

gaiabit[®]

gaiabit.com



12

Q2|2023

ENTREVISTA - DR. CARLOS VILLEGAS

- Imanes permanentes: relevancia y desafíos en su reciclaje.
- Construcción de una prótesis con impresión 3D.
- La Hormiga de Langton y la Encriptación de Imágenes.
- ChatGPT y las tecnologías Wolfram.

Contenido

- 7 Imanes permanentes: relevancia y desafíos en su reciclaje.**
MCs. Irving Sixto Aguilar Zamorate, Dr. Renato Galluzzi, Dr. Luis Ibarra.
- 13 Construcción de una prótesis con impresión 3D.**
Miguel de Jesús Santiago Vásquez, Armando Jiménez Vásquez, Alejandra Velarde Galván, Esther Lugo González.
- 19 La Hormiga de Langton y la Encriptación de Imágenes.**
Andrés Romero-Arellano, Dr. Ernesto Moya-Albor, Dr. Jorge Brieva.
- 24 Entrevista con el Dr. Carlos Villegas**
Por Isabel Méndez
- 36 ChatGPT y las tecnologías Wolfram**
Por Dr. Juan M. Camacho. Wolfram certified instructor

“Los artículos publicados en esta revista reflejan opiniones de la exclusiva responsabilidad del autor”

Gaiabit S.A. de C.V. | Edición Q2 - 2023 | Prohíbe la reproducción total o parcial del contenido de esta revista por cualquier medio electrónico o magnético con fines comerciales sin el permiso previo de los editores. | Reserva de la Dirección General de Derechos de Autor: 04-2022-072111592600-102. Certificado de licitud de contenido en proceso. | Marca registrada ante el IMPI. |

Editor: Andrea Domínguez Medina
andrea@gaiabit.com

Editores asociados del comité científico:
Dra. Juana Isabel Méndez Garduño |
Dr. Luis Ibarra Moyers |

Comité científico:
Dr. Pedro Ponce Cruz,
Tecnológico de Monterrey

Dr. Ricardo Ambrocio Ramírez Mendoza
Tecnológico de Monterrey

Dr. Luis Ibarra Moyers,
Tecnológico de Monterrey

Dra. Juana Isabel Méndez Garduño,
Tecnológico de Monterrey

Dr. Edgar Omar López Caudana,
Tecnológico de Monterrey

Dra. Mariel Alfaro Ponce,
Tecnológico de Monterrey

Dr. José Rubén Fuentes Álvarez,
Tecnológico de Monterrey

Dr. David Balderas Silva,
Tecnológico de Monterrey

Dr. Luis Arturo Montesinos Silva,
Tecnológico de Monterrey

Dr. Omar Mata Juárez,
Tecnológico de Monterrey

Dr. Jesús Ricardo López Gutiérrez,
CINVESTAV

Dr. Hiram Eredín Ponce Espinosa,
Universidad Panamericana

Dra. Esther Lugo González
Universidad Tecnológica de la Mixteca

Dr. Manuel García López,
Instituto Politécnico Nacional

Comentarios a la publicación
e-mail: comentarios@gaiabit.com

Ventas de publicidad:
e-mail: info@gaiabit.com
móvil: 5531924347

CENTROS EDUCATIVOS

EMPRESAS

SÉ UNO DE NUESTROS ALIADOS

PRENSA

INSTITUCIONES

**TECNOLOGÍA MARCANDO EL FUTURO
DE LA EDUCACIÓN**

26, 27 Y 28 DE SEPTIEMBRE
Centro de Convenciones Puebla, México

www.etechevolvingeducation.com

STATA®

Software de confianza. Análisis precisos. Resultados probados.

La ciencia de datos, más fácil



Rápido. Preciso. Fácil de usar. Stata es un paquete de software completo e integrado que proporciona todas las necesidades de la ciencia de los datos —manipulación de datos, visualización, estadística e informes automatizados.

Conferencia Stata México 2023

26 y 27 de octubre
CIAD - Sonora, México

La Conferencia Stata México 2023

Un espacio internacional donde los temas más relevantes e innovadores en Econometría, Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales y Estadística se discuten en conferencias magistrales y presentaciones que muestran una aplicación o desarrollo original de Stata.

Comité Científico

Dr. Luis Huesca - CIAD

Dr. Alfonso Miranda - CIDE

Dr. Julián Esparza - CIAD

Ponencias

- Un análisis de la política ambiental global utilizando Stata.
- Análisis de datos complejos mediante el comando SVY en Stata.
- El Stata como herramienta colaborativa.
- Actitudes discriminatorias y fijación de salarios: evidencia de viñetas experimentales en un país en desarrollo.
- Y muchas más...

Conferencias Magistrales

Día 1

“Marginal odds ratios: What they are, how to compute them, and why we might want to use them”

Por Ben Jann

Día 2

“Desarrollo del plan de análisis estadístico para ensayos controlados aleatorios por conglomerados: ejemplo de la intervención conductual Meta Salud Diabetes”

Por Tomás Nuño

Sede del encuentro

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., CIAD

Gustavo Astiazarán, N° 46,
Col. La Victoria, C.P. 83304,
Hermosillo, Sonora, México.



SCAN ME

¡Inscríbese ya! www.conferenciastata.multion.com



Imanes permanentes: relevancia y desafíos en su reciclaje

Autores:

MCs. Irving Sixto Aguilar Zamorate (a01336855@tec.mx). Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.

Dr. Renato Galluzzi (renato.galluzzi@tec.mx). Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México. Grupo de investigación: Energy conversion, storage and management.

Dr. Luis Ibarra (Ibarra.luis@tec.mx). Instituto de Materiales Avanzados para la Manufactura Sostenible, Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.

Palabras Clave: #Reciclaje, #imanes permanentes, #motores eléctricos, #generadores eléctricos.

Quizás has usado imanes en juguetes, pizarrones o incluso para decorar el refrigerador. Los imanes parecen ser solamente accesorios sin mucha relevancia, sin embargo, son elementos fundamentales en aplicaciones industriales y los aprovechamos diariamente. Pero primero, ¿Qué es un imán?

Básicamente, un imán es un elemento que, de forma permanente, mantiene un campo magnético. La interacción entre campos (atracción y repulsión), así como entre materiales como los metales, permite transmitir fuerzas y movimientos. Combinando imanes y diferentes materiales, es posible lograr mecanismos avanzados con aplicaciones muy diversas. Por ejemplo, los imanes son importantes para fabricar motores eléctricos de alta eficiencia que se usan para mover vehículos eléctricos y generadores eólicos.

Sin embargo, no todos los materiales pueden ser imanes. En la tabla periódica hay 17 elementos conocidos como “tierras raras” que corresponden con 15 elementos de la serie de los lantánidos más el Itrio (Y) y el Escandio (Sc). A veces son la única opción en aplicaciones industriales de tecnología de punta como

País	Producción 2022 [ton]	Reservas [ton]
Estados Unidos	43,000	2,300,000
Australia	18,000	4,200,000
China	210,000	44,000,000
Brasil	80	21,000,000
India	2,900	6,900,000
Rusia	2,600	21,000,000
Vietnam	4,300	22,000,000

Tabla 1. Producción en 2022 y reservas mundiales de tierras raras con datos del Instituto de Geología de Estados Unidos [3]. Unidades en toneladas métricas.

baterías y superaleaciones¹, críticas en la producción de computadores, motores a imanes permanentes, láseres y pantallas. Asimismo, son usadas en industrias maduras como lo son la petroquímica para catalizadores, la vidriera, de iluminación y metalúrgica que en conjunto representaron el 59% del consumo global en 2011 [1].

Existe una industria entera dedicada a minar esas tierras raras y convertirlas en imanes útiles para otros procesos. De acuerdo con un informe del 2020 del British Geological Survey (Sociedad Británica de Geología), en 2017 China concentró el 77% de la producción de tierras raras, seguido por Birmania con 11% y Australia con 9%. Más aún, la producción minera global entre 1993 y 2017 de tierras raras ha crecido a un ritmo anual promedio del 6% [2]. En la Tabla 1, se muestran datos actualizados del U.S. Geological Survey (Sociedad Estadounidense de Geología) del informe de producción en 2022 y las reservas mundiales de tierras raras, mientras que en la Figura 1 un mapa del mundo nos ilustra la distribución de reservas en estos países. Estos indicadores muestran la importancia de las tierras raras para la fabricación de dispositivos modernos.

Los imanes permanentes son relevantes porque representan del 80% al 90% del total del valor del mercado de tierras raras [4]. Particularmente, los imanes permanentes NdFeB constituidos por una mezcla sinterizada, es decir, compactada, de neodimio (Nd), hierro (Fe) y boro (B), son ampliamente utilizados desde la década de los ochenta. Estos imanes son difícilmente sustituibles en aplicaciones de alto rendimiento [5].

En el ámbito de la electromovilidad, el 95% de los vehículos eléctricos usan imanes permanentes de tierras raras en los motores de tracción eléctrica y el requerimiento mundial crecerá de 5 mil toneladas en 2019 hasta las 70 mil toneladas por año para el 2030. Por otra parte, más de 100 mil toneladas de estos imanes son requeridos cada año en los sectores de energía renovable, maquinaria industrial, robótica, bocinas, bombas de agua, movilidad y en las tecnologías de la información [4].

El problema de la extracción de tierras raras es que implica el uso de minerales ácidos tóxicos y puede conducir a la acumulación de residuos radiactivos. Lo anterior se debe a que los depósitos también pueden contener torio (Th) y uranio (U)[6]. Además, dejando de lado la contaminación asociada con la extracción y transformación, los imanes producidos en masa se degradan poco a poco, de manera que, al final de su vida útil o de la vida útil del dispositivo en que fueron aplicados, será necesario reciclarlos. Sin embargo, sólo una mínima parte de las tierras raras es reciclada. Por ejemplo, en 2016, fue menor al 1% del total usado [1]. Una de las principales dificultades es que los productos con estos elementos vienen en cantidades muy variables: desde pocos miligramos hasta varios kilos como en los motores para los autos híbridos y eléctricos. Asimismo, existe una dificultad para separar o aislar las tierras raras de otros elementos, ya que comúnmente están mezclados. Finalmente, hay tecnologías que hacen uso de un gran volumen de tierras raras (como los vehículos eléctricos) que aún no llegan al final de su vida útil, de forma que las estrategias de recuperación y reciclaje a gran escala son inciertas. En pocas palabras, es muy complicado hacer o planear negocios alrededor de su reciclaje en la actualidad.

Un estudio de 2022 que analizó los impactos de la escasez de recursos minerales para el sector automotriz, muy en particular, la compañía sueca Volvo, mostró que el neodimio en los imanes permanentes es el material con la mayor probabilidad de interrupción en el corto plazo [7]. Esto se debe a que ciertas naciones y empresas han acaparado su producción, las reservas están concentradas en un puñado de naciones, liderado por China, su precio es muy volátil y el aumento en la demanda está acelerando el agotamiento del recurso. Para profundizar en lo anterior, más del 90% de los imanes con tierras raras son producidas en China actualmente. La alta concentración en la producción, así como el incremento de la demanda local china de vehículos eléctricos, han logrado que el suministro futuro sea incierto [4]; sin olvidar que las tensiones geopolíticas han aumentado en los últimos años.



Figura 1. Mapa mundial de reservas de tierras raras elaborado a partir de los datos de la Tabla 1.

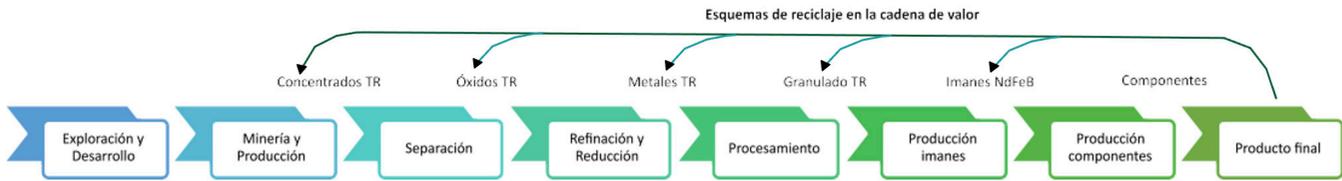


Figura 2. Cadena de valor y esquemas de reciclaje para imanes permanentes con tierras raras. Adaptado de [4]. TR es la abreviación de tierras raras.

Por consiguiente, la investigación y desarrollo de motores eléctricos con imanes sin tierras raras o sin imanes, como los motores síncronos de reluctancia variable, han sido impulsados en la academia y la industria. Sin embargo, aún no han logrado equiparar el reducido peso de los motores que emplean tierras raras y tampoco su alta eficiencia energética.

Además, se están desarrollando procesos avanzados de reciclaje para imanes permanentes. Así, una de las técnicas más prometedoras que están siendo desarrolladas es la pulverización de los imanes NdFeB, que por medio de separación con hidrógeno a temperatura ambiente y presión atmosférica, permite formar nuevos imanes NdFeB sinterizados [5].

Desde 2010, Japón, la Unión Europea y Estados Unidos han invertido en crear una cadena completa de reciclaje de tierras raras que comprende la recolección, el incremento en la eficiencia de separación física y procesos metalúrgicos que recuperen y refinen estos elementos [5]. En la Figura 2 se muestra la cadena de valor y esquemas de reciclaje para reincorporar el producto con imanes de tierras raras que ha concluido su vida útil en diversas etapas, elaborada por la Alianza Europea de Materias Primas [4].

Es cierto que necesitamos a las tierras raras para aplicaciones maduras y de alta tecnología debido a sus propiedades singulares. No obstante, enfrentamos diversos problemas alrededor de ellas en ámbitos ambientales, técnicos y geopolíticos. Su extracción sigue creciendo y se concentra en algunos países, como China. Por otro lado, implica riesgos para el medio ambiente y las personas. Actualmente, muy pocas cantidades son recicladas debido a la variabilidad en el volumen y la dificultad en la separación.

Es por lo anterior que existe un esfuerzo desde la industria y la academia para desarrollar tecnologías que no las usen, o que aprovechen imanes reciclados, incluso a costa de una reducción en el rendimiento operativo esperado. En el Tecnológico de Monterrey, unimos esfuerzos con universidades y centros de investigación de la Comunidad Europea, bajo la iniciativa “2ZERO: Nextgen EV components: High efficiency and low cost electric motors for circularity and low use of rare resources”² [8], para aprovechar imanes reciclados en motores para vehículos eléctricos. Por un lado, buscamos técnicas novedosas para enfriar el motor, pues las altas temperaturas perjudican a los imanes permanentes. Por otra parte, se trabaja en modelos matemáticos para estimar la salud del imán durante su funcionamiento, con el fin de protegerlo en caso de anomalías o condiciones extremas de uso.

Quién diría que esos “juguetitos” estarían determinando el futuro de la industria especializada y nuestra vida diaria. 

¹ Una superaleación es una mezcla de dos o más elementos que producen un material con alta resistencia mecánica, a la temperatura, a la corrosión y a la oxidación.

² Componentes para vehículos eléctricos de la próxima generación: motores eléctricos de alta eficiencia y bajo costo para permitir circularidad y reducción en el uso de tierras raras.

Referencias

- [1] S. M. Jowitt, T. T. Werner, Z. Weng, y G. M. Mudd, "Recycling of the rare earth elements", *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.*, vol. 13, pp. 1–7, oct. 2018, doi: 10.1016/j.cogsc.2018.02.008.
- [2] BGS y MineralsUK, "The potential for rare earth elements in the UK", may 2020, [En línea]. Disponible en: <https://www2.bgs.ac.uk/mineralsuk/download/cmp/REE.pdf>
- [3] Daniel J. Cordier, "RARE EARTHS", U.S. Geological Survey, ene. 2023. Consultado: el 20 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023-rare-earths.pdf>
- [4] R. Gauß et al., "Rare Earth Magnets and Motors: A European Call for Action", A report by the Rare Earth Magnets and Motors Cluster of the European Raw Materials Alliance, Berlin, 2021.
- [5] J. H. Rademaker, R. Kleijn, y Y. Yang, "Recycling as a Strategy against Rare Earth Element Criticality: A Systemic Evaluation of the Potential Yield of NdFeB Magnet Recycling", *Environ. Sci. Technol.*, vol. 47, núm. 18, pp. 10129–10136, sep. 2013, doi: 10.1021/es305007w.
- [6] S. Chu, *Critical Materials Strategy*. DIANE Publishing, 2011.
- [7] H. André y M. Ljunggren, "Short and long-term mineral resource scarcity impacts for a car manufacturer: The case of electric traction motors", *J. Clean. Prod.*, vol. 361, p. 132140, ago. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.132140.
- [8] European Commission, "Funding & tender opportunities," *Funding & tenders*, Jun. 01, 2023. <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/horizon-cl5-2022-d5-01-09> (accessed Jun. 01, 2023).

ANEXO

Resumen: Las tierras raras son elementos clave en diversas industrias y nuevas tecnologías, por lo cual, su extracción y demanda siguen creciendo. Entre éstas, están los imanes permanentes, relevantes debido a su aplicación en máquinas eléctricas para la transición energética. No obstante, tienen un alto riesgo de interrupción debido a factores económicos, geopolíticos y ambientales, lo que ha promovido su reciclaje. Sin embargo, sólo una mínima parte de éstos es reciclada y aún no existen tecnologías maduras para la separación los elementos que los conforman. De frente a una demanda global creciente, actualmente existen esfuerzos para reciclar y reincorporar dichos materiales en la cadena de suministro.

Importancia de investigación:

Los imanes permanentes de tierras raras son clave para la transición energética (electromovilidad y uso de energías alternativas). Conocer sobre ellos y los retos en su reciclaje es relevante.

