

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO TRIPULADO DE PROPULSIÓN HUMANA

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A HUMAN-POWERED MANNED VEHICLE

Chilo Y., Rejas F., Yucra F., Aparicio D., Flores I., Quispe M., Alvis A., Quisbert F., Infante L., Werli M., Gutiérrez M., Campos Ángulo A., Bejarano A., Escobar S., Romero J., Vargas N., Campos Barros A. Sempertegui Quispe M., Loayza N., Nogales Guerra A. N.

RESUMEN

La NASA HUMAN EXPLORATION ROVER CHALLENGE es una competencia organizada anualmente por el U.S. Space & Rocket Center y tiene como objetivo desarrollar vehículos tripulados que puedan atravesar un circuito de media milla con 12 terrenos distintos que simulan las condiciones lunares y marcianas, además de resolver 5 tareas. La convocatoria para esta competencia es lanzada todos los años a finales del mes de julio donde los equipos internacionales interesados en participar pueden enviar su postulación, la NASA se reserva el derecho de seleccionar a máximo 4 equipos por país, que viajan en el mes de abril a Huntsville Alabama a demostrar sus vehículos. En el año 2021 el equipo "Tu Ciencia Joven" logró clasificar a la competencia que se debió ser realizada de manera presencial en el mes abril de 2022 en Huntsville/ Alabama, pero por la situación sanitaria fue desarrollada de manera virtual, donde el equipo logró obtener dos premios: 3er lugar en la clasificación general (entre 96 equipos internacionales) y Premio al mejor desarrollo de herramientas en diseño 3D. Dentro del equipo "Tu Ciencia Joven" se encontraban estudiantes de la Escuela Militar de Ingeniería. Los cuales desarrollaron labores de construcción mecánica del vehículo y el diseño de las herramientas 3D necesarias para completar las tareas solicitadas por la competencia.

ABSTRACT

The NASA HUMAN EXPLORATION ROVER CHALLENGE is a competition organized annually by the U.S. Space & Rocket Center and aims to develop manned vehicles that can traverse a half-mile circuit with 12 different terrains that simulate lunar and Martian conditions, in addition to solving 5 tasks. The call for this competition is launched every year at the end of July where international teams interested in participating can send their application, NASA reserves the right to select a maximum of 4 teams per country, which travel in the month of April to Huntsville Alabama to show off their vehicles. In the year 2021, the "Your Young Science" team managed to classify to the competition that should have been held in person in April 2022 in Huntsville/Alabama, but due to the health situation it was developed virtually, where the team managed to obtain two prizes: 3rd place in the general classification (among 96 international teams) and Prize for the best tool development in 3D design. Within the team "Your Young Science" were students from the Military School of Engineering. Which developed tasks of the mechanical construction of the vehicle and the design of the 3D tools necessary to complete the tasks requested by the competition.

PALABRAS CLAVE

Vehículo Tripulado. diseño 3D

KEYWORDS

Rover. Manned Vehicle. 3D design

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de Human Exploration Rover Challenge, HERC es que equipos de estudiantes diseñen, desarrollen, construyan y prueben vehículos de propulsión humana, capaces de atravesar terrenos difíciles y que cuenten con herramientas de trabajo para completar diversas tareas de misión.

Los equipos ganan puntos al completar con éxito las revisiones de diseño, ensamblando y construyendo vehículos tripulados que cumplan con todos los criterios del desafío y que puedan completar con éxito las tareas de misión de los obstáculos del circuito. El equipo con el mayor número de puntos acumulados a lo largo del año del proyecto en cada categoría será el ganador.

El vehículo debe ser diseñado para poder atravesar un recorrido de aproximadamente 800 m (½ milla) que incluye un campo simulado de restos de asteroides, cantos rodados, surcos de erosión, grietas y un antiguo cauce. Los requisitos de peso y tiempo del desafío fomentan características de compactidad, peso ligero, alto rendimiento y eficiencia del vehículo tripulado.

Como parte de la competición, el vehículo debe ser conducido por dos personas, una mujer y un hombre. Las propuestas de vehículos tripulados se someten a pruebas para garantizar que caben en un área de almacenamiento del módulo de aterrizaje, de un máximo de 1,5 m de largo por 1,5 m de alto y 1,5 m de volumen. Al igual que en la misión de superficie del Apolo 14, los equipos deben tomar decisiones en tiempo real sobre los objetivos de la misión que se van a intentar y los que se van a dejar atrás, todo ello impulsado por un suministro limitado y virtual de ocho minutos de oxígeno. Al igual que en la misión Apolo 15, los equipos que compiten deben estar preparados para atravesar terrenos abruptos en el transcurso de tres días de competición en un vehículo itinerante, mientras recogen cuidadosamente el material del terreno y realizan experimentos científicos que son cruciales para la misión.

