la tarjeta Raspberry Pi no es inmune a las complejidades del mundo físico en el que opera. Para asegurar su desempeño óptimo y su durabilidad en una amplia variedad de contextos, es esencial llevar a cabo un análisis estructural minucioso. Este análisis va más allá de la evaluación de sus componentes electrónicos y se adentra en el terreno de la mecánica, la termodinámica y las condiciones ambientales.

Este trabajo se propone explorar en detalle la importancia y los desafíos inherentes al análisis estructural de una tarjeta Raspberry Pi. En la siguiente exposición, se examinarán los aspectos mecánicos que influyen en la disposición de sus componentes, la resistencia de su estructura y su capacidad para soportar tensiones mecánicas. Del mismo modo, se abordará la gestión térmica, un aspecto crítico dado que la Raspberry Pi genera calor durante su funcionamiento. Además, se considerarán las condiciones ambientales a las que puede estar expuesta, tales como humedad, polvo y temperaturas extremas, y cómo estas afectan su desempeño a largo plazo.

Asimismo, se verá cómo un análisis estructural completo no solo es esencial para garantizar la integridad de la Raspberry Pi en diferentes aplicaciones, sino también para contribuir a la mejora de su diseño y su fiabilidad. Al entender y abordar los desafíos estructurales, se puede desbloquear todo el potencial de esta extraordinaria tarjeta, facilitando su implementación en proyectos que van desde sistemas embebidos hasta soluciones industriales avanzadas.

A lo largo de estas páginas, se sumergirá en un viaje de descubrimiento, desafiando las complejidades de la tarjeta Raspberry Pi y develando cómo el análisis estructural se convierte en el cimiento para su evolución continua en el mundo de la tecnología moderna. Desde su concepción hasta su aplicación práctica, esta exploración permitirá apreciar plenamente el papel crítico que desempeña en el desarrollo y la expansión de la capacidad para innovar y crear en la era digital.

II. CONCEPTOS BÁSICOS

A. Tarjeta Raspberry Pi

La Tarjeta Raspberry Pi, a menudo abreviada como "Raspberry Pi" o simplemente "RasPi", es una computadora de una sola placa (SBC, por sus siglas en inglés) que ha desempeñado un papel revolucionario en la industria de la tecnología. Concebida como una iniciativa educativa y de promoción de la informática, la Raspberry Pi ha evolucionado para convertirse en una plataforma de desarrollo asequible y versátil. Su factor de forma compacto, que se asemeja al de una tarjeta de crédito, esconde una impresionante potencia de procesamiento basada en arquitectura ARM, que varía según los modelos [1].

B. ANSYS

ANSYS, un programa de análisis de elementos finitos ampliamente utilizado en ingeniería y ciencias aplicadas que permite modelar y resolver problemas complejos de manera virtual. La simulación numérica mediante ANSYS de la placa Raspberry Pi nos permitirá comprender y analizar en detalle el comportamiento estructural que tienen las entradas de la tarjeta.

C. Análisis estructural

El análisis estructural es un proceso de evaluación integral que examina diversos aspectos relacionados con la resistencia, durabilidad y rendimiento de un objeto o sistema. En el contexto de la Raspberry Pi, el análisis estructural se centra en comprender cómo factores mecánicos, térmicos y ambientales pueden influir en su funcionamiento. Esto incluye la evaluación de la disposición de componentes en la tarjeta, la identificación de posibles puntos de falla mecánica, la gestión de la temperatura generada por la CPU y otros componentes, y la consideración de las condiciones ambientales en las que puede operar la tarjeta.

D. Mejora de Diseño y Fiabilidad

El análisis estructural no se trata solo de identificar problemas potenciales, sino también de mejorar el diseño y la confiabilidad de la Raspberry Pi. Al comprender las complejidades estructurales y abordarlas de manera efectiva, los diseñadores pueden tomar decisiones informadas para optimizar el diseño de la tarjeta y garantizar su durabilidad a largo plazo. Esto incluye la selección de materiales adecuados, la implementación de sistemas de enfriamiento eficientes y la mitigación de posibles riesgos que podrían afectar negativamente el rendimiento o la vida útil de la tarjeta.