Disciplina: Física

Área de aplicación: Electromovilidad, energías alternativas.

Industria mayormente relacionada: Automotriz (híbrida y eléctrica), energías alternativas (generadores eléctricos).





Construcción de una prótesis con impresión 3D

Autores: Miguel de Jesús Santiago Vásquez¹, Armando Jiménez Vásquez¹, Alejandra Velarde Galván², Esther Lugo González¹

Correo electrónico: elugog@mixteco.utm.mx

¹**Departamento:** Instituto de Electrónica y Mecatrónica.

²**Departamento:** Instituto de Diseño.

Grupo de enfoque (investigación): Robótica asistencial en ambientes médicos

Escuela: Universidad Tecnológica de la Mixteca, Oaxaca, México.

Palabras clave (Hashtags): #Impresión #3D, #prótesis, #diseño, #bajo costo.

Seguramente has escuchado de la impresión 3D y de todas las cosas que puedes tener en tus manos después de dibujarlas en un programa de computadora, las cuales van desde una figura de plástico hasta una parte del cuerpo humano. Debido a la rapidez con que se pueden imprimir las piezas, a esta tecnología se le llama de prototipado rápido y permite tener juguetes, dulces o comida, partes del cuerpo humano, accesorios o piezas diversas, en un tiempo corto (horas o días), los cuales hace algunos unos años eran muy tardados de fabricar, difíciles de hacer o costosos.

Para hacer piezas de plástico, se utilizan materiales conocidos como filamento de PLA, ABS, entre otros, que se eligen con base en la resistencia o facilidad de uso para fabricar las piezas, pero, por ejemplo, para hacer comida u órganos humanos, se necesitan materiales especializados compatibles con el cuerpo humano.

En México esta tecnología ya es accesible y un uso que se ha empezado a dar es para fabricar prótesis, ya sea de miembro inferior o superior, esto como alternativas para resolver la gran problemática que existe por la pérdida de alguna extremidad debido a enfermedades como la diabetes. Según el INEGI [1], en su último censo, reporta que hay aproximadamente 780 mil personas con amputación de pierna en México, donde solo 7 500 tienen una prótesis.

La mayoría de las prótesis realizadas en prototipado rápido son para miembro superior (brazos o manos) y se diseñan con base en necesidades como tipo de agarre o actividad del usuario. Para el miembro inferior es diferente, ya que se requieren materiales más resistentes y diseños personalizados que no afecten la forma de caminar, además de soportar el peso del cuerpo cuando se encuentre caminando o solo de pie, la edad del paciente, actividad y condición física, grado de amputación, cuidados que se requieran o tipo de lesión. En estas, la impresión 3D se utiliza para verificar dimensiones, movimientos, pesos de las extremidades o seleccionar colores. Si se quiere prótesis 3D para humanos o para animales, existen páginas como mediprax [2] o cults [3], en donde se pueden descargar modelos prediseñados listos para imprimir, pero estos son muy generales y se tienen que modificar para adaptarlas a cada usuario.

Para un diseño personalizado de prótesis, es necesario seguir una secuencia de actividades como en la Figura 1, iniciando con una entrevista al fisioterapeuta y al paciente para saber que necesita en sus actividades diarias, además de tomar las

medidas del paciente o escanear el miembro que se tenga, esto en programas como Polycam® [4]. Después se proponen mecanismos que sustituyen las articulaciones (rodilla, tobillo y cadera o muñeca, codo y hombro). Con estas ideas se utiliza algún programa para dibujar y simular el movimiento de las personas, como ADAMS View [5], para detectar problemas y corregir errores y así crear una primera versión física con impresión 3D, (Figura 2). Esto sirve para que los fisioterapeutas revisen si el diseño es correcto o comprueben si le queda bien al paciente (Figura 3).

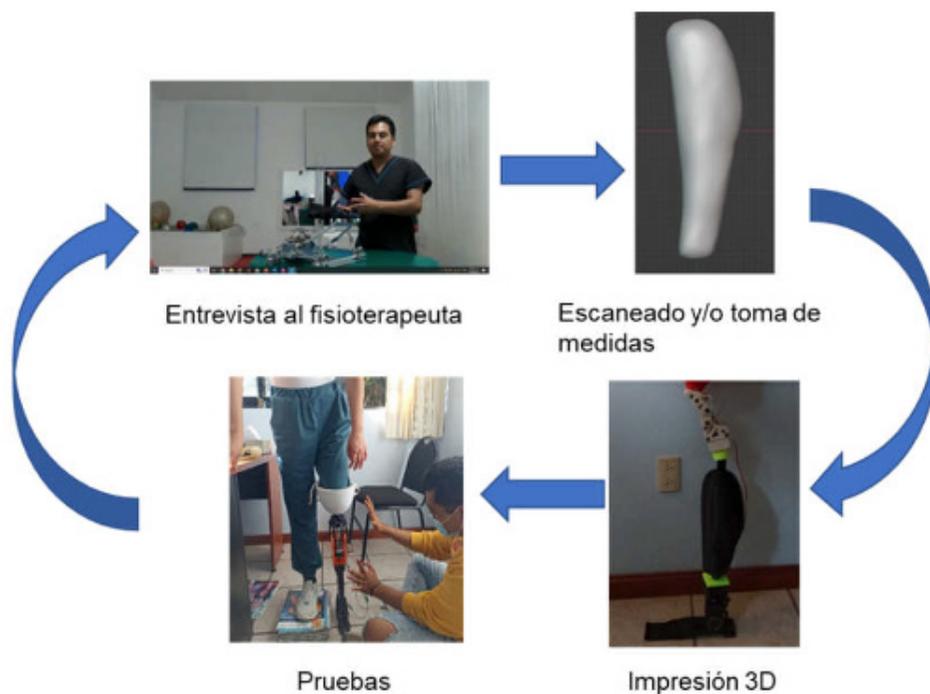


Figura. 1 Metodología para impresión 3D de un prototipo.

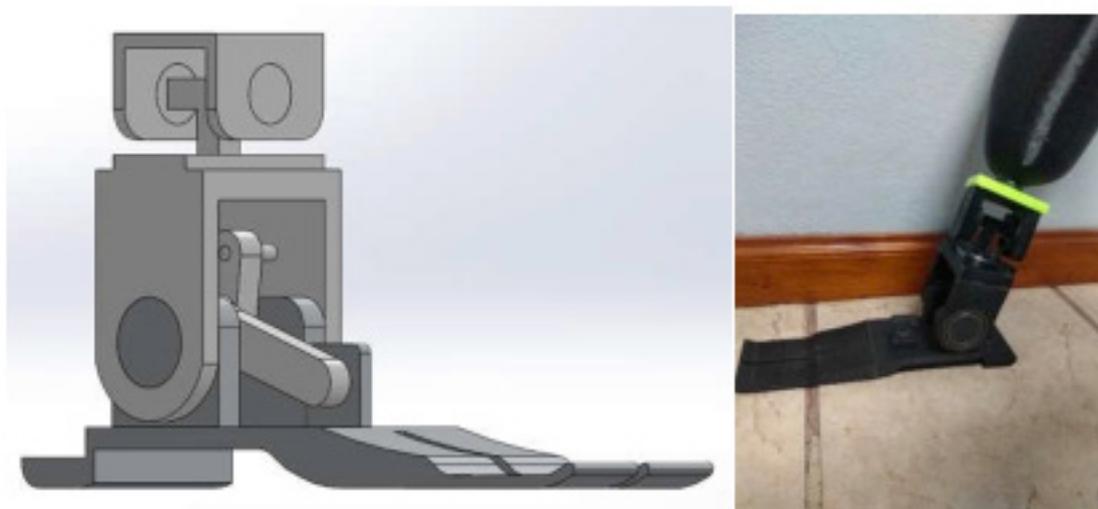


Fig. 2 a) Tobillo dibujado en un programa CAD b) tobillo impreso en 3D.



Fig. 3 Prótesis impresa en 3D UTM, Oaxaca.



Fig. 4 Prueba de prótesis, UTM, Oaxaca.

En la Universidad Tecnológica de la Mixteca se han desarrollado manos robóticas con el objetivo de mejorar los movimientos y tipos de agarre [6] y se están haciendo diseños mecatrónicos para prótesis de rodilla y tobillo [7,8], donde lo principal es la movilidad de los pacientes y las condiciones de seguridad mientras caminan o solo están de pie, utilizando herramientas como la inteligencia artificial para simular y hacer pruebas virtuales, así como la impresión 3D, componentes electrónicos y sensores para mostrar a los pacientes las prótesis diseñadas y como se moverán al utilizarlas (Figura 4).

La impresión 3D puede ser muy útil para ayudar a las personas que lo necesitan, y tomando algunos cursos de capacitación, además de la supervisión y orientación de un fisioterapeuta, es posible hacer prótesis que beneficien a los pacientes, ya que pueden ser de bajo costo, accesibles y personalizadas. 

Referencias

- [1] Instituto Nacional de Estadística y geografía (INEGI). [Online]. Available: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/DR/DR-Ene-jun2022.pdf>
- [2] Mediprax. "Las exitosas y mejores prótesis impresas en 3D", Abril 2023 [Online]. Available: <https://mediprax.mx/las-exitosas-y-mejoradas-protesis-impresas-en-3d/>
- [3] Cults. "Prótesis para miembro inferior "Caminando Sin Limites", Abril 2023 [Online]. Available: <https://cults3d.com/es/modelo-3d/artilugios/protesis-para-miembro-inferior-caminando-sin-limites>
- [4] 3dwithus, Polycam 3D Scanning App Review – LiDAR, Photo Mode, Room Mode. [Online]. Available: <https://3dwithus.com/polycam-3d-scanning-app-review-lidar-vs-photo-mode>
- [5] ADAMS. "The multibody dynamics simulation solution." 2023 [Online]. Available: https://hexagon.com/products/product-groups/computer-aided-engineering-software/adams?utm_easyredir=www.mscsoftware.com

- [6] L. E. Sánchez-Velasco, M. Arias-Montiel, E. Guzmán-Ramírez, E. Lugo-González, "A Low-Cost EMG-Controlled Anthropomorphic Robotic Hand for Power and Precision Grasp", *Biocybernetics and biomedical engineering* 40(2020) pp 221–237, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0208521619304693>
- [7] R. Ambrocio-Delgado, F. Javier Espinosa-Garcia and E. Lugo González, "Development of a semi-active ankle mechanism to generate dorsiflexion/plantar flexion, adduction/abduction, and eversion/inversion movements," 2022 XXIV Robotics Mexican Congress (COMRob), Mineral de la Reforma/State of Hidalgo, Mexico, 2022, pp. 19-24, doi: 10.1109/COMRob57154.2022.9962310. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9962310/authors#authors>
- [8] E. Saynes-Vazquez y E. Lugo González, "Optimización de mecanismos planos de 4 y 6 eslabones para el desarrollo de un prototipo de prótesis transfemoral", *Research in Computing Science* 151(6), 2022, pp. 47–62, https://www.rcs.cic.ipn.mx/rcs/2022_151_6/

ANEXO

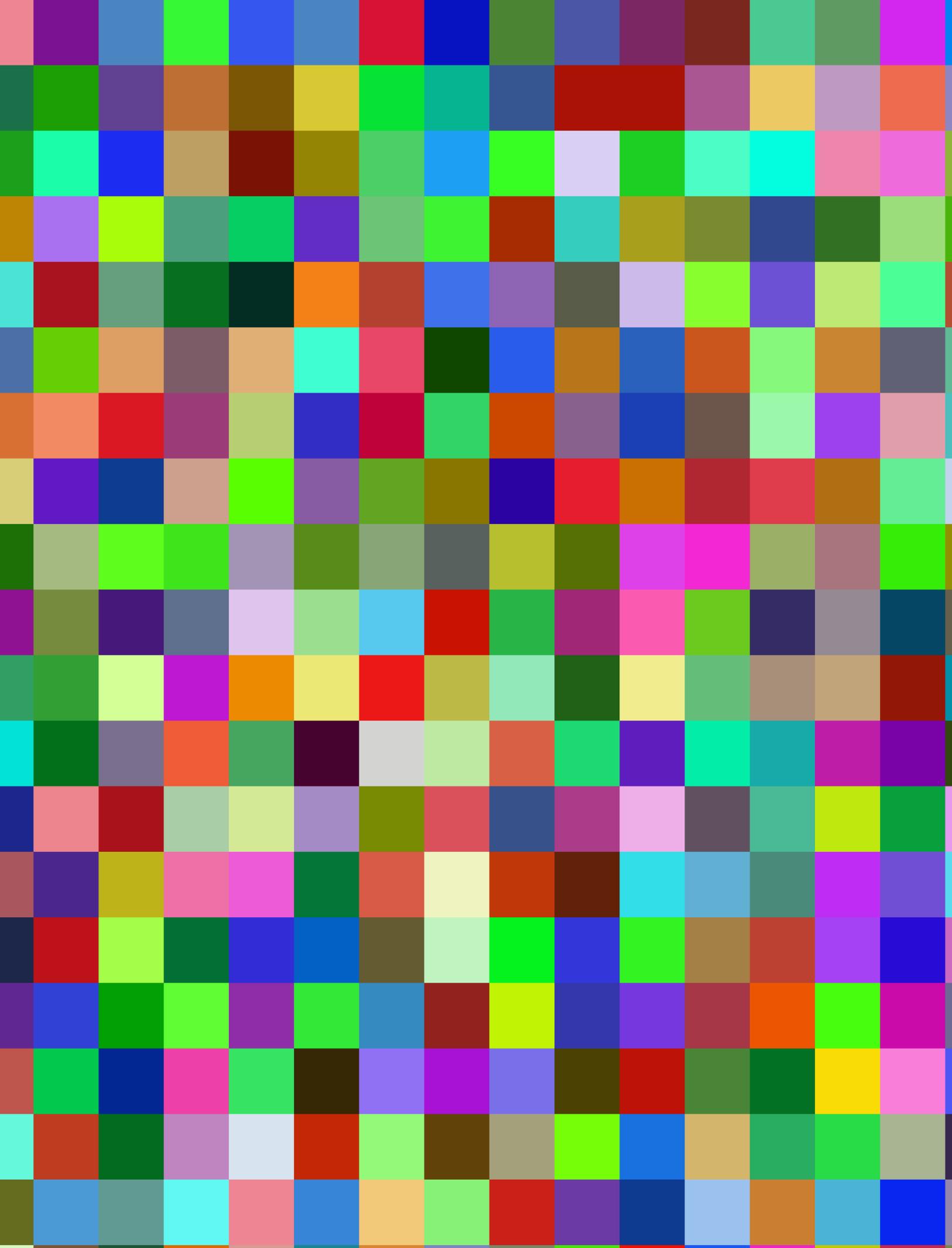
Resumen: El prototipado rápido realizado con impresión 3D, permite tener piezas físicas después de ser creadas a través de un programa computacional. Esta se ha utilizado para crear muchos objetos, incluyendo los del área médica. Uno de sus usos es para construir prótesis de miembro superior e inferior, con el objetivo de dar una solución rápida y a bajo costo a los pacientes.

Declaración de importancia: La funcionalidad, rapidez en el diseño y bajo costo de fabricación de las prótesis puede resolverse con la impresión 3D.

Disciplina principal: Ingeniería y ciencias.

Áreas de aplicación: Ingeniería, medicina, ciencias, mecánica, computación Industria mayormente relacionada: Médica y robótica.





La Hormiga de Langton y la Encriptación de Imágenes

Autores: Andrés Romero-Arellano, Dr. Ernesto Moya-Albor, Dr. Jorge Brieva.

Correo Electrónico: 0228652@up.edu.mx, emoya@up.edu.mx, jbriaeva@up.edu.mx

Institución: Universidad Panamericana. Facultad de Ingeniería. Augusto Rodin 498, Ciudad de México, 03920, México.

Palabras Clave: #Encriptación de Imágenes, #Hormiga de Langton, #Autómatas Celulares, #Imágenes Médicas, #Seguridad

La encriptación de imágenes es un proceso por el que se transforma una imagen para que su contenido sea ilegible por una persona sin acceso a ella, lo cual es de relevancia cuando se transmiten imágenes con información personal o confidencial. Esto se logra mediante métodos criptográficos, entre los que se incluye el uso de autómatas celulares. Por ejemplo, si imaginamos una cuadrícula parecida a un tablero de ajedrez, donde cada casilla, llamada célula, puede estar en un estado previamente definido (encendido o apagado) y cada célula tiene como vecinos a las células que están al lado o en diagonal a ella. Entonces un autómata celular consiste en un conjunto de reglas que determina cómo una célula cambia de estado a lo largo del tiempo según el estado de ella misma o de sus células vecinas. La hormiga de Langton es un autómata celular inventado en 1986 por Christopher Langton [1], la cual simula el caminar de una hormiga artificial. Se puede pensar como un juego con reglas sencillas que se desarrolla en una cuadrícula de extensión infinita compuesta por cuadrados, los cuales pueden tener dos colores: blanco y negro. Empezamos colocando una hormiga imaginaria en algún cuadro de la cuadrícula, la cual puede iniciar viendo al norte, este, sur u oeste, y caminará a través de la cuadrícula siguiendo dos reglas sencillas:

1. Si la hormiga se encuentra en un cuadrado negro, rotará 90 grados en sentido de las manecillas del reloj, cambiará el color del cuadrado a blanco y avanzará al cuadrado frente a ella.
2. Si está en un cuadrado blanco, rotará 90 grados contrarreloj, cambiará el color del cuadrado a negro y avanzará al cuadrado frente a ella.

