

Diseño y simulación de un Robot tipo Ackermann para la siembra eficiente de campos de cultivo de papa

D. Martinez Prinz, Facultad de Ingeniería Mecatrónica Universidad Ricardo Palma, Av. Alfredo Benavides 5440, Santiago de Surco 15039, diego.martinezp@urp.edu.pe

Resumen— A lo largo del año 2020, debido a las normas de distanciamiento social, se vio expuesta la necesidad de tecnología autónoma para realizar el trabajo de siembra de papa. El propósito de este paper de investigación es el diseño y simulación de un robot tipo Ackermann para el desarrollo de un proceso de siembra de papa, el diseño se realizó en el programa SolidWorks 2018 y la simulación en Matlab 2022. El problema de la investigación se define de la siguiente manera ¿De qué manera el diseño y simulación de un robot móvil tipo Ackerman hará más eficiente la siembra de campos de cultivo de papa? Con los resultados obtenidos con la simulación se observa un mejoramiento en la eficiencia de siembra de papa en conclusión, el nuevo proceso de siembra utilizando un robot móvil tipo Ackermann incrementa la eficiencia del proceso de siembra de papa.

Abstract-- Throughout the year 2020, due to social distancing regulations, the need for autonomous technology to carry out potato planting work was exposed. The purpose of this research thesis is the design and simulation of an Ackermann-type robot for the development of a potato planting process, the design was carried out in the SolidWorks 2018 program and the simulation in Matlab 2022. The research problem is defined as follows: How the design and simulation of an Ackerman-type mobile robot will make the planting of potato fields more efficient? With the results obtained with the simulation, an improvement in the efficiency of potato planting is observed in conclusion, the new planting process using an Ackermann-type mobile robot increases the efficiency of the potato planting process.

I. INTRODUCCIÓN

Durante la pandemia de Covid-19 se impusieron normas de distanciamiento social, esto afectó al proceso de siembra de papa, pues el método de siembra más común en el país es el artesanal en el cual se utilizan un gran número de personas trabajando en el campo sembrando papas, lo cual ya no era posible. Esto evidenció la necesidad de utilizar tecnologías autónomas para realizar el trabajo de siembra de papa. En esta investigación se propone el diseño y simulación de un robot tipo Ackermann para el desarrollo de un proceso de siembra de papa. Esto se realiza teniendo en consideración métodos para combatir plagas, el uso de los fertilizantes el proceso y pasos necesarios para la preparación de la tierra y el proceso de cosecha y postcosecha [1].

Dentro de las múltiples definiciones del término robot, encontramos la siguiente:

Un robot es una máquina diseñada para realizar trabajos productivos e imitar los movimientos y comportamientos de los seres vivos.

Estos pueden estar equipados con diferentes tipos de ruedas, patas, articulaciones entre otros. que permiten actuar en ellas y de esta forma controlar su movimiento, por esta razón podemos definirlos como una estructura mecánica con cierta capacidad de autonomía, cuenta con sensores para detectar su entorno y microcontroladores o microprocesadores para realizar alguna actividad.

Los robots se clasifican en dos grandes grupos los cuales son: Robots manipuladores o industriales y los Robots Móviles. Los manipuladores son ampliamente utilizados en los procesos productivos industriales para tareas donde se requieran de operaciones repetitivas o trabajo con grandes cargas

Los robots móviles pueden clasificarse en función al entorno en el que se desplazan, estos pueden ser terrestres, aéreos o acuáticos. De igual forma pueden clasificarse en función a su estructura de desplazamiento ya sea con patas, con ruedas, entre otros. La configuración Ackermann es la utilizada en los vehículos de cuatro ruedas convencionales. Las dos ruedas delanteras giran para controlar la orientación y las traseras se mantienen paralelas. Cuando se efectúa un giro, la rueda interior gira en un ángulo mayor que la exterior para evitar el deslizamiento. El mayor problema de la configuración Ackerman es su limitación de maniobrabilidad.

Para la realización de este proyecto se necesitará el uso de un algoritmo de planificación de ruta que permite evitar obstáculos pequeños dentro del área de trabajo de un agrobot con la finalidad de permitir que la maquinaria autónoma pueda realizar la tarea de manera exitosa y eficiente, con este algoritmo se busca resolver el problema de la cobertura incompleta y garantizar la seguridad de la maquinaria agrícola [2].

De igual forma el uso se aplicará el diseño de un controlador conmutado para implementar en forma eficiente y precisa el posicionamiento de un robot móvil Ackerman teniendo en cuenta la orientación final. para ello se propone un controlador híbrido, este evita obstáculos en el espacio de estados. -

* Revista Argentina de Trabajos Estudiantiles. Patrocinada por la IEEE.

+Además, se provee de herramientas suaves para probar la estabilidad global del sistema conmutado.[3].

Asimismo utilizar un método alternativo de navegación para poder hacer el control de vehículos autónomos para agricultura sin utilizar navegación GPS, esto es debido a que en algunas zonas montañosas o de campo de siembra, la señal GPS no llega de forma correcta por ello es crucial la aplicación de métodos de navegación alternativos [4] y un método de localización basado en LiDAR para caminos rurales utilizando mapas 2D simplificados que contienen los límites de las áreas transitables y no transitables, este mapa se puede modificar fácilmente [5].