III. CARACTERIZACIÓN DEL MODELO

En la figura 1, se puede observar al modelo en el cual se implementará el análisis estructural. En este, se pueden ver la mayoría de los componentes que componen la tarjeta, tales como elementos de memoria, unidad de procesamiento, entradas, salidas y la alimentación, estos últimos serán el punto de interés, ya que el análisis se centrará en simular el estrés que las entradas sufren a través del tiempo y el desgaste.

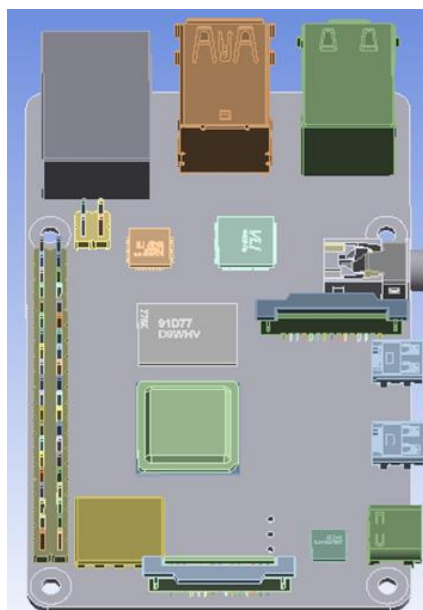


Fig. 1 Tarjeta de programación Raspberry Pi

A. Unidad de procesamiento

En este apartado se encuentra la CPU y la GPU, la primera se encarga de realizar todas las operaciones de cálculo y procesamiento de la tarjeta, mientras que la otra se encarga del procesamiento gráfico, lo que incluye el renderizado de imágenes, videos o tareas relacionadas con la visualización.

B. Almacenamiento

La Raspberry Pi utiliza una tarjeta microSD como medio de almacenamiento principal. El sistema operativo y los archivos se almacenan en esta tarjeta, que se inserta en la ranura de la Raspberry Pi.

C. Conectividad y comunicación

La tarjeta cuenta con 3 puertos con los cuales se puede realizar la conexión entre el usuario y la interfaz, estos son puertos USB, HDMI y Ethernet, sin embargo, algunos modelos de la placa incluyen conectividad inalámbrica como lo es WI-FI y Bluetooth.

D. Entrada/Salida y Audio

En esta sección se encuentran los pines de entrada y salida que tienen la función de realizar la interacción de sensores, actuadores y otros dispositivos electrónicos externos.

E. Alimentación

La tarjeta posee entradas de alimentación de tipo micro USB o USB-C, dependiendo del modelo, lo cual proporciona la energía necesaria para que la tarjeta funcione correctamente.

IV. SIMULACIÓN NUMÉRICA

A. ANSYS AIM

Mediante el programa de ANSYS AIM se realizaron los análisis del modelo, en este caso se cargaron los modelos con los que se realizaran las pruebas, establecieron los materiales de los cuales esta creado cada componente, ya que como se puede observar, se tienen piezas de aluminio (figura 2), resina

(figura 3), cerámica (figura 4) y plástico (figura 5) por lo que en las siguientes figuras se mostraran cada material [2].