En la Figura 1 se ilustran los primeros tres pasos de una hormiga de Langton.

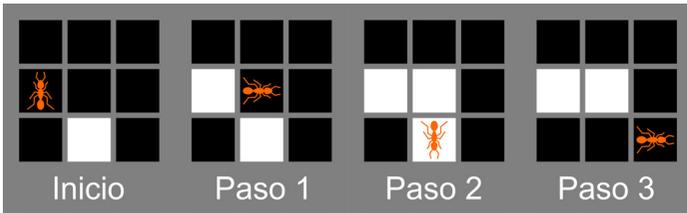


Figura 1. Los primeros 3 pasos de la hormiga de Langton sobre una cuadrícula negra con una celda blanca inicial.

Lo más común es colocar a la hormiga sobre una cuadrícula con todas sus casillas pintadas de negro. Si se deja caminar a la hormiga en esta configuración inicial, exhibe rápidamente un comportamiento caótico y desordenado, pero sorprendentemente, después de algunos miles de pasos se estabiliza y acaba atrapada en un ciclo apodado “la autopista”, como se ve en la Figura 2.

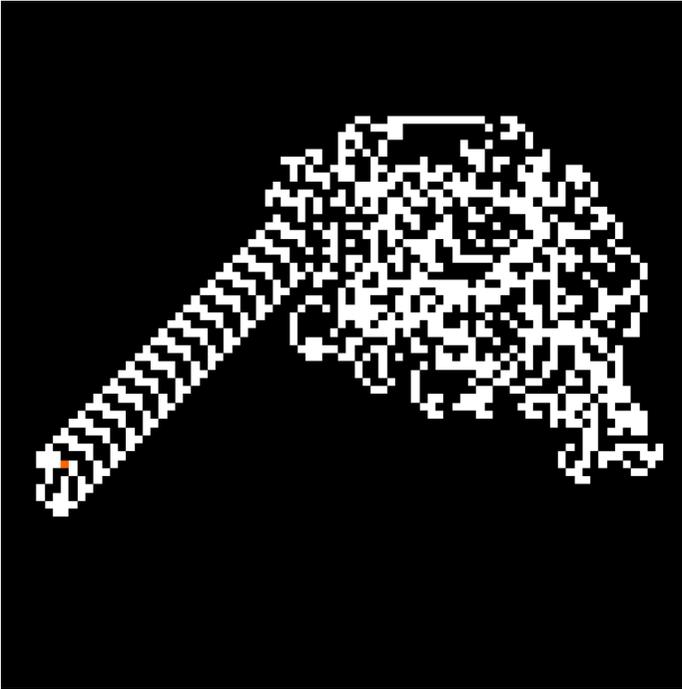


Figura 2. La hormiga de Langton (resaltada en naranja) después de 11,538 iteraciones mostrando el ciclo apodado “la autopista”.

Se ha probado otras configuraciones iniciales para la hormiga, cambiando una cantidad finita de casillas de negro

a blanco, y hasta ahora no se ha encontrado ninguna configuración en la que la hormiga no llegue eventualmente al ciclo de “la autopista”.

De manera sorprendente, si se detiene a la hormiga en algún punto del proceso, se le da media vuelta, y se le deja caminar la misma cantidad de pasos que llevaba caminando, la hormiga revertirá todas las modificaciones que le hizo a la cuadrícula, por lo que es un proceso reversible. Desde su invención, la hormiga de Langton se había mantenido principalmente como una “curiosidad matemática” sin aplicaciones directas: un juego inútil pero interesante al que se han descubierto patrones inesperados [2], pero en años recientes se le ha encontrado una aplicación en la encriptación de imágenes digitales.

Una imagen digital es una cuadrícula de píxeles compuesta por tres canales de color (rojo, verde y azul). Cada píxel en cada canal se representa con un número finito de bits, por ejemplo, usando 8 bits la menor intensidad es 0 y la mayor 255. En la Figura 3 se muestra este concepto en una imagen muy sencilla, pero este es el mismo proceso por el que una pantalla LED puede mostrar cualquier imagen.

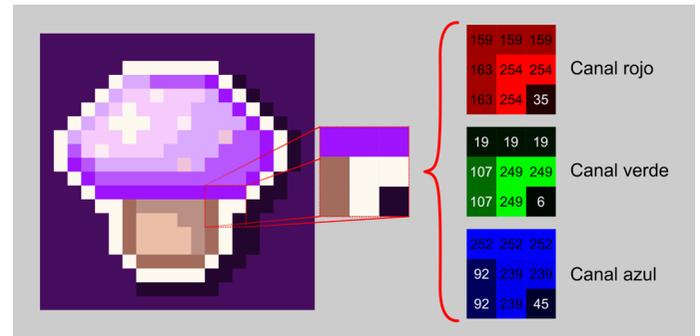


Figura 3. Descomposición de una imagen digital en sus canales rojo, verde y azul.

Los algoritmos de encriptación de imágenes alteran los valores de los píxeles para ocultar la información visual de la imagen, siguiendo alguna regla que pueda revertirse para recuperar la imagen original a través de una clave secreta. Más recientemente, se planteó la idea de aprovechar indirectamente el comportamiento caótico de la hormiga de Langton para generar números aleatorios que se usarían para revolver los píxeles de una imagen y encriptarla [3].

Pero en 2021, se desarrolló un método para usar la hormiga de Langton de manera directa en la encriptación de imágenes, colocando a la hormiga sobre los píxeles de la imagen para que estos se alteren con el caminar de la hormiga [4].

Debido a que la hormiga de Langton está situada originalmente en una cuadrícula con cuadrados con dos colores posibles, en [4] se modificó el planteamiento de la hormiga de la Figura 1 para adaptarla a una cuadrícula con más de dos estados. En particular, se coloca a la hormiga sobre el canal rojo de una imagen. La hormiga se seguirá moviendo

mediante las dos reglas mencionadas anteriormente, pero modificadas ligeramente. En lugar de revisar si un cuadrado es negro o blanco, la hormiga analizará si el cuadrado en el que está actualmente tiene un valor par o impar. Siguiendo estas dos reglas:

1. Si la hormiga se encuentra en un cuadrado par, rotará 90 grados en sentido de las manecillas del reloj, sumará, un número entero impar definido con anterioridad, al valor del cuadrado (transformándolo en impar) y avanzará al cuadrado frente a ella.
2. Si está en un cuadrado impar, rotará 90 grados contrarreloj, sumará el mismo número entero impar al valor del cuadrado (transformándolo en par) y avanzará al cuadrado frente a ella.

Debido a que sólo hay 256 valores posibles de intensidad para el canal rojo, es posible que algún cuadrado aumente en valor a un valor superior al permitido. Si esto sucede, se restará 255 al valor para continuar desde el inicio, generando un ciclo. Otro factor a tomar en cuenta es que en el planteamiento original la hormiga “vive” en una cuadrícula de extensión infinita en cualquier dirección, mientras que la cuadrícula de una imagen es finita. Por lo tanto, se deben dar instrucciones a la hormiga en caso de que llegue a un borde: si es necesario que la hormiga cruce un borde, reaparecerá por el lado opuesto de la cuadrícula, en una forma muy similar al comportamiento de los pasillos laterales del juego Pacman. Es decir que, si en el borde derecho debe moverse aún más a la derecha, llegará al borde izquierdo y viceversa. Lo mismo ocurrirá para el borde superior y el inferior. Esta modificación al mundo de la hormiga evitará que quede atrapada en el ciclo de “la autopista” como se mostró en la Figura 2.

Una vez que la hormiga ha caminado la cantidad de pasos que le hayamos pedido, podemos hacer este mismo procedimiento sobre el canal verde y el canal azul (ver Figura 3). Finalmente, juntamos los tres canales para obtener una imagen final, la cual exhibirá las modificaciones generadas por la hormiga de Langton. Si la hormiga realiza una gran cantidad de pasos sobre los canales de la imagen, la modificará tanto que ocultará su información visual y se le podrá considerar como una imagen encriptada. Se deberá recordar la ubicación y orientación final de la hormiga en cada uno de los canales de la imagen y la cantidad de pasos que dio, para que así se pueda colocar la hormiga en su última posición, se rote su orientación en 180 grados, y se deje caminar la misma cantidad de pasos que dio para encriptar (restando el número entero impar a cada casilla por la que pase en lugar de sumarlo), lo que revertirá todos los cambios hechos por la hormiga y generará la imagen original. Por lo tanto, diremos que la ubicación final, orientación final y cantidad de pasos que la hormiga dio en cada cuadrícula será nuestra clave de encriptación. En la Figura 4 se puede observar con detalle el efecto de la hormiga sobre una imagen con pocos píxeles, mientras que en la Figura 5 se muestra un ejemplo del algoritmo de encriptación y desencriptación aplicado a una imagen de prueba de mayores dimensiones. En particular, esta última imagen es una de otras tantas imágenes que comúnmente se usan para probar y comparar los algoritmos de procesamiento de imágenes. En ambos casos se colocó a la hormiga en el centro de la imagen en los tres canales y tomando a 47 como el entero impar.

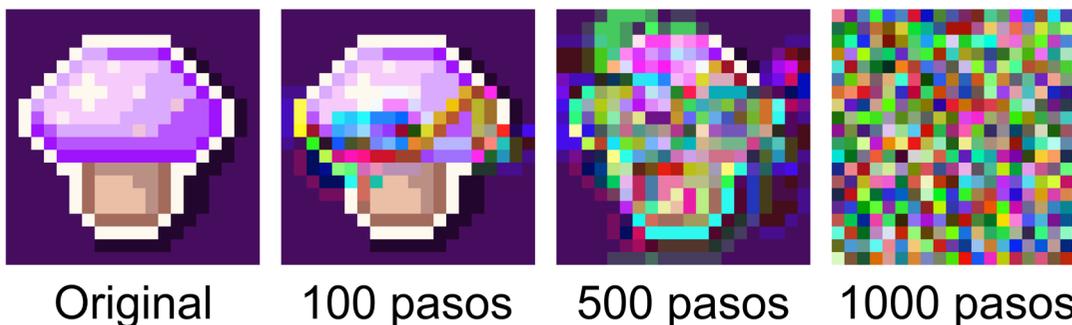
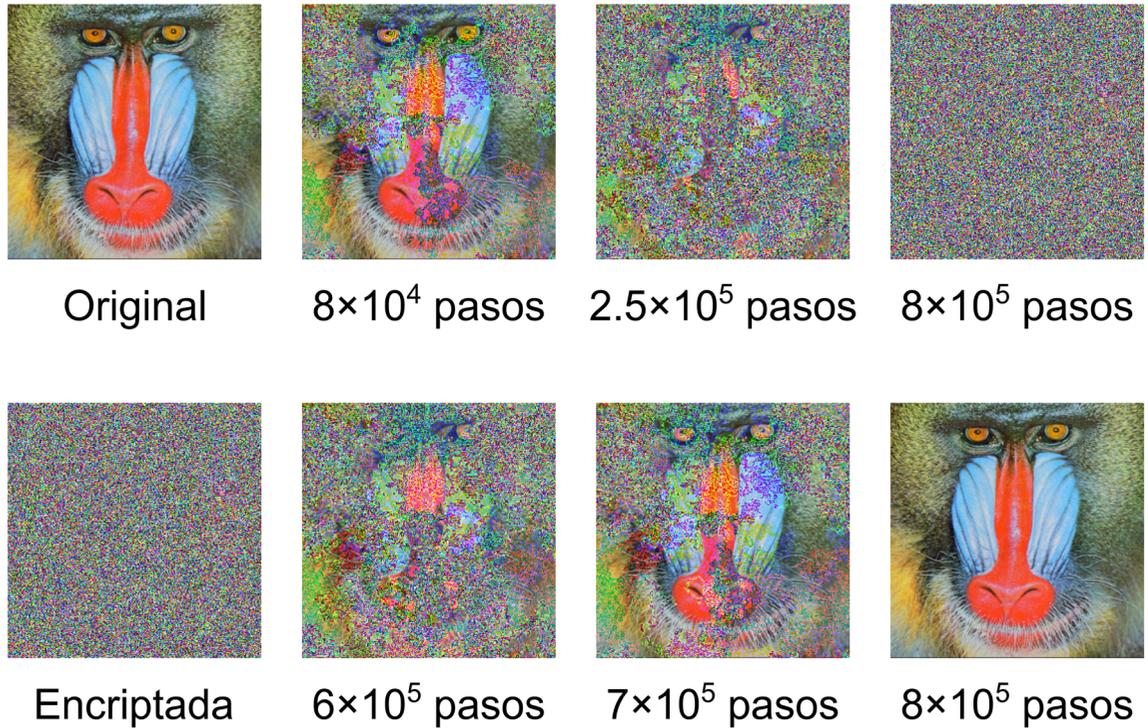


Figura 4. Encriptación de una imagen de 20×20 píxeles usando la hormiga de Langton con distintas cantidades de pasos.

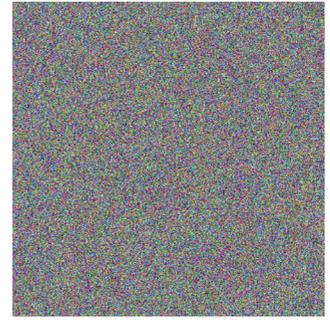
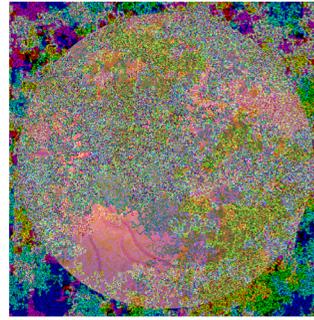
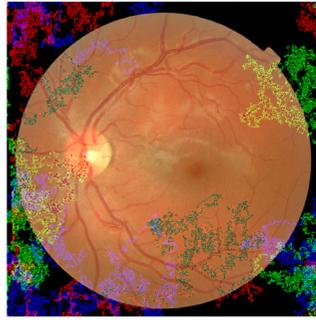
Figura 5. Encriptación y desencriptación de una imagen de 256×256 píxeles usando la hormiga de Langton con dis-



tintas cantidades de pasos. Imagen "Mandrill (a.k.a. Baboon)" (volumen "Miscellaneous") del conjunto de datos de imágenes público "The USC-SIPI Image Database" [6].

Una ventaja de este algoritmo de encriptación es que nos permite recuperar por completo la imagen original. Esta característica es de gran importancia para determinadas imágenes, por ejemplo, en el manejo de imágenes médicas, pues la menor diferencia entre la imagen original y la descryptada puede afectar en la detección y diagnóstico de enfermedades. Por esta razón, en el trabajo presentado en [4] el algoritmo se enfocó en la encriptación de imágenes médicas, en particular de retinografías, fotos de la retina usadas para el diagnóstico de diferentes enfermedades que afectan a la retina, y se combinó con otros métodos de encriptación para dar una mayor seguridad al algoritmo. De esta manera, el método resultante demostró tener un alto nivel de seguridad y se mostró competitivo frente a otros algoritmos recientes de encriptación reportados en el estado del arte [4]. En la Figura 6 se puede observar el resultado de aplicar la hormiga de Langton a una retinografía usando distintas cantidades de pasos. En [7] se puede conocer más sobre la hormiga de Langton, su extensión a varios colores, más de dos dimensiones y múltiples hormigas, así como algunos simuladores en línea.

A manera de conclusión, es común cuestionarse sobre la aplicación de las matemáticas en el mundo real, pero recordemos que, inicialmente, el estudio de los números primos fue de interés exclusivo de los matemáticos y fue hasta siglos después que se convirtieron en la base de gran parte de la criptografía moderna. La idea misma de los números imaginarios y complejos fue controversial en sus inicios por su aparente relación nula a cualquier fenómeno físico, y hoy son de gran importancia para la ingeniería. Y ahora la hormiga de Langton sirve como un ejemplo más de que nunca se sabe la potencial aplicación e impacto que podrá tener una "curiosidad matemática". 



Original

 1×10^5 pasos 1×10^6 pasos 1×10^7 pasos

Referencias

- [1] C.G. Langton, "Studying artificial life with cellular automata," *Physica D: Nonlinear Phenomena*, vol. 22, no. 1-3, pp. 120-149, 1986.
- [2] A. Gajardo, A. Moreira and E. Goles., "Complexity of Langton's Ant," *Discrete Applied Mathematics*, vol. 117, no. 1-3, pp. 41-50, 2002.
- [3] X. Wang and D. Xu, "A novel image encryption scheme using chaos and Langton's Ant cellular automaton," *Nonlinear Dynamics*, vol. 79, pp. 2449-2456, 2015.
- [4] A. Romero-Arellano, E. Moya-Albor, J. Brieva, I. Cruz-Aceves, J.G. Avina-Cervantes, M.A. Hernandez-Gonzalez and L.M. Lopez-Montero, "Image Encryption and Decryption System Through a Hybrid Approach Using the Jigsaw Transform and Langton's Ant Applied to Retinal Fundus Images," *Axioms*, vol. 10, 2021.
- [5] E. Decencière, X. Zhang, G. Cazuguel, B. Laÿ, B. Cochener, C. Trone, P. Gain, J.R. Ordóñez Varela, P. Massin, A. Erginay, B. Charton and J.C. Klein, "Feedback on a publicly distributed image database: The Messidor database," *Image Analysis and Stereology*, vol. 33, no. 3, pp. 231-234, 2014.
- [6] University of Southern California. (1981). The USC-SIPI Image Database [Online]. Disponible en: <http://sipi.usc.edu/database>. Consultado 27 de enero de 2023.
- [7] Wikipedia, The Free Encyclopedia. (2023, March 29). Langton's ant [Online]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Langton%27s_ant. Consultado 27 de abril de 2023.