En el mes de octubre de 2021 el voluntariado científico “Tu Ciencia Joven” fue seleccionado como uno de los equipos que representarían a Bolivia en la competencia.

El equipo de “Tu Ciencia Joven” estaba conformado por estudiantes universitarios de los departamentos de Santa Cruz, La Paz y Tarija.

Se estableció un convenio entre Tu Ciencia Joven y la Escuela Militar de Ingeniería, por la cual se abrió una convocatoria para que más estudiantes de la Escuela Militar de Ingeniería pudieran ser parte del equipo.

La versión 2022 de la competencia se desarrolló de manera virtual por disposiciones de la organización, debido a la aun existente emergencia sanitaria por el Covid-19.

Para ello se desarrolló un video del vehículo tripulado en funcionamiento en un circuito que simulaba las características indicadas por la organización.

DESARROLLO

Para el desarrollo del vehículo se toman en cuenta las regulaciones determinadas por el Manual HERC 2022.

Para determinar el diseño del vehículo se siguieron ciertos lineamientos aclarados en la convocatoria del evento.

Ser capaz de atravesar elevaciones de hasta 1,5 metros y 30° de desnivel.

Tener un radio de giro 1,5 metros o menos.

Debe entrar en un cubo de 1,5 x 1,5 x 1,5 m.

La altura mínima del piso al vehículo debe ser de 30,5 cm (12 in).

Se realizó el diseño del chasis en modelado 3D buscando el rendimiento óptimo de la estructura, se realizaron simulaciones de esfuerzo y resistencia de materiales.

En el chasis se utilizaron tubos de perfiles circulares y cuadrados de acero dulce, unidos por elementos mecánicos y soldadura; también se utilizaron placas de acero dulce para uniones con los sistemas de transmisión y suspensión.



Figura 1. Diseño en computador del chasis

El diseño del chasis fue modular para tener facilidad de agregar al resto de las partes requeridas.

Se realizó el diseño completo del vehículo para determinar cómo debían quedar las piezas ensambladas.

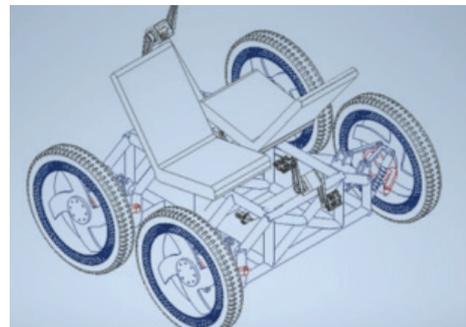


Figura 2. Diseño completo del vehículo

El sistema de transmisión continua se genera en los pedales, pasa al tubo de transmisión que conecta a los engranajes transmitiendo el movimiento a las ruedas.

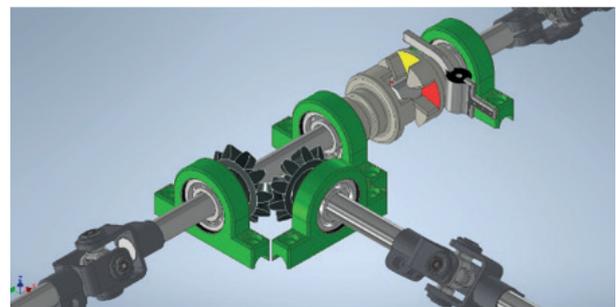


Figura 3. Sistema de transmisión por relación de engranajes del eje a las llantas.

Se decidió usar la transmisión de desplazamiento por engranajes ya que se evita usar el sistema de transmisión común por cadena o poleas de otros vehículos tripulados.

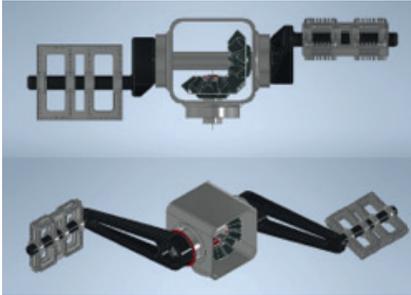


Figura 4. Sistema de transmisión por relación de engranajes del pedal al eje

El uso de un tren de engranajes tiene la eficiencia para poder transferir desplazamiento que aguante altas velocidades, fuerzas y torsiones. El sistema está diseñado de tal forma que busca minimizar las probables fallas durante la fase de pruebas. Con el diseño de una caja de cambios sencilla, el vehículo tripulado tiene dos velocidades: una para mayor torque y otra para mayor rapidez, permitiendo facilidad de maniobra para los conductores y mantener el control del vehículo tripulado a su máxima capacidad.