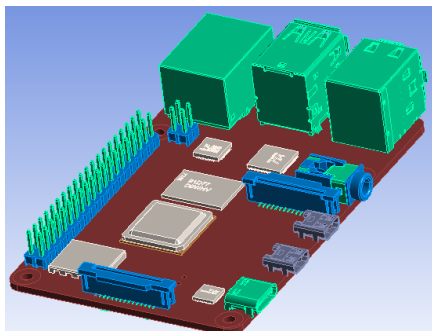


Fig. 2 Entradas y pines de aluminio

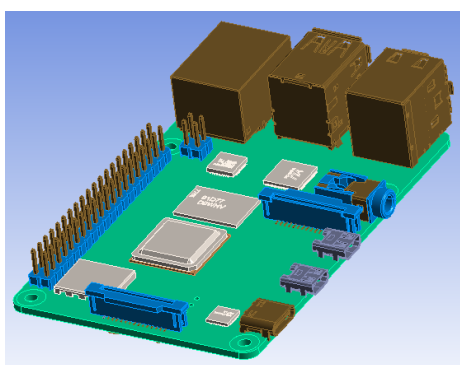


Fig. 3 Placa de resina

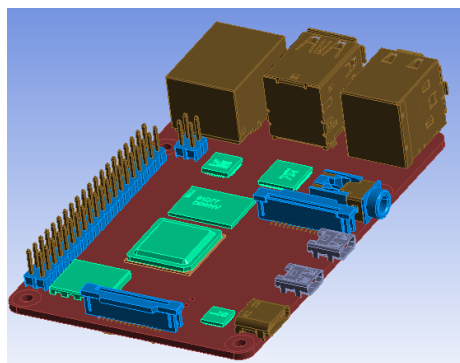


Fig. 4 Componentes cerámicos

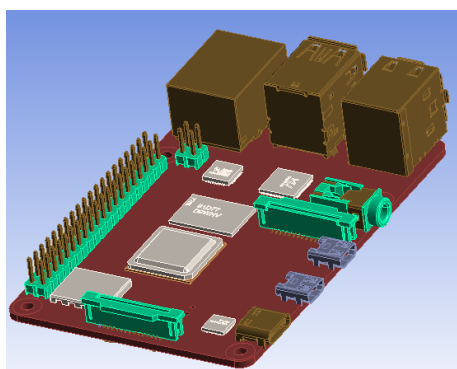


Fig. 5 Bases de entradas de plástico

B. ANSYS Mecanico

En la parte de ANSYS Mecánico es donde tendremos que realizar nuestra simulación, ya que el software se encarga de realizar el análisis estructural en nuestra placa [3].

a) Implementacion de soportes

Como mencionamos anteriormente, para realizar el proceso de análisis estructural, se debe definir primero un soporte, este nos ayudara de referencia al momento de realizar las cargas en el modelo. Para esta ocasión, tomaremos de referencia los espacios que se encuentran en la Figura 3, en cada uno de las cuatro esquinas de la placa, como se visualiza en la Figura 6.

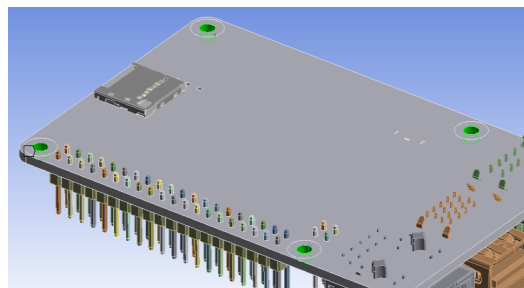


Fig. 6 Soportes generados

b) Fuerzas aplicadas

En este caso, las fuerzas que van a interactuar en nuestro modelo son referentes al uso y estrés que se genera a lo largo del tiempo, esto estará dentro de varios segmentos, como lo son los pines de entrada y salida, que son los que se utilizan mas a menudo y que pueden sufrir deformaciones. Las entradas de comunicación que tiene la placa, ya que estos son susceptibles a sufrir daño conforme pasa el tiempo.

Cada una de las fuerzas estará definida con la presión normal que se ejercerá al momento de conectar cada puerto, por lo que tendremos las fuerzas establecidas como se muestra en la Figura 7.

c) Generacion de malla

La malla es una discretización de la geometría del modelo en elementos más pequeños, como triángulos o tetraedros en el caso de elementos 2D y 3D, respectivamente. ANSYS utiliza algoritmos de generación de malla automática para crear mallas de elementos finitos de forma rápida y eficiente. Estos algoritmos pueden adaptarse a la geometría y las condiciones del problema, lo que ayuda a reducir la intervención manual, esta malla es esencial para realizar análisis numéricos precisos en ANSYS y otros programas similares. Por lo que al momento de generar la malla queda de la siguiente manera.

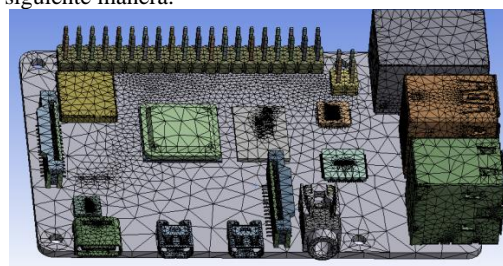


Fig. 7 Generación de malla en la placa

d) Tipo de analisis

Como se mencionó anteriormente, se realizará un análisis de deformación y de estrés, por lo que al momento de querer realizar el tipo de análisis seleccionaremos los dos anteriores, con esto el software realizará todo el análisis correspondiente, con ayuda de la malla, ya que divide el modelo en diferentes segmentos, para poder analizar cada segmento. Visualizándose de la siguiente manera en la Figura 8.