ANEXO

Resumen: La hormiga de Langton es un autómata celular que durante años careció de ninguna aplicación práctica, teniendo a lo mucho un papel indirecto en encriptación de imágenes al ser usada para generar números aleatorios. Recientemente se ha encontrado una aplicación directa de este autómata en el área de encriptación de imágenes, en particular imágenes médicas, en la que se deja caminar a la hormiga sobre los píxeles de una imagen para encriptar la información visual.

Declaración de importancia: Se presenta un algoritmo de encriptación de imágenes médicas basado en un concepto matemático sin aplicaciones directas previas.

Disciplina principal: Matemáticas.

Áreas de aplicación: Criptografía, ciberseguridad, ingeniería. Industria mayormente relacionada: Seguridad en imágenes médicas.



Entrevista con el Dr. Carlos Villegas

Por: Isabel Méndez

¡Bienvenidos a esta entrevista sobre la evolución de la tecnología de motores eléctricos y su impacto en la movilidad del futuro! Hoy tengo el gusto de conversar con el Dr. Carlos Villegas, reconocido experto en el campo de los motores eléctricos y la electrónica de potencia. Con una amplia experiencia en el desarrollo y prueba de sistemas de control, el Dr. Villegas nos brindará una visión profunda de los avances tecnológicos en esta área y los desafíos que aún enfrentamos en la adopción generalizada de vehículos eléctricos.

Carlos Villegas tiene más de 10 años de experiencia en I+D (Investigación y Desarrollo) en máquinas eléctricas, electrónica de potencia y sistemas de control automotriz, incluido el diseño, controles y pruebas de *Hardware in the Loop* (hardware en el ciclo) en el circuito de convertidores de potencia de hasta 2 MW.

Ha trabajado en el área de energías renovables, primero en el área de energía undimotriz, que se refiere a producir energía debido al movimiento ondulatorio de las olas. Posteriormente al área de energía mareomotriz (Figura 1), se produce energía al aprovechar las mareas. En ambos casos se enfocó al diseño de los sistemas de generación renovable, en la parte de generación eléctrica. Es inventor de 4 patentes y autor de 17 artículos técnicos. Recibió un Ph.D. título en Ingeniería de Control del Instituto Hamilton, NUI Maynooth, Irlanda en 2009; un M.Sc. Licenciado en Mecatrónica por CINVESTAV, México en 2004; y un M.Eng. Licenciado en Ingeniería Eléctrica-Mecánica del Tec de Monterrey, México en 2002. Como Gerente de Industria para Electrificación en Speedgoat, es responsable de soluciones en tiempo real para motores, electrónica de potencia y sistemas de baterías.



Figura 1. Turbina mareomotriz con generador eléctrico síncrono de imanes permanentes

Sin más preámbulos, ¡doy la bienvenida al Dr. Carlos Villegas! Gracias por acompañarnos hoy y por compartir tus conocimientos con nuestra audiencia. ¿Podrías comenzar contándonos sobre la evolución de la tecnología de motores eléctricos en los últimos años y cómo ha impactado en la búsqueda de una movilidad más sostenible?

Carlos Villegas: En los últimos años hemos presenciado un notable avance en el desarrollo de motores eléctricos, impulsado principalmente por la necesidad de descarbonizar la tecnología. La tendencia actual se centra en la descarbonización de vehículos eléctricos y la incorporación de energías renovables. Esto implica la creación de motores más eficientes y ligeros, ya que reemplazar los combustibles fósiles requiere de sistemas de energía más eficientes y compactos para su integración en los vehículos.

En el campo de los motores eléctricos, se han producido transformaciones significativas en la electrónica de potencia, el control y las pruebas. Anteriormente, los motores eléctricos eran principalmente trifásicos y de inducción. Sin embargo, en la actualidad, los motores de imanes permanentes han ganado popularidad y es común encontrar motores con más fases, como los de seis fases. Además, se ha dado mayor importancia a la eficiencia, lo que ha llevado a utilizar modelos basados en elementos finitos y resultados experimentales en todas las etapas de diseño y pruebas. Estos modelos se integran en sistemas basados en métodos de elementos finitos, permitiendo una simulación y emulación eficiente de los motores.

En cuanto a los materiales utilizados, se han empleado muchos imanes permanentes. Sin embargo, debido a motivos geopolíticos, se están explorando otras alternativas que no requieran el uso de tierras raras, como el neodimio, que son comúnmente utilizadas en motores de imanes permanentes.

En el ámbito de la electrónica de potencia, que está estrechamente relacionada con los motores, se está observando un reemplazo gradual de los semiconductores de silicio tradicionales, como los MOSFET y los IGBT, por los llamados semiconductores de banda prohibida ancha, también conocidos como semiconductores “*wide band-gap*”. Estos nuevos materiales, como el carburo de silicio y el nitruro de galio, permiten crear convertidores que son tres veces o más ligeros para la misma potencia, y operan a frecuencias más altas. Esto a su vez permite reducir el tamaño de los inductores y otros elementos pasivos.

En cuanto al control de motores, sigue siendo ampliamente utilizado el control orientado al campo, también conocido como “*Field Oriented Control*” (FOC). Esta técnica se basa en la orientación del campo magnético del motor para lograr un control preciso y eficiente.

El FOC permite controlar de manera independiente el flujo magnético y el par motor del motor eléctrico, lo que resulta en un rendimiento mejorado y una mayor eficiencia energética. Al mantener el flujo magnético constante y ajustar el ángulo del campo magnético, se puede lograr un control óptimo del motor en diferentes condiciones de carga y velocidad.

Además, se está explorando el uso de técnicas de inteligencia artificial, como el aprendizaje automático o “*machine learning*”, en el control de motores. Estas técnicas se emplean no solo en el diseño, sino también para ajustar las variables de control utilizando datos reales de los motores y así optimizar su funcionamiento. Además, se ha experimentado con una técnica llamada “*reinforcement learning*”, que ha mostrado buenos resultados cuando se combina con conocimientos avanzados de control. La combinación de técnicas de inteligencia artificial con técnicas de optimización ha permitido una introducción gradual de la inteligencia artificial en el campo del control de motores.

En cuanto a las pruebas, se están utilizando pruebas en tiempo real tanto para el desarrollo de controladores como para las pruebas finales en “*Hardware in the Loop*”. Estas pruebas detalladas permiten emular virtualmente la planta y realizar pruebas exhaustivas de los controladores.

Por otro lado, un área en la que he estado trabajando últimamente y que ha experimentado un gran crecimiento es la emulación de motores a escala completa. Esta técnica se utiliza principalmente para probar inversores eléctricos de vehículos eléctricos. La emulación permite realizar pruebas en condiciones normales y de falla que no serían factibles de realizar en un sistema real debido a las altas velocidades o situaciones eléctricas peligrosas que podrían ocasionar incendios. Para emular un motor, se requiere una simulación en tiempo real extremadamente rápida, en el rango de microsegundos, que se conecta a amplificadores de potencia capaces de proporcionar desde unos pocos cientos de Watts hasta Megawatts. Esto permite probar motores de vehículos eléctricos, vehículos de carreras, generadores de aviones, barcos, y más.

Isabel Méndez: Retomando un punto que comenté, el Hardware in the Loop Testing (HIL), ¿podría explicar qué es y cómo se aplica en el desarrollo de sistemas de control de motores y electrónica de potencia?

Carlos Villegas: Claro, el HIL es una herramienta fundamental en el desarrollo de sistemas de control de motores y electrónica de potencia. Se trata de una extensión del diseño basado en modelos, donde se utilizan simulaciones de alta fidelidad para evaluar y probar el funcionamiento de los controladores en tiempo real.

El proceso comienza con la creación de modelos de control y de la planta utilizando herramientas como Simulink de MATLAB. En una etapa inicial, se realizan simulaciones completas para verificar el desempeño del controlador y la planta de manera virtual.

Una vez que se tiene confianza en el controlador, se procede a utilizar un sistema de prototipado rápido (*Rapid Control Prototyping*) con un controlador embebido en hardware real. Este controlador se conecta a la planta física, lo que permite controlarla y evaluar su respuesta en condiciones más cercanas a la realidad.

En el HIL, el siguiente paso consiste en utilizar una versión virtual detallada de la planta. Esta versión virtual reproduce con precisión las características de la planta final, incluyendo las no linealidades y las pulsaciones generadas por la electrónica de potencia. Con esto, se puede evaluar la eficiencia del sistema y asegurarse de que cumpla con los requerimientos.

El HIL resulta especialmente importante en el desarrollo de sistemas más eficientes, ya que permite probar continuamente la eficiencia del sistema final. Además, facilita los desarrollos rápidos al permitir realizar pruebas de controladores incluso antes de que el motor o la electrónica de potencia estén listos. Un ejemplo está en la Figura 2.

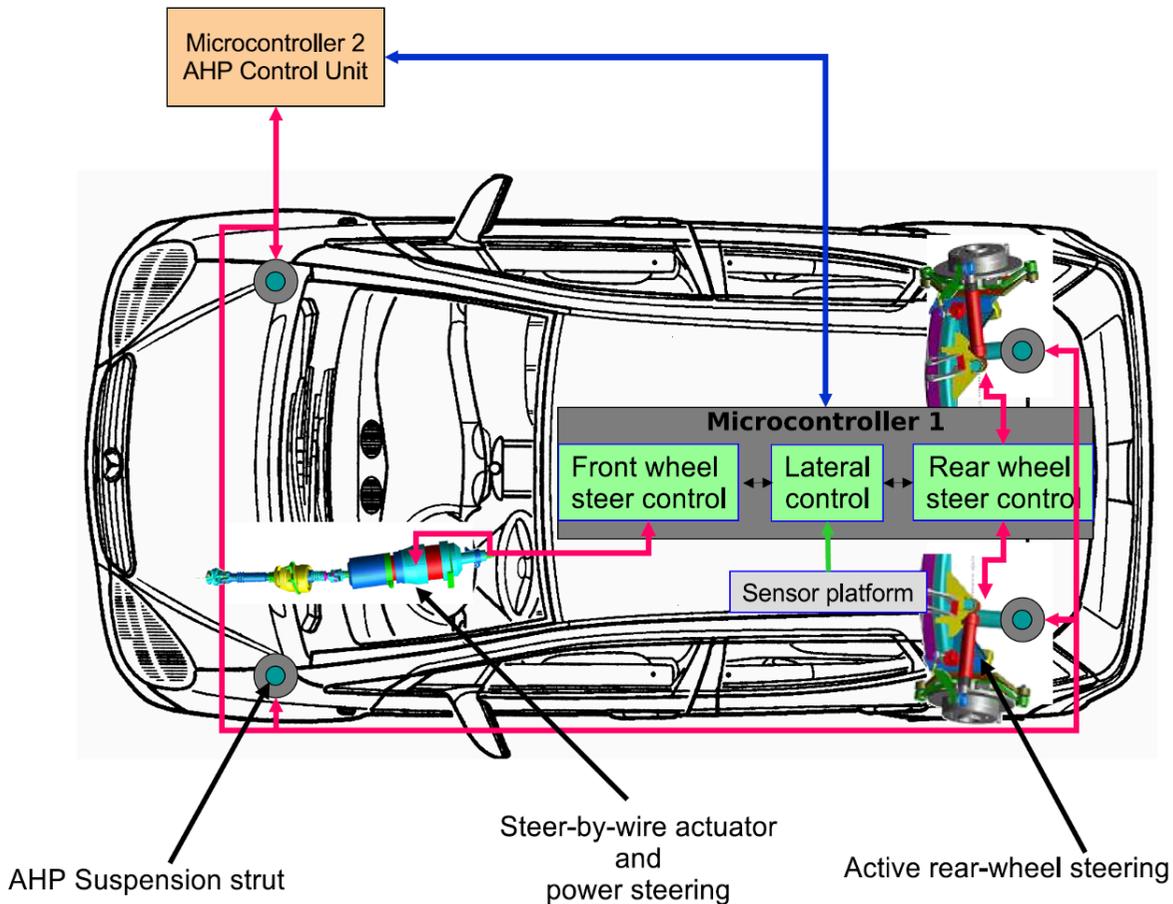


Figura 2. Imagen del prototipo de pruebas con dirección en las 4 ruedas y suspensión activa con el que el Dr. Villegas trabajó durante su doctorado. Hay dos controladores de tiempo real para hacer prototipaje rápido de diseños de control.

Un aspecto destacado del HIL es la capacidad de convertir automáticamente los modelos de Simulink en código para su implementación en plataformas de control en automóviles y aviones. Esto facilita la certificación de cumplimiento de normas como la ISO 26262 en el sector automotriz, que garantiza la seguridad funcional en los sistemas eléctricos y electrónicos de los vehículos. De manera similar, en el sector aeroespacial, se cumple con la norma DO-178, que abarca la seguridad crítica en aviación.

Además, el HIL proporciona un entorno seguro para probar sistemas de alto voltaje y alta potencia, minimizando el riesgo de dañar equipos costosos y brindando mayor seguridad a los operadores. Esta técnica se utiliza ampliamente en el sector automotriz, pero también en el diseño de máquinas, ascensores y en cualquier equipo donde la fiabilidad sea de suma importancia, como en el sector aeroespacial, donde cualquier fallo es inaceptable.

Isabel Méndez: Tengo entendido que trabajas más en la parte de *Power Hardware in the Loop*, ¿cuál es la diferencia con respecto a sólo *Hardware in the Loop*?

Carlos Villegas: Efectivamente, mi trabajo abarca todas las fases del desarrollo, incluyendo el prototipaje rápido de controles en tiempo real, el HIL y también el *Power Hardware in the Loop* (PHIL).

La principal diferencia entre el HIL y el PHIL radica en la naturaleza de las pruebas que se realizan. En el HIL, se prueban los controladores utilizando señales de bajo voltaje, generalmente provenientes de sensores. Esto permite realizar pruebas de manera segura y eficiente. Por otro lado, en el PHIL, se simulan y emulan componentes de mayor potencia, como baterías y motores, lo cual implica trabajar con niveles de energía mucho más altos.

En el PHIL, es crucial garantizar la seguridad de las pruebas, ya que los inversores y otros equipos utilizados pueden manejar cantidades significativas de energía, llegando incluso a cientos de kilovatios. Por lo tanto, es necesario tomar precauciones para evitar daños o problemas relacionados con la alta potencia involucrada.

Es importante destacar que en el PHIL se utilizan motores que son representativos de los motores reales. Esto permite realizar pruebas con diferentes motores y vehículos sin necesidad de desconectar el equipo, ya que todas las condiciones, incluyendo el motor, la batería, el vehículo y los entornos de prueba, se simulan a alta velocidad. Un ejemplo de estas pruebas se puede ver en la Figura 3.

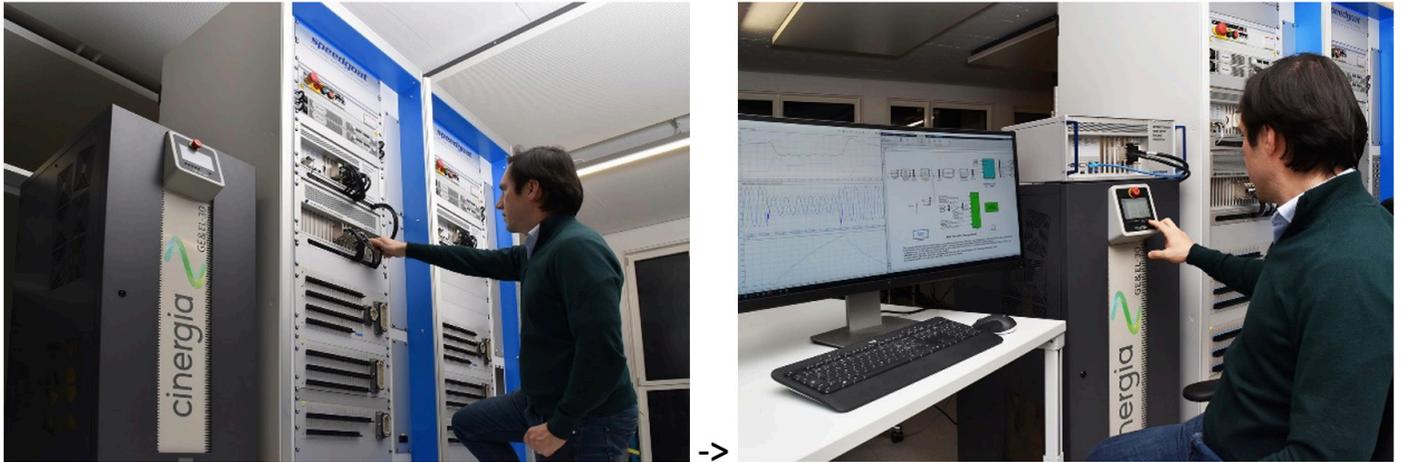


Figura 3. Equipos de prueba de Power HIL

El PHIL encuentra aplicación en diversos campos, incluyendo el desarrollo aeroespacial, como en la propulsión eléctrica de aerotaxis. Estos proyectos involucran numerosos motores pequeños y actualmente algunos de ellos se encuentran en etapas avanzadas de certificación.

Isabel Méndez: Entonces, con respecto a los aerotaxis, ¿qué países son los que dominan este desarrollo?

Carlos Villegas: Actualmente, se observa un importante desarrollo en el ámbito de los aerotaxis en países como Alemania y Estados Unidos. Ambos países están llevando a cabo avances significativos en términos de certificación y pruebas de vuelo. Se han realizado pruebas exitosas de aerotaxis operados sin personas a bordo, lo que marca un hito importante en la evolución de esta tecnología.