El sistema de suspensión cuenta con dos componentes esenciales: los brazos superior e inferior. Ellos absorben el impacto de las ruedas cuando el vehículo se desplaza por terrenos de superficies irregulares y permiten el movimiento vertical. El nudillo de dirección, contiene el mecanismo del eje para la transmisión a las ruedas, que permite el movimiento horizontal.



Figura 5. Montaje del sistema de tijerales al chasis



Figura 6. Montaje completo del vehículo

La fabricación de las ruedas se realiza de forma manual, con el uso de máquinas y materiales adquiridos en el mercado nacional. El diseño, por medio de mallas de alambre de acero trenzado, permite absorber y amortiguar las vibraciones generadas por el movimiento de revolución.



Figura 7. Construcción de las llantas

El diseño final en busca de la simplificación se decidió construir las llantas por medio de anillos de platino con radiales de acero dulce y engomados con neumáticos de auto reciclada.

La competencia consta de 5 tareas, recolección de muestras líquidas y sólidas, encendido de luces por medio de energía solar, fotografía tricromática y plantación de bandera en terreno rocoso que, para ello se debe construir herramientas que puedan solucionar estas tareas.



Figura 8. Herramienta para fotografía tricromatica

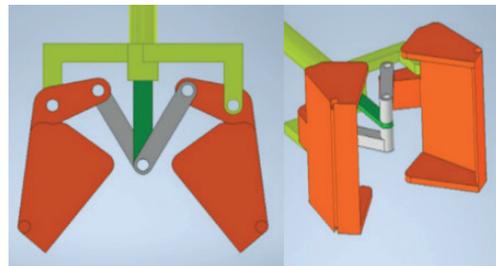


Figura 9. Herramienta de recolección de muestras sólidas y líquidas

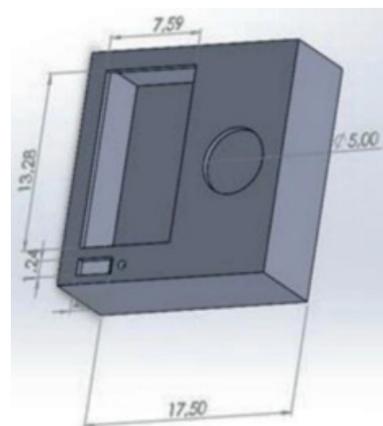


Figura 10. Módulo solar para el encendido de luces led con la implementación de brújula.

RESULTADO

La figura muestra el vehículo de propulsión humana terminado



Figura 11. Vehículo de propulsión humana terminado

Por cuestiones de la situación sanitaria la competencia se tuvo que desarrollar de manera virtual en la cual la organización envió indicaciones de como debían estar elaborados los obstáculos que debía atravesar el vehículo.



Figura 12. Vehículo de propulsión humana atravesando la prueba de obstáculo requerida



REFERENCIAS

NASA. (n.d.). Human Exploration Rover Challenge: About the Challenge. Retrieved July 25, 2022, from <https://www.nasa.gov/stem/roverchallenge/competition/index.html>

FUENTES, V. (2021, September 25). Michelin pone a rodar sus neumáticos sin aire a prueba de pinchazos y promete tenerlos en la calle en 2024. Motorpasión. Retrieved December 20, 2021, from <https://www.motorpasion.com/seguridad/michelin-pone-a-rodar-sus-neumaticos-aire-a-prueba-pinchazos-promete-tenerlos-calle-2024>

COLABORADORES DE WIKIPEDIA. (2021, December 3). Lunar Roving Vehicle. Wikipedia, la enciclopedia libre. Retrieved March 20, 2022, from https://es.wikipedia.org/wiki/Lunar_Roving_Vehicle

CARLOS SAMBRAN (s. f.). ANGULOS DE LAS RUEDAS - Definición - Significado. . Recuperado 7 de agosto de 2022, de <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/angulos-de-las-ruedas-definicion-significado/gmx-niv15-con202.htm#:~:text=%C3%81ngulo%20de%20inclinaci%C3%B3n%20o%20ca%C3%ADda,hacia%20abajo%20o%20hacia%20arriba>

MEDINA G., C. (2017, 24 agosto). SUSPENSIÓN PASIVA O ADAPTATIVA - Motor y Dominio. Motor y Dominio -. <https://www.motorydominio.com.mx/tips/suspension-pasiva-o-adaptativa#.YvBVtHbMJPY>

TESAURO DE ARTE & ARQUITECTURA. (s. f.-b). proceso tricromo.. Recuperado 7 de agosto de 2022, de <https://www.aatespanol.CL/TERMINOS/300053333>

BARRANTES, P. (2021, 12 mayo). ¿Pueden las luces LED alimentar los paneles solares? Guía 2022. FESILUZ. Recuperado 7 de agosto de 2022, de <https://fesiluz.com/pueden-las-luces-led-alimentar-los-paneles-solares>

CITA