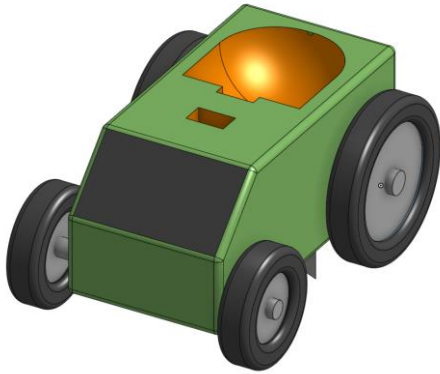


Fig. 1 Robot Ackermann para la siembra de papa (Robosipa)

El uso de un robot móvil tipo Ackermann hace más eficiente el proceso de siembra de papa al poder movilizarse de igual forma que un vehículo pilotado para la agricultura y al tener un control y monitoreo constante sobre el estado del mismo gracias a la comunicación inalámbrica y las herramientas de análisis.

II. MATERIALES Y METODOS

A. Diseño Mecánico y Mecatrónico

El robot tipo Ackerman Robosipa para la siembra de papa fue diseñado en el software OnShape, cuenta con un chasis de acero para soportar el ambiente de trabajo, el chasis cuenta con un área para almacenar las papas que serán sembradas y con un sistema para dispensar las papas mediante cucharas de elevación. Por la base cuenta con cuñas para abrir y cerrar el surco donde será sembrada la papa.

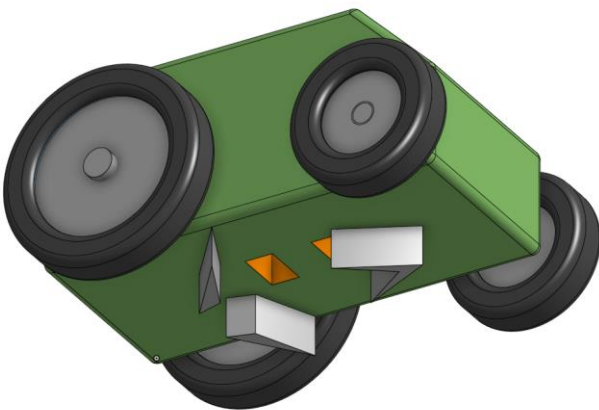


Fig 2. Cuñas de cierre y apertura de surcos

B. Modelo Cinemático

El modelo cinemático para un robot tipo Ackermann se basa en un sistema de dirección que controla la posición de las ruedas delanteras, que a su vez determina el grado de curvatura en la trayectoria del robot y un sistema de tracción en las ruedas traseras que le proporcionan al sistema la velocidad de traslación [6].

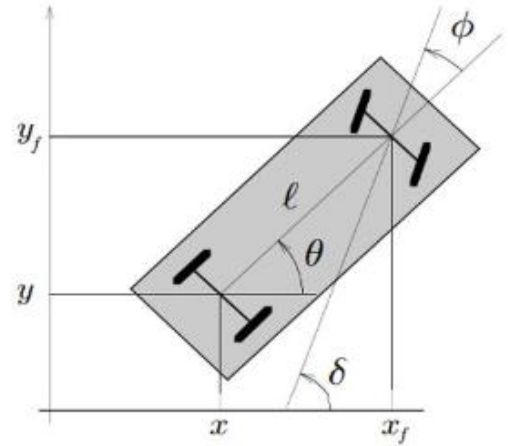


Fig 3. Modelo cinemático Ackermann [6].

$$\frac{dx}{dt} = v_1 \cos \theta \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dt} = v_1 \sen \theta \quad (2)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{v_1}{l} \tan \phi \quad (3)$$

$$\frac{d\phi}{dt} = v_2 \quad (4)$$

Las ecuaciones que rigen el modelo cinemático son (1) (2) (3) y (4), donde v_1 es la velocidad de traslación y v_2 es la velocidad de giro en la dirección [6].

C. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto permitirá mejorar el proceso de siembra de papa, al ser un vehículo autónomo este no es afectado por normas de distanciamiento social, asimismo la aplicación de diferentes tecnologías de posicionamiento le permiten que el robot pueda trabajar incluso en áreas alejadas.

El diseño del robot permitirá realizar la siembra de papa de forma precisa pues, gracias a contar con un dispensador de cucharas el cual es controlado por un motor eléctrico permite que las papas sean sembradas de la ubicación adecuada para que estas no luchen por los recursos circundantes al crecer.

REFERENCIAS

- [1] Ronal Otiniano Villanueva, (2017). Manual de cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú. Asociación Pataz, Lima, Perú.
- [2] Changqing Liu, Xueyan Zhao (2018). Research on static path planning method of small obstacles for automatic navigation of agricultural machinery. Beijing Key Laboratory of Optimized Design for Modern Agricultural Equipment, College of engineering, Beijing, China.
- [3] Lorgio José Teodovich Sosa, R. C. (2008). Control Híbrido para posicionamiento de un robot tipo Ackermann. San Juan: Instituto de Automática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.
- [4] Akane Takagaki, Ryohei Masuda (2013). Image Processing for Ridge/Furrow Discrimination for Autonomous Agricultural Vehicles Navigation. Kyoto University, Division of Environmental Science and Technology, Kyoto, Japan
- [5] Keita Kurashiki, (2021). LIDAR based localization using simplified 2D map on agricultural roads. Ritsumeikan University, Shiga, Japón.
- [6] J. Piñera García (2017), Diseño de un robot móvil con modelo cinemático Ackermann, Facultad de Automática y Biomédica. Universidad Tecnológica de Habana, Cuba
- [7] Pankaj Kumar, G. Ashok (2020). Design and fabrication of smart seed sowing robot. Centre for Materials and Manufacturing, Department of Mechanical Engineering, S R Engineering College, Ananthasagar, Warangal 506371, India

LINK DEL VIDEO: <https://youtu.be/MEphKxvoCj0>