La mayoría de los aerotaxis en desarrollo son del tipo *Vertical Take-Off and Landing (VTOL)*, lo que significa que son capaces de despegar y aterrizar verticalmente sin la necesidad de una pista de aterrizaje. Estos vehículos funcionan con electricidad y se asemejan en su operación a un dron. Inicialmente, operan en modo dron y luego cambian su configuración para volar en dirección horizontal. Empresas como Lillium en Alemania están emergiendo como actores destacados en este campo, impulsando el desarrollo y la implementación de aerotaxis eléctricos.

Es importante destacar que el desarrollo de los aerotaxis no se limita únicamente a estos dos países, ya que se están llevando a cabo investigaciones y proyectos en otras regiones del mundo. Sin embargo, en términos de avance y liderazgo, Alemania y Estados Unidos se destacan actualmente en el desarrollo de aerotaxis y se espera que continúen desempeñando un papel clave en esta área en los próximos años.

Isabel Méndez: Volviendo a la parte de los vehículos eléctricos, ¿qué desafíos técnicos aún deben superarse para lograr la adopción generalizada de vehículos eléctricos?

Carlos Villegas: En efecto, la adopción de vehículos eléctricos ha experimentado un crecimiento significativo en algunos países, como Noruega y China, donde se han implementado incentivos y políticas de apoyo. Sin embargo, aún existen desafíos técnicos que deben superarse para lograr una adopción generalizada de vehículos eléctricos.

Uno de los principales desafíos se centra en el desarrollo de baterías más económicas. Actualmente, el costo de las baterías sigue siendo más elevado en comparación con los vehículos de combustión interna, lo que puede limitar su accesibilidad para algunos consumidores. Es importante continuar investigando y desarrollando tecnologías de baterías que sean más eficientes y asequibles.

Otro desafío importante es la infraestructura de carga. La red eléctrica debe adaptarse y ampliarse para satisfacer la demanda de puntos de carga en hogares, oficinas y a lo largo de las autopistas y carreteras. En la actualidad, la disponibilidad de puntos de carga aún es limitada en muchos lugares, lo que puede generar preocupaciones sobre la autonomía de los vehículos eléctricos y la conveniencia de cargarlos.

Para lograr una adopción generalizada, es necesario impulsar el despliegue de una infraestructura de carga rápida y confiable que sea accesible y conveniente para los usuarios de vehículos eléctricos. Esto implica la colaboración de gobiernos, empresas automotrices y proveedores de energía para desarrollar un ecosistema de carga eficiente y escalable.

Además, se requiere una mayor conciencia y educación sobre los beneficios de los vehículos eléctricos, como su impacto ambiental reducido y los ahorros a largo plazo en términos de costos de combustible y mantenimiento. Esto ayudará a generar confianza y aceptación en la sociedad, fomentando una transición hacia una movilidad más sostenible.

Isabel Méndez: Sí, por ejemplo, en México con los puntos de carga, En México para poder manejar tu Tesla y viajar, debes de acoplarte a sus puntos de carga y generar así tu ruta para llegar del punto A al punto B. Entonces. ¿cómo consideras que la parte de la electrificación está transformando el sector automotriz?

Carlos Villegas: Efectivamente, la electrificación está transformando tanto el sector automotriz como la red eléctrica. En el sector automotriz, las empresas se están adaptando y realizando grandes ajustes para centrarse en la producción de vehículos eléctricos. Muchas empresas han dejado de desarrollar vehículos de combustión interna y están enfocadas exclusivamente en vehículos eléctricos. Este cambio ha sido especialmente notable en empresas alemanas. También se están viendo empresas emergentes, como Tesla, que están revolucionando el sector automotriz y se han convertido en líderes en valor de mercado.

Por otro lado, la red eléctrica también está experimentando una transformación significativa. Se requieren ajustes para soportar la creciente demanda de puntos de carga para vehículos eléctricos, tanto en hogares como en espacios públicos. Actualmente, existen desafíos en la disponibilidad de puntos de carga, lo que puede limitar la adopción masiva de vehículos eléctricos. Para que la transición sea exitosa, se necesitará una expansión de la infraestructura de carga, así como la adaptación de la red eléctrica para satisfacer las necesidades de carga de manera eficiente y confiable.

Es importante mencionar que este proceso de transformación de la red eléctrica llevará tiempo, ya que implica una inversión considerable en la instalación de nuevos puntos de carga y la modernización de la infraestructura existente.

Además, se requerirá una coordinación efectiva entre diferentes actores, como gobiernos, empresas automotrices y proveedores de energía.

En cuanto a la adopción de vehículos eléctricos, la transición puede ser más factible en un principio a través de vehículos híbridos, ya que permiten una mayor flexibilidad al combinar motores de combustión interna con la propulsión eléctrica. Algunos países en Europa han establecido objetivos ambiciosos, como la prohibición de la venta de vehículos de combustión interna a partir de cierta fecha, lo que acelerará la adopción de vehículos eléctricos en la sociedad.

Isabel Méndez: Por ejemplo, tocando el punto de las baterías, ¿cómo se están abordando los desafíos relacionados con la integración de sistemas de baterías en vehículos eléctricos?

Carlos Villegas: La integración de sistemas de baterías en vehículos eléctricos presenta desafíos significativos para la industria automotriz. Al pasar de vehículos de combustión interna a vehículos eléctricos, se requiere una transformación completa de los sistemas, ya que todos los componentes funcionan con electricidad y dependen del rendimiento y duración de las baterías.

Actualmente, se están realizando pruebas y desarrollos intensivos en el campo de las baterías eléctricas. Las baterías utilizadas en vehículos eléctricos suelen estar compuestas por cientos de celdas individuales, y es crucial garantizar que todas las celdas estén balanceadas para optimizar la vida útil y el rendimiento de la batería en general. Para lograr esto, se utilizan los llamados sistemas de gestión de baterías (BEM, por sus siglas en inglés), que monitorean y equilibran las celdas de forma continua. El objetivo es que todas las celdas operen dentro de un rango de voltaje muy estrecho para evitar la degradación y maximizar la vida útil de la batería.

En el pasado, el balanceo de celdas se realizaba mediante la descarga controlada de las celdas a través de resistencias. Sin embargo, este método generaba calor y no era tan eficiente. Por lo tanto, la tendencia actual es utilizar métodos activos de electrónica de potencia que permitan el balanceo activo de carga, transfiriendo la carga entre las celdas. Esto reduce la generación de calor y mejora la eficiencia del sistema.

Además, se están desarrollando técnicas de emulación de celdas de baterías que permiten simular y probar diferentes escenarios de descarga y carga en vehículos eléctricos. Esto ayuda a optimizar los algoritmos de control para prolongar la vida útil de la batería y maximizar la autonomía del vehículo. También se busca reducir el tiempo de carga cuando se conecta a un punto de carga.

Es importante mencionar que, en el ámbito de la aviación y el sector aeroespacial, el enfoque es diferente debido a las demandas de peso y energía en aviones de pasajeros y barcos. En estos casos, las baterías no se consideran una opción viable debido a su peso. En cambio, se están explorando soluciones con celdas de carga, como el uso de hidrógeno. En la aviación, las baterías actualmente se utilizan principalmente en aviones pequeños, como los aerotaxis con capacidad para hasta seis pasajeros.

Isabel Méndez: Retomando la parte de los motores eléctricos, ¿cómo ves el futuro de la movilidad eléctrica y qué rol jugarán los motores eléctricos en ella?

Carlos Villegas: El futuro de la movilidad eléctrica es prometedor y los motores eléctricos desempeñarán un papel fundamental en esta transformación. Con la adopción de la movilidad eléctrica, los motores eléctricos reemplazarán gradualmente a los motores de combustión interna en diferentes tipos de vehículos.

En el caso de los vehículos de pasajeros, los motores eléctricos se han convertido en una opción preferida debido a su eficiencia y rendimiento. Los avances en las tecnologías de baterías permiten una mayor autonomía de los vehículos eléctricos, lo que los hace adecuados para el transporte diario. Se espera que los motores eléctricos jueguen un papel clave en la aceleración de la transición hacia una movilidad más sostenible en las ciudades, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, en el ámbito del transporte de carga, se están explorando soluciones como las celdas de hidrógeno para impulsar vehículos pesados. Estos vehículos, como camiones y autobuses, requieren una mayor capacidad de energía y tiempos de recarga más cortos, y la tecnología de celdas de hidrógeno puede ser una alternativa viable para satisfacer estas necesidades. La Figura 4 muestra una emulación dinámica de un vehículo.

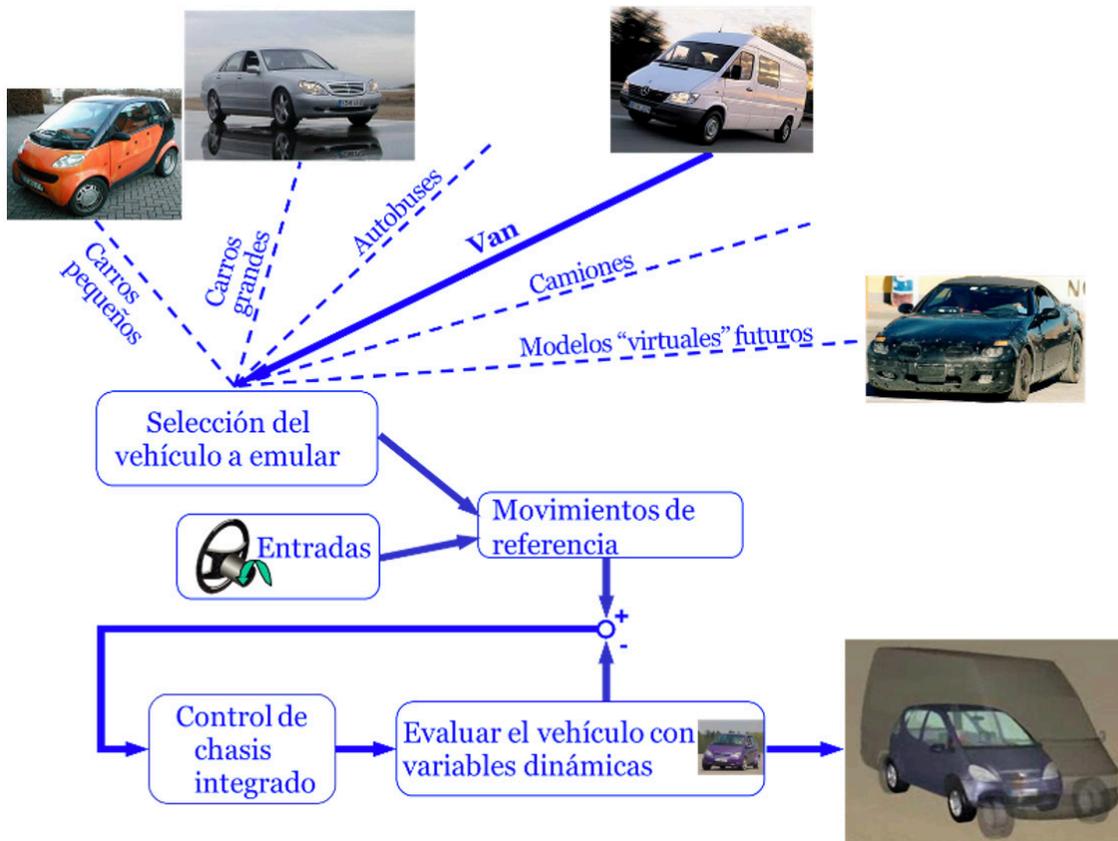


Figura 4. Emulación de la dinámica del vehículo (un vehículo puede emular el comportamiento de otros con dirección en las cuatro ruedas y suspensión activa)

En cuanto a la movilidad aérea, se espera que los motores eléctricos desempeñen un papel importante en la revolución de los aerotaxis y otros tipos de aeronaves eléctricas. Los avances en la tecnología de motores eléctricos y baterías están permitiendo el desarrollo de aerotaxis más eficientes y autónomos, que podrían transformar la forma en que nos desplazamos a distancias cortas en el futuro.

Isabel Méndez: En ese sentido; ¿Cómo influyen los diseños de electrónica de potencia en la eficiencia de los motores eléctricos y qué innovaciones se están llevando a cabo en este ámbito?

Carlos Villegas: Los diseños de electrónica de potencia desempeñan un papel crucial en la eficiencia de los motores eléctricos. Una de las innovaciones más significativas en este ámbito es el uso

de semiconductores de banda prohibida ancha, como el carburo de silicio y el nitruro de galio. Estos semiconductores permiten frecuencias de conmutación mucho más altas en los convertidores de potencia.

Los convertidores de potencia basados en estos semiconductores son considerablemente más ligeros y eficientes en comparación con los convertidores tradicionales basados en silicio. Pueden lograr una mayor eficiencia energética y reducir las pérdidas de energía durante la conversión, lo que mejora la eficiencia general del motor eléctrico.

Otra área de innovación en la electrónica de potencia está relacionada con el uso de técnicas de inteligencia artificial, como el aprendizaje profundo (*deep learning*). Estas técnicas permiten optimizar los controladores tanto en simulación como en tiempo real utilizando datos del motor y el convertidor reales. Sin embargo, es importante mencionar que en el campo de la electrónica de potencia, el uso de inteligencia artificial aún se encuentra en desarrollo y no se han visto resultados significativos que justifiquen su inversión masiva.

Isabel Méndez: Retomando las soluciones en tiempo real, ¿cómo se asegura de que las soluciones de tiempo real que desarrolla para motores y sistemas de baterías sean seguras y confiables?

Carlos Villegas: Para asegurar la seguridad y confiabilidad de las soluciones en tiempo real que desarrollo para motores y sistemas de baterías, se siguen rigurosos procesos y técnicas estándar en el sector automotriz y aeroespacial.

En primer lugar, se utilizan sistemas de tiempo real, como el *Rapid Control Prototyping*, que permiten probar y optimizar el controlador en diferentes situaciones y condiciones de operación. Esto ayuda a encontrar el controlador más adecuado y eficiente para cada caso, y se realizan pruebas exhaustivas para garantizar su rendimiento y seguridad.

El código del controlador se puede implementar en microcontroladores o unidades de control electrónico (ECU) utilizando técnicas de certificación y estándares específicos de la industria. Estas técnicas garantizan que el controlador cumpla con los requisitos de seguridad y confiabilidad necesarios para su operación en vehículos o aplicaciones aeroespaciales.

Posteriormente, se llevan a cabo pruebas en sistemas HIL utilizando sistemas de tiempo real. Estas pruebas abarcan una amplia gama de situaciones, incluyendo condiciones normales de operación, situaciones de vuelo o conducción, y también fallas eléctricas y de sensores. Los sistemas de tiempo real pueden emular sensores y replicar las condiciones de falla, permitiendo una evaluación exhaustiva del controlador en escenarios realistas y extremos.

Además, en el caso de PHIL, se utilizan sistemas de tiempo real combinados con amplificadores de potencia para emular baterías, motores eléctricos, generadores o inversores conectados a la red eléctrica. Esto permite probar equipos tanto de la red eléctrica como de vehículos eléctricos en condiciones seguras, simulando voltajes, corrientes y cargas en situaciones normales y extremas.

En resumen, se aplican técnicas de certificación y estándares de seguridad, así como pruebas exhaustivas en sistemas de tiempo real y HIL, para asegurar que las soluciones en tiempo real para motores y sistemas de baterías sean seguras, confiables y cumplan con los requisitos de operación en entornos automotrices y aeroespaciales.

La interacción entre la electrificación, el vehículo autónomo y el desarrollo de infraestructuras inteligentes es clave en la transformación del transporte. La

electrificación, en particular con los vehículos eléctricos, está siendo el primer paso en esta transformación. Los vehículos eléctricos están interconectados y optimizados, lo que sienta las bases para la implementación de vehículos autónomos en el futuro.

Sin embargo, el desarrollo de vehículos autónomos está presentando desafíos que requieren más tiempo para ser superados. Aunque se pensaba inicialmente que los vehículos autónomos estarían disponibles en un corto plazo, ahora se reconoce que todavía hay muchos retos por resolver antes de su adopción generalizada.

Los vehículos eléctricos están facilitando el camino hacia la autonomía, ya que su interconectividad contribuirá al funcionamiento más eficiente de los vehículos autónomos. En este sentido, la electrificación del transporte es fundamental para sentar las bases de una movilidad más avanzada.

En cuanto a las infraestructuras, el principal reto está relacionado con las infraestructuras de carga para los vehículos eléctricos. Se requiere el desarrollo de una amplia red de estaciones de carga para satisfacer las necesidades de los usuarios de vehículos eléctricos. Además, se espera que los vehículos autónomos desempeñen un papel importante al ayudar a optimizar la ubicación y gestión de estas estaciones de carga.

El desarrollo de infraestructuras inteligentes también es esencial. La inteligencia artificial se está utilizando para optimizar el diseño de infraestructuras de carga, así como para gestionar la carga de vehículos eléctricos de manera eficiente en estacionamientos y en la red eléctrica de las ciudades. Estos avances son necesarios para hacer frente al desafío de la carga masiva de vehículos eléctricos en un entorno de movilidad electrificada.

Isabel Méndez: Muchas gracias, Carlos, por compartir tus conocimientos y experiencias en el campo de la electrificación y los motores eléctricos. Ha sido fascinante conocer cómo estas tecnologías están transformando el sector automotriz y la movilidad en general. La transición hacia vehículos eléctricos y la incorporación de sistemas autónomos representan grandes desafíos, pero también ofrecen oportunidades emocionantes para un futuro más sostenible y eficiente en el transporte.