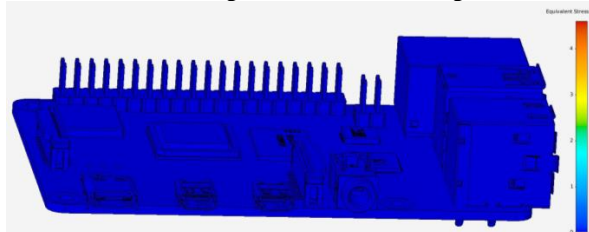


Fig. 8 Visualización del análisis estructural

V. RESULTADOS

En los resultados podemos visualizar las deformaciones que ocurren dentro del modelo, como las fuerzas están en proporción a la fuerza con la que un dispositivo normal se conecta en los conectores. Este análisis esta realizado con fuerzas, las cuales cambian de dirección y de posición, ya que no todas las entradas son iguales. Como se muestra en la Figura 9 y la Figura 10.

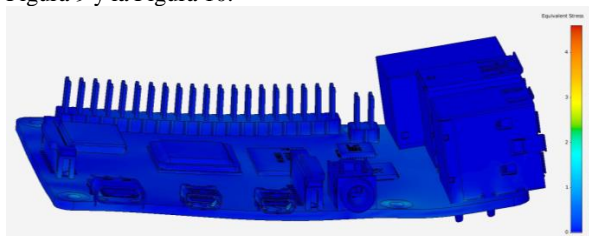


Fig. 9 Análisis de deformación por estrés

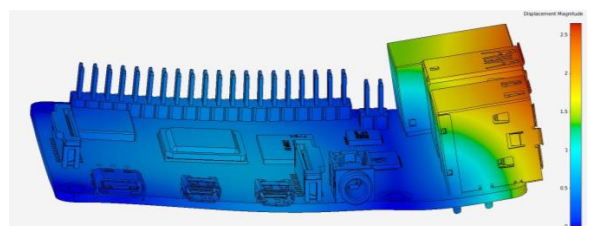


Fig. 10 Análisis de deformación por fuerzas

Cada uno de los análisis proporcionaría información esencial sobre cómo la tarjeta responde a cargas y condiciones diversas. Esto incluye conocer la distribución de estrés, la deformación, y calcular el factor de seguridad. Estos resultados permiten optimizar el diseño, garantizar la fiabilidad, gestionar la temperatura y reducir riesgos, asegurando que la Raspberry Pi funcione de manera confiable y duradera en una variedad de aplicaciones.

VI. CONCLUSIONES

En el análisis estructural de deformación en una tarjeta Raspberry Pi, se destaca la importancia de evaluar factores mecánicos, térmicos y ambientales para garantizar su rendimiento óptimo y durabilidad. Este proceso permite no

solo mejorar el diseño, sino también identificar posibles puntos de falla mecánica, sobrecalentamiento y riesgos ambientales que podrían afectar a la tarjeta a largo plazo.

El análisis estructural es esencial para tomar decisiones informadas sobre el diseño de la tarjeta, incluyendo la selección de materiales adecuados y la implementación de sistemas de enfriamiento eficientes. Además, considera las condiciones ambientales, como humedad, polvo y temperaturas extremas, que pueden influir en su confiabilidad en diferentes entornos.

Con todo lo anterior, entonces podemos definir varias áreas de oportunidad que brinda el análisis, como lo es la implementación de diferentes materiales para así lograr tener una placa firme y resistente.

VII. REFERENCIAS

[1] Solé, R. “Raspberry Pi: Qué es, para qué sirve y qué podemos hacer”. Accedido el 18 de julio de 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.profesionalreview.com/2021/07/18/que-es-raspberry-pi/>

[2] Ansys. “Ansys Space Claim”. Accedido el 24 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.ansys.com/products/electronics>

[3] Ansys. “Ansys Mechanical”. Accedido el 14 de julio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.ansys.com/products/structures/ansys-mechanical>