Estoy segura de que tus perspectivas y las innovaciones en electrónica de potencia, control de motores y sistemas de baterías serán fundamentales para superar los desafíos y seguir avanzando en esta revolución tecnológica. Esperamos con ansias el desarrollo de infraestructuras inteligentes que apoyen la creciente demanda de vehículos eléctricos y autónomos.

Gracias nuevamente por tu tiempo y por compartir tus conocimientos con nosotros. ¡Te deseamos mucho éxito en tus proyectos futuros y en la contribución a la transformación del transporte hacia un futuro más sostenible! 

Más información

Dra. Isabel Méndez

Dr. Carlos Villegas

SAVE THE DATE

OCTUBRE 23-27, 2023
MONTERREY, MÉXICO

<https://www.weefgedc2023.org/>



Congreso Nacional de Control Automático 2023

23 - 27, OCTUBRE

Acapulco de Juárez, Guerrero

FECHAS IMPORTANTES

- **Inicio de recepción de artículos:**
17 de Abril
- **Límite para recepción de artículos:**
03 de Julio
- **Publicación de resultados:**
21 de Agosto
- **Envío de versiones finales:**
01 de Septiembre
- **Límite para inscripción anticipada:**
22 de Septiembre
- **Congreso:**
25 - 27 de Octubre

ÁREAS TEMÁTICAS

- Modelado, estimación, identificación y control de sistemas lineales y no lineales.
- ▶ Control de sistemas ciber físicos.
- ▶ Control basado en eventos.
- ▶ Control de sistemas de potencia.
- ▶ Robótica y mecatrónica.
- ▶ Sistemas de orden fraccionario.
- ▶ Sistemas automotrices.
- ▶ Instrumentación electrónica.
- ▶ Control de VANTs.
- ▶ Sistemas biológicos y biomédicos.
- ▶ Sistemas con retardo.
- ▶ Control y diagnóstico de fallas.
- ▶ Dinámicas complejas y caóticas.
- ▶ Automatización de procesos.
- ▶ Innovación en sistemas de ingeniería.
- ▶ Sistemas de generación de energía a partir de fuentes renovables.
- ▶ Áreas afines al control automático y sus aplicaciones.

Tercer llamado a artículos
www.amca.mx/cnca2023

Los autores están invitados a someter trabajos completos y originales a través del sistema **PaperCept**.

Los trabajos aceptados serán publicados en la revista digital "Memorias del Congreso Nacional de Control Automático" ISSN 2594-2492.

Contacto: cnca2023@cenidet.tecnm.mx



ChatGPT y las tecnologías Wolfram

Dr. Juan M. Camacho

Wolfram certified instructor

<https://www.wolfram.com/wolfram-u/instructors/camacho.html>

ChatGPT y las tecnologías Wolfram. La inteligencia artificial (IA) ha traído una profunda revolución al ámbito tecnológico, transformando la manera en que interactuamos con las máquinas y cómo estas nos auxilian en la resolución de complejos problemas. La IA se ha convertido en una herramienta esencial en diversos campos, destacando su capacidad para aprender, adaptarse y mejorar a través de la experiencia y los datos, abriendo nuevas perspectivas y redefiniendo nuestras concepciones acerca del potencial de las máquinas.

Dentro de este contexto, destaca ChatGPT, desarrollado por OpenAI, como un avanzado modelo de lenguaje que emplea técnicas de aprendizaje automático para generar respuestas coherentes y contextualmente relevantes a las consultas del usuario. ChatGPT es capaz de entablar conversaciones, responder preguntas, redactar ensayos y mucho más, todo ello en lenguaje natural. Su diseño le permite comprender el contexto y generar respuestas basadas en dicho entendimiento.

Asimismo, desde 1987, las tecnologías de Wolfram han ido evolucionando notoriamente. Stephen Wolfram, fundador de Wolfram Research Inc., presentó en 1988 Mathematica (www.wolfram.com/mathematica/), un sistema de cálculo computacional que permite realizar tanto cálculos matemáticos simbólicos como numéricos, visualización de datos, programación y otras funciones. Desde su lanzamiento, esta herramienta ha sido adoptada en diversos ámbitos. Posteriormente, en 2009, surgió WolframAlpha (www.wolframalpha.com), un motor de conocimiento computacional en línea capaz de proporcionar respuestas precisas y realizar cálculos fundamentados en una vasta cantidad de datos curados. Esta plataforma puede abordar una amplia gama de consultas y se ha convertido en una valiosa herramienta para estudiantes, profesionales y aquellos que requieren respuestas rápidas y precisas.

En enero de 2023, Stephen Wolfram señaló que, a pesar de la impresionante capacidad de ChatGPT para generar texto, a menudo presenta limitaciones al proporcionar respuestas precisas a preguntas que requieren conocimiento estructurado o cálculos exactos. Es en este punto

donde WolframAlpha puede complementar a ChatGPT, al brindar la precisión y el conocimiento estructurado que en ocasiones le faltan. Wolfram sugirió que la combinación de ChatGPT y WolframAlpha podría dar lugar a una herramienta de conocimiento computacional más poderosa y precisa que cada una por separado. En febrero de 2023, Stephen analizó el funcionamiento de ChatGPT y los principios generales que sustentan los modelos de lenguaje. Destacó la habilidad de ChatGPT para generar texto significativo, y cómo la introducción de un factor aleatorio permite mantener la creatividad en la generación de texto [2].

Finalmente, el 23 de marzo de 2023, Stephen anunció la integración de ChatGPT con WolframAlpha y Wolfram Language, lo que otorga a ChatGPT acceso a mayores capacidades computacionales. Explicó que, si bien ChatGPT es hábil para generar texto, carece de la capacidad para realizar cálculos complejos o proporcionar datos precisos. Con esta integración, ChatGPT adquiere “superpoderes” computacionales [3]. En conjunto, ChatGPT, WolframAlpha y Wolfram Language brindan conocimientos precisos, datos y cálculos fundamentados. Además, las fuentes de datos en tiempo real de Wolfram permiten que ChatGPT ofrezca información actualizada.

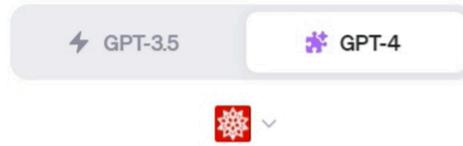
En esta página (<https://www.wolfram.com/wolfram-plugin-chatgpt/>) aparecen las instrucciones para obtener el plugin de Wolfram y además algunas de las cosas que hace el plugin de Wolfram.

[1] <https://writings.stephenwolfram.com/2023/01/wolfram-alpha-as-the-way-to-bring-computational-knowledge-superpowers-to-chatgpt/>

[2] <https://writings.stephenwolfram.com/2023/02/what-is-chatgpt-doing-and-why-does-it-work/>

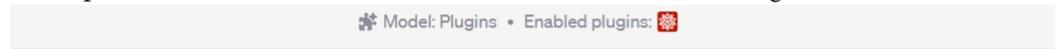
[3] <https://writings.stephenwolfram.com/2023/03/chatgpt-gets-its-wolfram-superpowers/>

Primeros pasos. Para tener acceso al Plugin de Wolfram para ChatGPT es necesario tener la versión GPT-4 (la versión plus) que requiere una actualización del plan. Una vez actualizado nuestro plan podemos acceder a los Plugins y desde Plugin store podemos instalar el Plugin de Wolfram. Una vez instalado solamente lo activamos para iniciar la conversación. Una vista de nuestra conversación tendrá la siguiente cabecera:

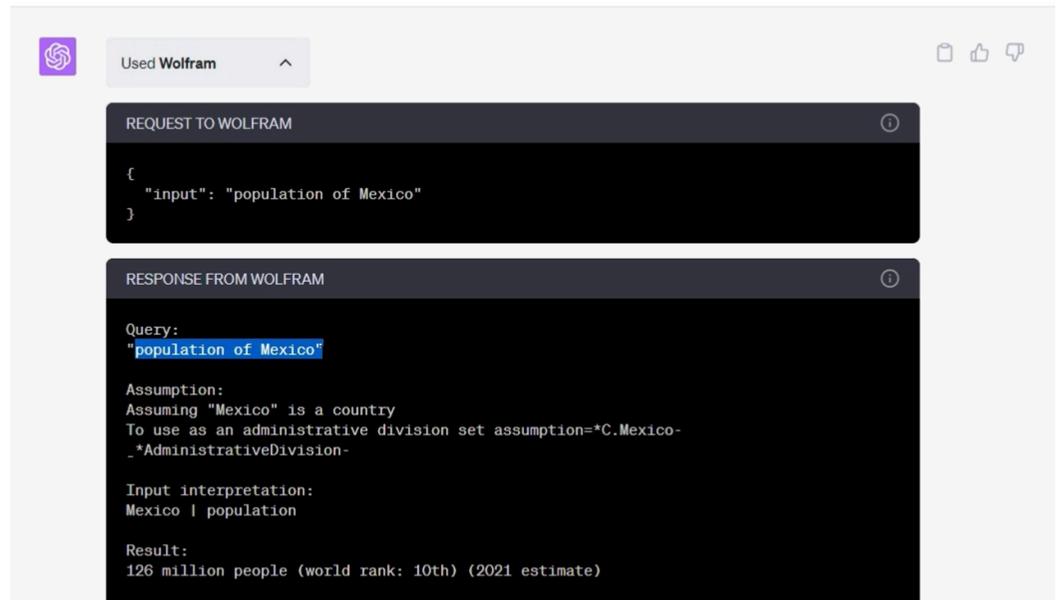


lo que indica que estamos listos para iniciar nuestras consultas a ChatGPT.

Acceso a datos en tiempo real y datos curados. Tras realizar la primera consulta, se hace evidente la interacción entre ChatGPT y Wolfram: la solicitud a Wolfram (Query), su interpretación (Input) y la respuesta obtenida (Result). Este resultado es interpretado por ChatGPT para generar la respuesta correspondiente a la pregunta formulada. De manera habitual, se proporcionan datos adicionales vinculados a la consulta, y ChatGPT ofrece las respuestas de forma narrativa. Procedamos entonces con la siguiente consulta:



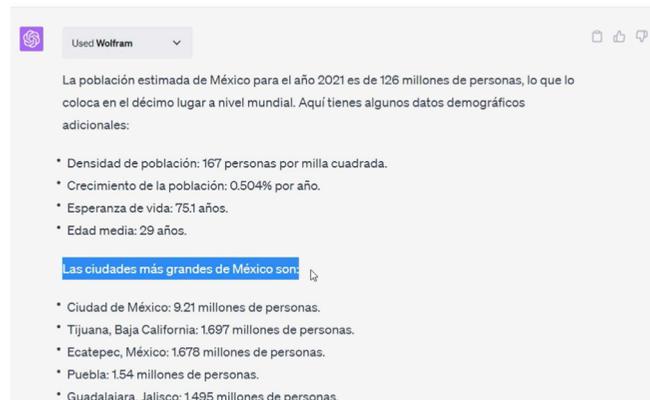
¿Cuál es la población de México?



ChatGPT obtiene las respuestas de Wolfram y nos las presenta en formato de texto:



¿Cuál es la población de México?



Adicionalmente, ChatGPT siempre proporcionará enlaces a la página de WolframAlpha, para que podamos acceder a los datos solicitados.

Para más detalles, puedes visitar el resultado en el sitio web de Wolfram|Alpha para **"población de México"**.

En la versión ChatGPT3, no disponemos de datos actualizados; no obstante, en la versión 4, contamos con el plugin de datos de Wolfram, que sí está actualizado. Evaluemos las siguientes consultas en ambas versiones.

ChatGPT3:

 Dame los datos del clima de la ciudad de Monterrey y un pronóstico para mañana

 Lamentablemente, como modelo de lenguaje basado en texto, no tengo acceso a datos en tiempo real. No puedo proporcionarte el pronóstico actual del clima para la ciudad de Monterrey ni el pronóstico para mañana. Te sugiero que consultes un servicio meteorológico confiable en línea, una aplicación móvil o sintonices el pronóstico del tiempo en tu televisión local para obtener información actualizada sobre el clima en Monterrey.

ChatGPT4:

Model: Plugins • Enabled plugins: 

 Dame los datos del clima de la ciudad de Monterrey y un pronóstico para mañana

< 2 / 2 >  Used Wolfram   

El clima actual en Monterrey, México es el siguiente:

- Temperatura: 97 °F
- Condiciones: Despejado
- Humedad relativa: 29% (punto de rocío: 59 °F)
- Velocidad del viento: 10 mph

El pronóstico del clima para Monterrey, México es:

- Esta noche: entre 60 °F y 69 °F, despejado toda la noche.
- Mañana: entre 60 °F y 79 °F, despejado todo el día.

La información fue registrada hace 36 minutos en la estación meteorológica MMAN (Del Norte International Airport), que se encuentra a 14 millas al NNE del centro de Monterrey.

Por favor ten en cuenta que las condiciones climáticas pueden cambiar rápidamente y es recomendable revisar las actualizaciones de pronósticos regularmente.

Asimismo, además de datos climáticos, también podemos realizar consultas sobre información relacionada con películas. Por ejemplo, veamos la siguiente consulta:

 premios oscar 2023

 Used Wolfram   

Los ganadores de los Premios Oscar en el año 2023 fueron:

- Mejor Película: "Everything Everywhere All at Once" (producida por Dan Kwan, Daniel Scheinert y Jonathan Wang)
- Mejor Actor en un Papel Principal: Brendan Fraser en "The Whale"
- Mejor Actor en un Papel Secundario: Jonathan Ke Quan en "Everything Everywhere All at Once"
- Mejor Actriz en un Papel Principal: Michelle Yeoh en "Everything Everywhere All at Once"
- Mejor Actriz en un Papel Secundario: Jamie Lee Curtis en "Everything Everywhere All at Once"
- Mejor Dirección: Dan Kwan y Daniel Scheinert por "Everything Everywhere All at Once"

Para más detalles, puedes visitar el siguiente enlace: [Wolfram|Alpha website result for "2023 Oscar winners"](#).

Aprovechando el hilo de la conversación hagamos la siguiente petición:

¿Qué película ganó más premios Oscar este año?

Used Wolfram

Used Wolfram

La película que ganó más premios Oscar en el año 2023 fue "Everything Everywhere All at Once". Esta película ganó en las siguientes categorías:

- Mejor Película
- Mejor Actor en un Papel Secundario: Jonathan Ke Quan
- Mejor Actriz en un Papel Principal: Michelle Yeoh
- Mejor Actriz en un Papel Secundario: Jamie Lee Curtis
- Mejor Dirección: Dan Kwan y Daniel Scheinert

Para más detalles, puedes visitar el siguiente enlace: [Wolfram|Alpha website result for "2023 Oscar winners"](#).

¿Ya viste la película?

Generando código de Wolfram Language. Podemos obtener datos geográficos y demográficos, así como calcular distancias y generar mapas. Estas consultas pueden ser utilizadas posteriormente para solicitar a ChatGPT que nos genere el código en Wolfram Language necesario para crear la representación visual (en este caso, el mapa) del cual estamos hablando en la conversación.

¿Cual es la distancia entre Quito, Ecuador y Mérida, Yucatán?

Used Wolfram

La distancia entre Quito, Ecuador y Mérida, Yucatán, México es de aproximadamente 1639 millas, o 2637 kilómetros.

Aquí tienes algunas estimaciones de tiempo de viaje directo:

- En avión (a 550 mph): 3 horas
- Velocidad del sonido: 2 horas 10 minutos
- Luz en fibra óptica: 12 milisegundos
- Luz en el vacío: 9 milisegundos

Estas estimaciones asumen un camino de gran círculo a velocidad constante.

Aquí tienes un mapa de la ruta:



Para más detalles, puedes visitar el siguiente enlace: [Wolfram|Alpha website result for "distance from Quito, Ecuador to Merida, Yucatan"](#).

Además de proporcionar la distancia, WolframAlpha muestra información relacionada, como el tiempo estimado de viaje y el mapa de la ruta. También, por supuesto, se brinda el enlace directo a la página de WolframAlpha.

Dado que ChatGPT se comunica con Wolfram Language, podemos solicitar la generación del código necesario para obtener el mapa mencionado anteriormente. Hagamos la siguiente petición:

genera el código en Wolfram Language que genere esta ruta

Used Wolfram

Lo siento, parece que la evaluación del código ha excedido el tiempo límite. Intentemos de nuevo.

El código en Wolfram Language para generar la ruta entre Quito, Ecuador y Mérida, Yucatán, México es el siguiente:

```
wolfram
GeoGraphics[
{
  GeoMarker[Entity["City", {"Quito", "Pichincha", "Ecuador"}]],
  GeoMarker[Entity["City", {"Merida", "Yucatan", "Mexico"}]],
  GeoPath[Entity["City", {"Quito", "Pichincha", "Ecuador"}], Entity["City", {"Merida", "Yucatan", "Mexico"}]]],
GeoProjection -> "Robinson",
ImageSize -> Large
]
```

Este código crea un gráfico geográfico que incluye marcadores para Quito y Mérida, así como una ruta (GeoPath) entre las dos ciudades. La proyección del mapa se establece en "Robinson" y el tamaño de la imagen se establece en "Large" para una visualización clara.

Por favor, ten en cuenta que necesitarás tener acceso a Wolfram Language (por ejemplo, a través de Mathematica o Wolfram Cloud) para ejecutar este código.

En la esquina superior derecha de la ventana, en una sección de color negro, se muestra el enlace para copiar el código. Al hacer clic en dicho enlace, podemos copiar el código y luego pegarlo en un cuaderno (notebook) o en WolframCloud. Una vez hecho esto, procedemos a ejecutar el código y obtenemos el resultado deseado.

```
In[4] = GeoGraphics[{GeoMarker[Entity["City", {"Quito", "Pichincha", "Ecuador"}]], GeoMarker[Entity["City", {"Merida", "Yucatan", "Mexico"}]], GeoPath[Entity["City", {"Quito", "Pichincha", "Ecuador"}], Entity["City", {"Merida", "Yucatan", "Mexico"}]]], GeoProjection -> "Robinson", ImageSize -> Large}
```



Out[4]

Efectivamente, tal como nos explicó ChatGPT, al solicitar el código en Wolfram Language para la tarea específica, se generan automáticamente marcadores para ambas ciudades, así como la ruta que las conecta en el mapa. Lo mejor de todo es que no es necesario escribir el código manualmente; simplemente hacemos la solicitud y obtenemos el resultado deseado de manera rápida y sencilla. ¡Es realmente asombroso y práctico!

Resolviendo problemas de STEM paso a paso. Es impresionante cómo la combinación de estas herramientas nos facilita el abordaje de cuestiones complejas en el campo de la física y otras disciplinas STEM. Podemos aprender y entender cada paso del proceso, lo que nos brinda una experiencia de aprendizaje más completa y enriquecedora.

Supongamos que tenemos un problema de física que involucra la aceleración de un objeto en movimiento. Podemos plantear la pregunta a ChatGPT para que nos genere el código en Wolfram Language y, a su vez, Wolfram Alpha nos mostrará el proceso detallado para obtener la solución.

 un objeto es lanzado a un ángulo de 30 grados de la horizontal con una velocidad inicial de 40 km/hr. ¿Cuál es el alcance máximo horizontal del objeto?

Used Wolfram

Used Wolfram

Used Wolfram

El alcance máximo horizontal del objeto, lanzado a un ángulo de 30 grados con una velocidad inicial de 40 km/hr, es aproximadamente 10.9 metros.

Por favor, ten en cuenta que este cálculo asume que no hay resistencia del aire y que la aceleración debido a la gravedad es constante.

 muéstrame el paso a paso la solución de este problema

Claro, aquí está el paso a paso de cómo se resuelve este problema.

- Convertir la velocidad a metros por segundo (m/s):** La velocidad inicial dada es de 40 km/hr. Sin embargo, en física, generalmente trabajamos con metros y segundos, por lo que necesitamos convertir esta velocidad a m/s. Sabemos que 1 km = 1000 m y 1 hora = 3600 segundos, por lo que la conversión es la siguiente:

$$v_0 = 40 \text{ km/hr} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}} = 11.11 \text{ m/s}$$
- Usar la fórmula del alcance de un proyectil:** La fórmula para el alcance máximo (R) de un proyectil lanzado con una velocidad inicial v_0 a un ángulo θ es:

$$R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$
 donde g es la aceleración debido a la gravedad, que es aproximadamente 9.81 m/s^2 .
- Sustituir los valores en la fórmula:** Sustituyendo los valores en la fórmula obtenemos:

$$R = \frac{(11.11 \text{ m/s})^2 \sin(2 \times 30^\circ)}{9.81 \text{ m/s}^2} = 10.9 \text{ m}$$

Por lo tanto, el alcance máximo horizontal del objeto es aproximadamente 10.9 metros.

Por favor, ten en cuenta que este cálculo asume que no hay resistencia del aire y que la aceleración debido a la gravedad es constante.

Con una interfaz dinámica, podríamos experimentar con distintos escenarios y visualizar cómo las variables influyen en el comportamiento del sistema. Sería una forma interactiva y educativa de explorar el problema y comprender mejor los conceptos físicos involucrados.

Así que, adelante, solicitemos a ChatGPT que genere el código en Wolfram Language para esta interfaz dinámica relacionada con el problema de física que estamos abordando. ¡Será una experiencia fascinante y educativa!

 genera el código en wolfram language de una interfaz dinámica de este objeto lanzado usando la función manipulate

Used Wolfram

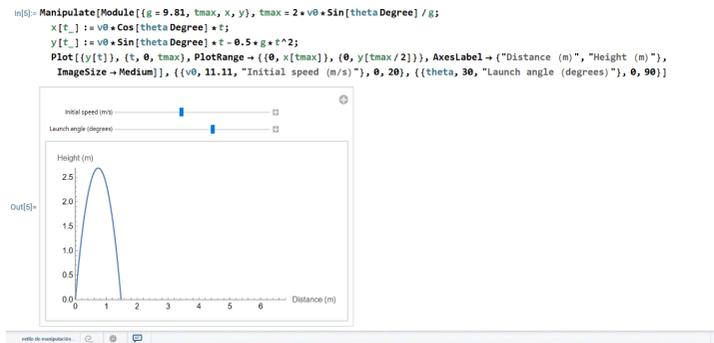
Aquí tienes el código en Wolfram Language para generar una interfaz dinámica que muestra la trayectoria del objeto lanzado:

```
wolfram
Manipulate[
Module[
{g = 9.81, tmax, x, y},
tmax = 2 * v0 * Sin[theta Degree] / g;
x[t_] := v0 * Cos[theta Degree] * t;
y[t_] := v0 * Sin[theta Degree] * t - 0.5 * g * t^2;
Plot[
{y[t]}, {t, 0, tmax},
PlotRange -> {{0, x[tmax]}, {0, y[tmax/2]}},
AxesLabel -> {"Distance (m)", "Height (m)"},
ImageSize -> Medium
]
],
{{v0, 11.11, "Initial speed (m/s)"}, 0, 20},
{{theta, 30, "Launch angle (degrees)"}, 0, 90}
]
```

Este código crea una interfaz dinámica donde puedes ajustar la velocidad inicial (v_0) y el ángulo de lanzamiento (θ) para ver cómo afectan a la trayectoria del objeto lanzado.

¡Excelente! Ahora que tenemos el código generado por Wolfram Language y ChatGPT, podemos llevarlo al entorno de Wolfram Language en un notebook para ejecutarlo y disfrutar de la interfaz interactiva.

Al copiar y pegar el código en el notebook de Wolfram Language, veremos cómo cobra vida la interfaz que nos permitirá introducir los valores de velocidad inicial y ángulo de disparo. Podremos interactuar con la interfaz y observar en tiempo real cómo cambian los resultados.



¡Nos ha creado una interfaz interactiva!

¡Sin necesidad de escribir una sola línea de código!

Podemos variar la velocidad y el ángulo del tiro, además que ha generado las constantes necesarias, como el valor de la aceleración de la gravedad, las etiquetas para las variables en la gráfica y además ha puesto valores para los parámetros.

¡Esto es sorprendente! podemos crear interfaces como si tuviéramos una lámpara de Aladino y únicamente tendríamos que pedir específicamente el deseo (en este caso explicar que es lo que queremos que haga la interfaz), veamos los dos siguientes ejemplos.

Creación de interfaces interactivas de Wolfram Language. Crear interfaces dinámicas puede ser un proceso complicado para muchos usuarios, incluidos profesionales, estudiantes e incluso profesores. Pero gracias a ChatGPT, podemos simplificar enormemente esta tarea. Simplemente describimos detalladamente lo que queremos lograr con la interfaz, y la respuesta será el código necesario para crearla. Luego, copiamos y pegamos el código en Mathematica o Wolfram Cloud, y la magia sucede.

Supongamos que eres instructor de matemáticas y deseas explicar el papel de la pendiente y la ordenada al origen en una función lineal, una interfaz dinámica sería de gran ayuda. Podrías visualizar cómo la variación de estos parámetros afecta la representación gráfica de la función, lo cual es especialmente útil para que los estudiantes comprendan mejor el concepto.

Sin embargo, si tienes poca o ninguna experiencia utilizando Wolfram Language, puedes recurrir a ChatGPT para solicitar el código necesario para crear dicha interfaz. Al describir con precisión lo que deseas lograr, ChatGPT te proporcionará el código y podrás crear la interfaz fácilmente. Es una forma eficaz y accesible para aprovechar al máximo las potentes capacidades de Wolfram Language sin ser un experto en programación.

Así que, adelante, hagamos la consulta a ChatGPT sobre la interfaz dinámica para la función lineal y aprovechemos esta valiosa herramienta para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas. ¡Una vez más, la magia de la inteligencia artificial y Wolfram Language en acción!

 dame un código en Wolfram Language que me genere una interfaz interactiva de una ecuación lineal donde pueda variar la pendiente y la ordenada al origen. coloca el punto de intersección con el eje y de color rojo.

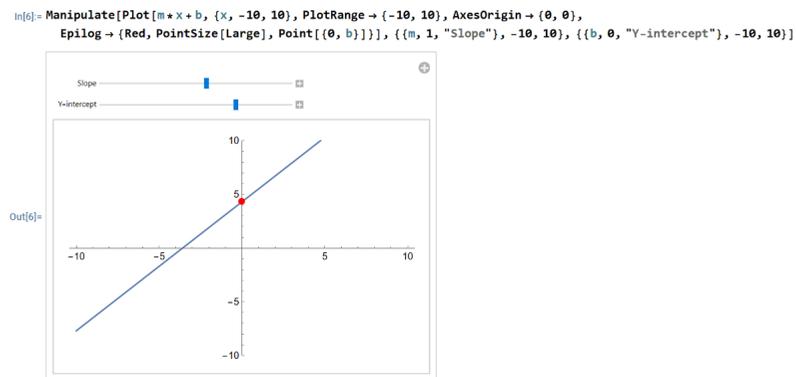
Used Wolfram

Aquí tienes el código en Wolfram Language para generar una interfaz interactiva que muestra una ecuación lineal con una pendiente y una ordenada al origen que puedes ajustar:

```
wolfram
Manipulate[
  Plot[m*x + b, {x, -10, 10},
    PlotRange -> {-10, 10},
    AxesOrigin -> {0, 0},
    Epilog -> {Red, PointSize[Large], Point[{0, b}]}],
  {{m, 1, "Slope"}, -10, 10},
  {{b, 0, "Y-intercept"}, -10, 10}
]
```

Este código crea una interfaz dinámica donde puedes ajustar la pendiente (m) y la ordenada al origen (b) de la ecuación lineal. El punto de intersección con el eje y se muestra en rojo.

Copiamos el código y lo llevamos a Wolfram Language en un notebook:



Es realmente asombroso lo que podemos lograr con la combinación de Wolfram Language y ChatGPT. Con solo una descripción detallada de lo que deseamos, podemos obtener una interfaz interactiva completa en tan solo unos segundos, sin la necesidad de tener conocimientos avanzados de programación. Es como si tuviéramos a nuestra disposición un equipo de expertos en Wolfram Language listos para ayudarnos a plasmar nuestras ideas.

En este caso, la interfaz dinámica que nos muestra la relación entre la pendiente y la intersección con el eje y en una función lineal es simplemente asombrosa. Los controles para variar estos parámetros y el punto rojo que indica la intersección con el eje y son detalles que enriquecen la experiencia de aprendizaje y comprensión de conceptos matemáticos.

Es cierto, las posibilidades son infinitas. Con la combinación de Wolfram Language y ChatGPT, nuestro límite es la imaginación. Podemos crear una amplia variedad de herramientas interactivas y visualizaciones, abordar problemas complejos en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, y potenciar nuestra creatividad en cualquier campo que nos proponamos.

¡Sigamos explorando! Nuestro potencial es ilimitado.

Ahora, para visualizar la recta tangente a la derivada de la función seno, que es el coseno, podemos utilizar Wolfram Language para generar un gráfico interactivo. De esta manera, podremos observar cómo la recta tangente cambia en diferentes puntos de la función seno.



dame un código en Wolfram Language que me genere una interfaz interactiva de una recta tangente a la función $\sin(x)$ donde el punto de tangencia pueda variar de 0 a 2π coloca el punto de tangencia de color azul.

Used Wolfram

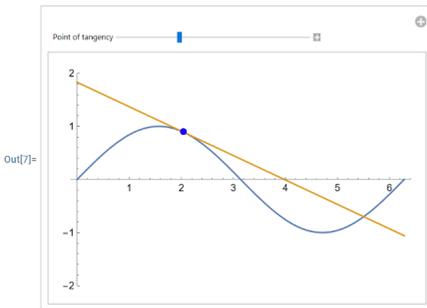
Aquí tienes el código en Wolfram Language para generar una interfaz interactiva que muestra una recta tangente a la función $\sin(x)$, donde puedes ajustar el punto de tangencia:

```
wolfram
Manipulate[
  Plot[
    {Sin[x], Cos[a]*(x - a) + Sin[a]},
    {x, 0, 2*Pi},
    PlotRange -> {-2, 2},
    Epilog -> {Blue, PointSize[Large], Point[{a, Sin[a]}}]
  ],
  {{a, Pi, "Point of tangency"}, 0, 2*Pi}
]
```

Este código crea una interfaz dinámica donde puedes ajustar el punto de tangencia (a) de la recta tangente a la función $\sin(x)$. El punto de tangencia se muestra en azul.

Copiamos y pegamos en Wolfram Language y nuevamente se hace la magia. Aquí el resultado:

```
In[7]:= Manipulate[Plot[{Sin[x], Cos[a]*(x - a) + Sin[a]}, {x, 0, 2*Pi}, PlotRange -> {-2, 2},
  Epilog -> {Blue, PointSize[Large], Point[{a, Sin[a]}}], {{a, Pi, "Point of tangency"}, 0, 2*Pi}]
```



Exactamente, has captado el punto clave de la aplicación de la derivada en acción. La pendiente de la recta tangente a una función en un punto específico es igual a la derivada de la función en ese mismo punto.

Esta propiedad es fundamental y poderosa, ya que nos permite entender cómo cambia una función en cada punto y cómo podemos aproximarnos a su comportamiento local. La derivada nos brinda información sobre la tasa de cambio de la función en cada punto, lo que es esencial para el análisis y la comprensión de fenómenos en diversas áreas, como física, economía, ciencia de datos y más.

Ensayos con datos de WolframAlpha. Wolfram Alpha no es bueno para escribir ensayos, pero ChatGPT, si lo es. Entonces podemos solicitarle a ChatGPT que use datos de Wolfram Alpha y genere un ensayo. Trabajemos con los datos de dos empresas conocidas.

Hagamos esta consulta en Wolfram Alpha y veamos los datos en crudo:

WolframAlpha PRO FOR EDUCATORS

coca cola vs pepsi cola

LENGUAJE NATURAL ENTRADA MATEMÁTICA

POPULAR

Se asume que "coca cola" es a food | Alternativa: una entidad financiera
 Se asume Pepsi | Alternativas: Pepsi throwback o [más](#) ▾
 Se asume que cualquier tipo de Pepsi | Alternativas: Pepsi, generic O Pepsi, without caffeine

Se asume que "coca cola" es a food | Alternativa: una entidad financiera
 Se asume Pepsi | Alternativas: Pepsi throwback o más
 Se asume que cualquier tipo de Pepsi | Alternativas: Pepsi, generico o Pepsi, without caffeine

Interpretación de la entrada

Coca-Cola amount 12 fl oz (onzas liquidas)
 Pepsi amount 8 fl oz (onzas liquidas)

Individual nutrition facts Total nutrition facts

Coca-Cola

serving size 12 fl oz (370 g)	
total calories 140	
% daily value*	
total fat 0 g	0%
saturated fat	
trans fat	
cholesterol	
sodium 45 mg	2%
total carbohydrates 39 g	13%
dietary fiber	
sugar 39 g	
protein 0 g	0%

*percent daily values are based on a 2000 calorie diet

Pepsi

Obviamente esto no tiene nada de parecido a un ensayo, solo son datos. Pero, no todos estos datos los tiene ChatGPT.

Entonces sumemos las potencias de estas dos tecnologías y hagamos un ensayo en ChatGPT con los datos de WolframAlpha:

escribe un ensayo comparando coca cola y pepsi cola usando datos de Wolfram

Used Wolfram

Used Wolfram

Ensayo: Comparación entre Coca-Cola y Pepsi-Cola

Coca-Cola y Pepsi-Cola son dos de las marcas de refrescos más reconocidas y consumidas en todo el mundo. Ambas han sido rivales durante más de un siglo, compitiendo por la cuota de mercado en la industria de las bebidas. Aunque ambas son colas de color oscuro y tienen sabores similares, hay diferencias sutiles en su perfil de sabor y en su contenido nutricional. Además, las empresas detrás de estas marcas, The Coca-Cola Company y PepsiCo, tienen diferencias significativas en términos de su rendimiento financiero y operaciones comerciales.

Información de la empresa

The Coca-Cola Company, con sede en Atlanta, Georgia, tiene un valor de mercado de \$263 mil millones, con ingresos anuales de \$43.49 mil millones. La empresa tiene aproximadamente 79,000 empleados y un rendimiento de 5 años del +57.17%.

Por otro lado, PepsiCo, con sede en Purchase, Nueva York, tiene un valor de mercado ligeramente menor de \$255.8 mil millones, pero reporta ingresos anuales significativamente más altos de \$88.04 mil millones. PepsiCo tiene una fuerza laboral mucho más grande con 309,000 empleados y un rendimiento de 5 años del +86.37%.

Nutrición

En términos de contenido nutricional, ambas bebidas son bastante similares. Sin embargo, hay algunas diferencias notables.

Una lata de 12 onzas de Coca-Cola contiene 140 calorías, 39 gramos de carbohidratos (todos provenientes de azúcares), 45 miligramos de sodio y no tiene grasa ni proteínas.

Por otro lado, una porción de 8 onzas de Pepsi-Cola contiene 100 calorías, 28 gramos de carbohidratos (todos provenientes de azúcares), 22 miligramos de sodio y tampoco tiene grasa ni proteínas.

Sabor

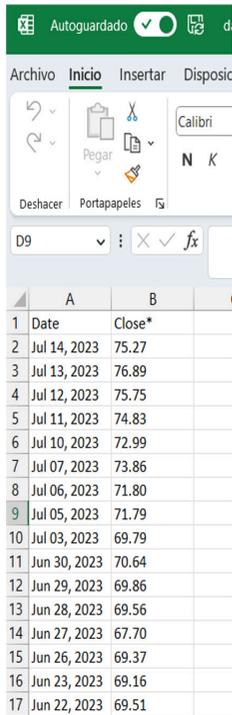
En cuanto al sabor, aunque ambas son bebidas de cola, hay una diferencia notable en su perfil de sabor. Coca-Cola tiende a tener un sabor más "redondo" y vainillado, mientras que Pepsi tiene un sabor más dulce y se dice que tiene notas de cítricos.

Conclusión

En resumen, aunque Coca-Cola y Pepsi-Cola son similares en muchos aspectos, hay diferencias sutiles tanto en su contenido nutricional como en su sabor. A nivel corporativo, PepsiCo tiene una mayor diversificación de productos y una fuerza laboral más grande, mientras que The Coca-Cola Company tiene un valor de mercado ligeramente mayor. La elección entre una y otra a menudo se reduce a una cuestión de preferencia personal. Sin embargo, es importante recordar que ambas son bebidas azucaradas y su consumo debe ser moderado como parte de una dieta equilibrada.

Este ensayo no lo puede generar WolframAlpha. Por otro lado, ChatGPT puede generar el ensayo, pero sin datos de WolframAlpha. Al mezclar las dos tecnologías ChatGPT usa datos de WolframAlpha y enriquece el ensayo. Lo más genial es que son datos reales, actualizados y curados por expertos de Wolfram.

Análisis, visualización, ajuste y pronóstico de datos. Como asistente virtual, ChatGPT es muy bueno, nos puede dar recomendaciones, planes, ensayos entre muchas otras cosas más. Ahora demos al asistente las capacidades de Wolfram Language y usemos este asistente para analizar datos, crear gráficas y visualizar funciones matemáticas y estadísticas. Aquí están algunos datos en Excel, los copiamos para usarlos en ChatGPT:



	A	B
1	Date	Close*
2	Jul 14, 2023	75.27
3	Jul 13, 2023	76.89
4	Jul 12, 2023	75.75
5	Jul 11, 2023	74.83
6	Jul 10, 2023	72.99
7	Jul 07, 2023	73.86
8	Jul 06, 2023	71.80
9	Jul 05, 2023	71.79
10	Jul 03, 2023	69.79
11	Jun 30, 2023	70.64
12	Jun 29, 2023	69.86
13	Jun 28, 2023	69.56
14	Jun 27, 2023	67.70
15	Jun 26, 2023	69.37
16	Jun 23, 2023	69.16
17	Jun 22, 2023	69.51

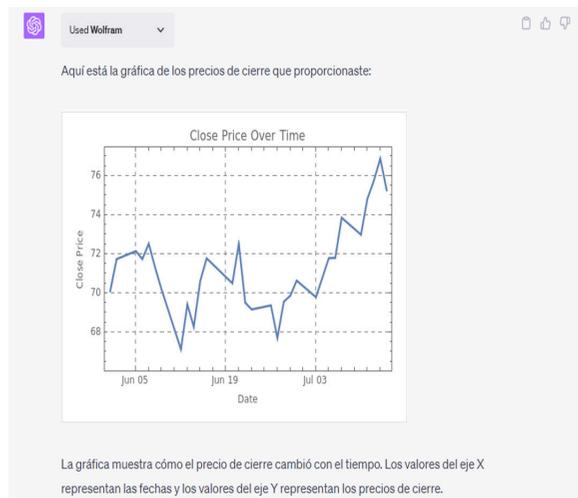
Ya en la ventana de ChatGPT escribimos la consulta “dame una gráfica de los siguientes datos:” y pegamos los datos:



genera una gráfica de los siguientes datos: Date Close*

Jul 14, 2023 75.27
 Jul 13, 2023 76.89
 Jul 12, 2023 75.75
 Jul 11, 2023 74.83
 Jul 10, 2023 72.99
 Jul 07, 2023 73.86
 Jul 06, 2023 71.80
 Jul 05, 2023 71.79
 Jul 03, 2023 69.79
 Jun 30, 2023 70.64
 Jun 29, 2023 69.86
 Jun 28, 2023 69.56
 Jun 27, 2023 67.70
 Jun 26, 2023 69.37
 Jun 23, 2023 69.16

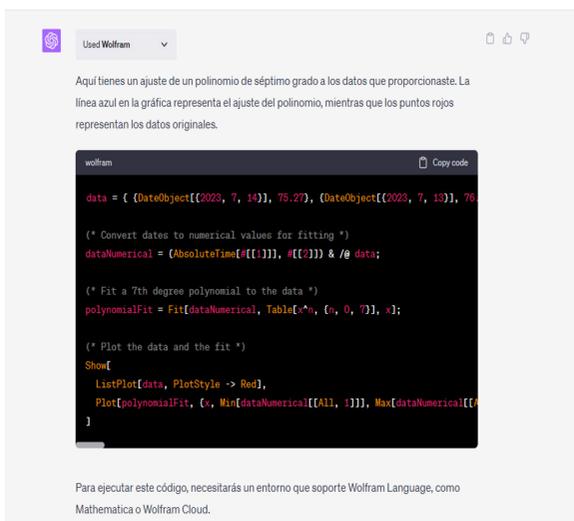
El resultado es:



Ahora ajustemos una curva de un polinomio de séptimo grado:



dame un ajuste de un polinomio de séptimo grado ajustado a estos datos



Aquí tienes un ajuste de un polinomio de séptimo grado a los datos que proporcionaste. La línea azul en la gráfica representa el ajuste del polinomio, mientras que los puntos rojos representan los datos originales.

```
wolfram
data = { (DateObject[{2023, 7, 14}], 75.27), (DateObject[{2023, 7, 13}], 76.89), (DateObject[{2023, 7, 12}], 75.75), (DateObject[{2023, 7, 11}], 74.83), (DateObject[{2023, 7, 10}], 72.99), (DateObject[{2023, 7, 7}], 73.86), (DateObject[{2023, 7, 6}], 71.80), (DateObject[{2023, 7, 5}], 71.79), (DateObject[{2023, 7, 3}], 69.79), (DateObject[{2023, 6, 30}], 70.64), (DateObject[{2023, 6, 29}], 69.86), (DateObject[{2023, 6, 28}], 69.56), (DateObject[{2023, 6, 27}], 67.70), (DateObject[{2023, 6, 26}], 69.37), (DateObject[{2023, 6, 23}], 69.16), (DateObject[{2023, 6, 22}], 69.51) };

(* Convert dates to numerical values for fitting *)
dataNumerical = {AbsoluteTime[{#1, #2}], #3} & /@ data;

(* Fit a 7th degree polynomial to the data *)
polynomialFit = Fit[dataNumerical, Table[#, {n, 0, 7}], #];

(* Plot the data and the fit *)
Show[
  ListPlot[data, PlotStyle -> Red],
  Plot[polynomialFit, {#, Min[dataNumerical][[All, 1]], Max[dataNumerical][[All, 1]]}]]
```

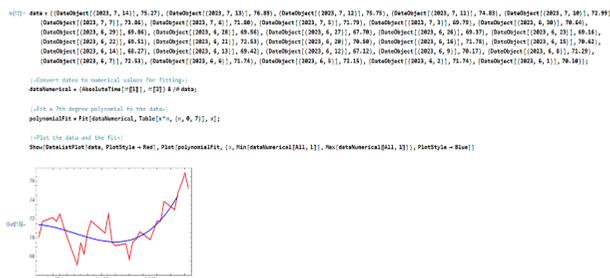
Para ejecutar este código, necesitarás un entorno que soporte Wolfram Language, como Mathematica o Wolfram Cloud.

Vemos que la respuesta contiene código para ejecutar en Mathematica o Wolfram Cloud.

Los pasos internos (realizados por ChatGPT y Wolfram) para realizar esta tarea, como se observa, son los siguientes:

1. guarda en “data” los datos proporcionados,
2. convierte las fechas a tiempo absoluto y los guarda en “dataNumerical”,
3. usa estos datos numéricos en la función de ajuste,
4. crea dos gráficas: con la función ListPlot la gráfica de los datos y con la función Plot la función polinomial y
5. muestra las dos gráficas en una sola con la función Show.

Pegamos el código en Mathematica y cambiamos la función ListPlot por DateListPlot, ya que esta última es la que se usa para graficar fechas. El resultado es una gráfica con el ajuste de séptimo grado.



Aprovechamos que tenemos la ecuación del ajuste y podemos hacer el pronóstico para la siguiente fecha, hagamos la siguiente petición:

 basada en esta ecuación, cual es el precio de cierre del 15 de julio de 2023

 Used Wolfram 🏠 📄 🗑️

Basándonos en la ecuación del polinomio de séptimo grado ajustado a los datos, el precio de cierre estimado para el 15 de julio de 2023 sería aproximadamente 77.51.

Así, que basados en este pronóstico el precio de cierre será de 77.51.

En este análisis y visualización de datos, no hemos necesitado escribir ningún código complejo. Simplemente, hemos realizado las solicitudes a ChatGPT para que realice la visualización, el ajuste y el pronóstico. Es crucial tener en cuenta que estamos manteniendo una conversación con ChatGPT, lo que nos permite trabajar con un asistente que recuerda lo que ha hecho en pasos anteriores y utiliza esos resultados y procesos para nuevas tareas. Esto nos ahorra el esfuerzo de definir variables y procesos repetidamente.

Recursos de aprendizaje

Wolfram U (<https://www.wolfram.com/wolfram-u>) brinda cursos interactivos abiertos y gratuitos, eventos de aprendizaje y diversos recursos educativos para el desarrollo profesional y técnico. Wolfram proporciona material diseñado para enriquecer la experiencia en el uso de este plugin. En el enlace mencionado, se encuentran video tutoriales explicativos que abordan la funcionalidad y las posibilidades del plugin. También se ofrecen sesiones de estudio en grupo como parte de eventos periódicos organizados por Wolfram.

The Wolfram Plugin for ChatGPT (Study Group Sessions):

<https://www.wolfram.com/wolfram-u/courses/language-integrations/plugin-for-chat-gpt-wsg39/>

Adicionalmente se encuentran los siguientes temas en la comunidad de Wolfram:

100 Math Problems: ChatGPT with Wolfram Plugin versus the Code Inspector Model:

<https://community.wolfram.com/groups/-/m/t/2931334>

100+ ChatGPT-generated Wolfram Language codes:

<https://community.wolfram.com/groups/-/m/t/2897251>

Resumen

Exactamente, has captado la esencia de las posibilidades que se abren al combinar Wolfram Language con ChatGPT. Los ejemplos mostrados nos brindan un amplio panorama de las aplicaciones en diversos campos, desde cultura y geografía hasta STEM, química y análisis de datos. La versatilidad y flexibilidad de estas tecnologías permiten abordar una amplia gama de temas y resolver problemas complejos en diversas áreas del conocimiento.

Este avance en la inteligencia artificial y en el acceso a herramientas poderosas como Wolfram Language abre un mundo de oportunidades para todos, independientemente de su nivel de conocimientos técnicos. La era de la creatividad y la innovación está más accesible que nunca, y estamos presenciando una verdadera revolución en la forma en que creamos y comprendemos el conocimiento.

Ya sea en la educación, la investigación, el desarrollo de aplicaciones, el análisis de datos, la resolución de problemas complejos o cualquier otro ámbito, estas tecnologías nos permiten explorar y expandir nuestros horizontes. La inteligencia artificial y el procesamiento de lenguaje natural están transformando la forma en que interactuamos con la tecnología y cómo accedemos a la información.

Así que, no esperes más, ¡comienza a utilizar el plugin de Wolfram para ChatGPT y descubre todo lo que esta potente herramienta puede hacer por ti! Explora, aprende y saca el máximo provecho de esta emocionante combinación de tecnologías para potenciar tus habilidades y lograr resultados sorprendentes. El futuro es ahora, y estamos viviendo un momento emocionante en la era de la inteligencia artificial y el procesamiento de lenguaje natural. ¡Aprovechemos esta oportunidad para crear y aprender de manera más inteligente y eficiente!

Wolfram Alpha explica ahora problemas matemáticos paso a paso en español: Inteligencia computacional para enfrentar la creciente crisis

Wolfram|Alpha es el único motor de conocimiento computacional del mundo. Sus capacidades profesionales ayudan a estudiantes, docentes y familias a revisar problemas de clase y aprender con explicaciones detalladas y guiadas, en todas las áreas y niveles de las matemáticas: desde la factorización de polinomios o resolución de integrales, hasta equilibrar ecuaciones y realizar la representación gráfica de funciones, entre muchos otros temas.

La pandemia de la Covid-19 ha significado un gran reto educativo, el cual ha agudizado la crisis del aprendizaje de las matemáticas particularmente, pues los y las estudiantes podrían haber experimentado una reducción sensible de sus avances de aprendizaje, entre un 50% y 70% menor, al nivel necesario para emprender su siguiente año de estudios. Más de 1,000 millones de estudiantes se vieron obligados a dejar sus salones de clase, sin contar en muchos casos, con plataformas tecnológicas y educativas adecuadas. La UNESCO, la UNICEF y el Banco Mundial en su informe Dos años después: Salvando a una generación, estiman que la generación actual de estudiantes corre el riesgo de dejar de percibir, en valor presente, \$17 mil millones dólares en ingresos a lo largo de sus vidas, el equivalente al 12% del PIB global, esto debido a cierres y choques económicos relacionados con la COVID-19.

El lanzamiento de Wolfram|Alpha en español, con soluciones paso a paso a problemas matemáticos, es una clara expresión del compromiso de Wolfram Research para brindar apoyo en esta área de formación crucial para la vida y el campo profesional.

Realizar operaciones, ya sea con el teclado extendido o mediante palabras propias, con notación matemática o calculadoras en línea para estudiar derivadas e integrales, Wolfram|Alpha en español es una plataforma indispensable en comunidades educativas para recuperar los aprendizajes perdidos, y avanzar con éxito hacia el estudio de las matemáticas, pues facilita:

- Generar respuestas directas a preguntas en tiempo real y explorar temas relacionados.
- Aumentar la comprensión y habilidades de las y los estudiantes para resolver problemas, con la ayuda de explicaciones paso a paso, guiadas y detalladas, en todas las áreas y en todos los niveles educativos de las matemáticas.

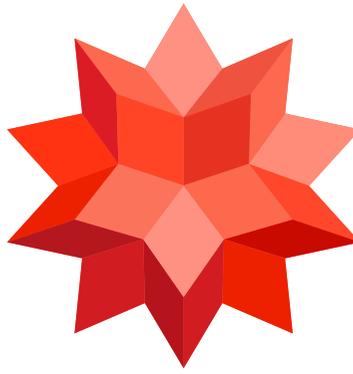
- Ayudar a enfocar el valioso tiempo de los y las docentes en temas de alto nivel, ahondar en soluciones y avanzar en grupo en los programas de clase.
- Acceder desde cualquier dispositivo con mínima conectividad a Internet sin necesidad de instalación

Mediante el lanzamiento de Wolfram|Alpha, con soluciones matemáticas paso a paso en español, Wolfram busca también contribuir al establecimiento de nuevos nodos de desarrollo intelectual y tecnológico, en el marco de la red internacional de desarrollo del conocimiento. El talento se encuentra en todas partes del mundo, y por muchos años, indagar el universo computacional le ha permitido a Wolfram llevar a cabo muchos y sofisticados proyectos, a menudo, trabajando remotamente desde muy distintas geografías.

Para conocer más pongase en contacto con:

Joel Cervantes
Asesor Comercial LATAM
jcervantes@multion.com
MultiON Consulting, S.A. de C.V
Cómputo Científico y Técnico: software y hardware especializado
Tel: +52 (55) 5559-4050 Ext. 119
WhatsApp: +52 (55) 3465 5373





WolframAlpha inteligencia computacional.

Para estudiar en la escuela, desde el hogar y en cualquier lugar.

Ahora con matemáticas explicadas en español.

WolframAlpha | PRO PREMIUM

límite de $\frac{(x-3)}{(x^2-2x-3)}$ cuando x se aproxima a 3

LENGUAJE NATURAL ENTRADA MATEMÁTICA

Lenguaje natural o entrada matemática

Use sus propias palabras o la notación matemática usada en libros de texto para ingresar su entrada.

Límite Solución paso a paso

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x-3}{x^2-2x-3} = \frac{1}{4}$$

Solución paso a paso de Wolfram|Alpha

Límite:

PASO 1

Encuentra el siguiente límite:

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x-3}{x^2-2x-3}$$

Funciones profesionales

Con Wolfram|Alpha Pro, los estudiantes aumentan su comprensión y mejoran sus habilidades para resolver problemas mediante soluciones guiadas paso a paso.

Resultados visuales

Wolfram|Alpha Pro utiliza conocimiento incorporado y potencia computacional para averiguar la respuesta y crear un informe sobre su tema.

Gráfico

(x de -0.1 a 6.1)

Expansión en serie en x=3

$$\frac{1}{4} - \frac{x-3}{16} + \frac{1}{64}(x-3)^2 - \frac{1}{256}(x-3)^3 + \frac{(x-3)^4}{1024} - \frac{(x-3)^5}{4096} + O((x-3)^6)$$

(serie de Taylor)

Potenciado por WOLFRAM LANGUAGE