



Control y teleoperación de vehículo de guiado automático

Automatic Guide Vehicle: control and remote operation

Isaí Pacheco-Tejeda*¹, Claudia Patricia Fernández de Lara-Arcos¹, Efrén Pazzi-Manzano¹

¹Tecnológico Nacional de México / ITS de Xalapa, Reserva Territorial S/N, 91096, Xalapa, Veracruz

*Autor de correspondencia: isai.pt@xalapa.tecnm.mx

Recibido 20 de junio 2022; recibido en forma revisada 05 septiembre de 2022; aceptado 30 de octubre 2022

RESUMEN

En la industria existen múltiples medios de transporte de la materia prima. Los cuales se pueden clasificar en tres grupos: manual, semiautomática o automática. Dentro de los medios automáticos se encuentran los vehículos de guiado automatizado; un robot móvil controlado por una computadora (Madrigal Moreno & Muñoz Caballos, 2019). Al implementar sistemas de AGV's a un sistema automatizado, Le-Anh (2003), explica que beneficiaria de la siguiente manera: flexibilidad al permitir un mejor control del espacio y recorridos, confiabilidad al ser fácilmente sustituidos y un ahorro de inversión por su bajo costo de operación y mantenimiento.

Estos robots logran soportar varios cientos de kilos y mantener tracción durante todo su recorrido, la programación de los controladores interpreta los sensores y variables para el mejor control de sus motores, por último, debe ser

capaz de funcionar en un ambiente con otros robots con su propia programación y movimientos autónomos (Echeverri Estrada & Escobar Murcia, 2012).

El trabajo presenta el desarrollo de un prototipo con la finalidad mencionada, con una capacidad de carga de 250 kg alcanzando una velocidad de 5 m/min.

Palabras claves: Control, vehículo, autónomo.

ABSTRACT

An automated guide vehicle (AGV) is a mobile robot controlled by computer. An AGV system is used to give flexibility, reliability and cost effectiveness to an automated process. The robot is be able to carries several pounds with a planned path, while the speed is controlling.

In this work an AGV prototype was created, this robot can carry about of 100 kg at 5 m/min.

Keywords: Control, vehicle, autonomous.

INTRODUCCIÓN

Un vehículo de guiado automático, (AGV, automatic guide vehicle, por sus siglas en inglés), es un robot con la capacidad de llevar grandes cargas entre dos puntos a través de caminos establecidos, utilizados principalmente para incrementar la producción, reducir riesgos a los operadores, automatizar el traslado de los materiales en la planta. (Petřinec K., 2005) Tienen una complejidad elevada por la cantidad de variables que se pueden presentar para su correcto funcionamiento, la complejidad se eleva aún más cuando se considera dentro de un ambiente de AGV's, dónde pueden trabajar a la vez dos o más robots, con diferentes caminos u objetivos, que soportan una producción que depende de un óptimo traslado de los elementos de la producción.

Para el prototipo presentado se diseñó y fabricó un sistema mecatrónico tipo AGV (que de ahora en adelante se denominará el prototipo) controlado de manera remota por medio de una aplicación móvil. Mediante software se diseñaron y simularon los elementos mecánicos del robot (Figura 1). El sistema es capaz de soportar una masa de 250Kg, con

espacio suficiente para resguardar todos sus componentes y facilitar su mantenimiento (Figura 2).

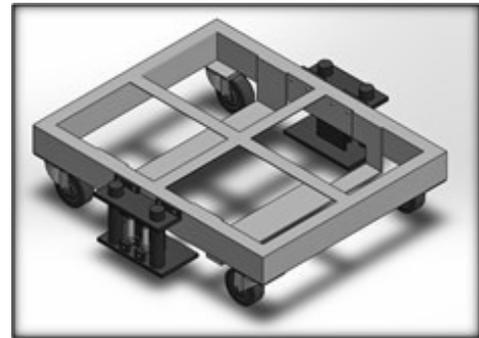


Figura 1. Diseño del sistema en software CAD.

Elaboración propia.

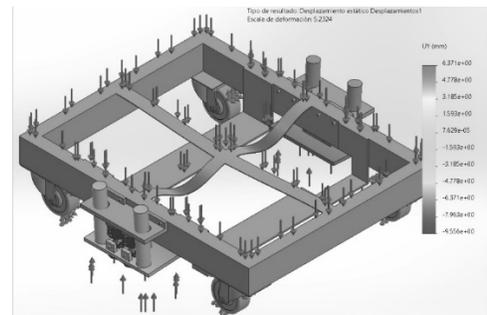


Figura 2. Simulaciones de cargas mecánicas.

Elaboración propia.

El control de velocidad y posición, a través de compensador proporcional integral derivativo, se considera como el elemento más importante del proyecto, al ser un prototipo sin un camino establecido por líneas, láseres u otro tipo de guía, es indispensable conocer la posición para un correcto desempeño del vehículo.

La teleoperación consiste en la comunicación del prototipo con una base de datos conectada al mismo tiempo con una aplicación móvil. Actualmente, existen servicios que hacen más sencilla la programación y levantamiento de servidores. El constante monitoreo del prototipo permite tener un mejor control sobre este y conocer de la existencia de un problema en cualquier momento. La implantación de la tecnología del internet de las cosas permite que la muestra de datos sea de manera instantánea, desde cualquier punto donde se tenga acceso a internet.

El objetivo principal es diseñar e implementar un sistema de posicionamiento para definir las trayectorias de un vehículo de guiado automático.

MATERIALES Y MÉTODOS

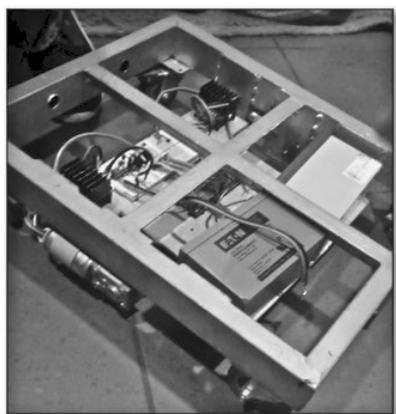


Figura 3. Estructura mecánica del AGV.

Elaboración propia.

Después de la construcción mecánica, el sistema cuenta con un chasis funcional de 40cm x 50 cm x 13 cm contando la altura con las llantas de giro libre, un microcontrolador ATmega 2560, dos drivers 40A BTS7960, dos motores, 24V de corriente continua con reductores y sensores de giro tipo codificadores, dos sensores de aproximación infrarrojos y dos baterías de 12v 7Ah recargables (Figura 1).

Entonces, la tarea se enfocó en diseñar un regulador de voltaje para alimentar el microcontrolador, drivers y sensores; bosquejar una placa con la conexión de todos los sensores y el microcontrolador; diseñar y sintonizar un compensador de velocidad; y comunicar el sistema con una base de datos mediante el microcontrolador ESP8632.

A continuación, se utilizó un software de simulación electrónica para el diseño de las placas electrónicas, considerando un regulador LM7805, un conjunto con dos capacitores, resistores, borneras para la reducción del voltaje entre otros elementos electrónicos. La comunicación usada entre los microcontroladores es I2C.

Los compensadores se sintonizaron con la ayuda de las librerías de la placa de prototipado Arduino

implementando dos controladores con ganancias: proporcional, integral, diferencial (Beauregard, 2017).

El diseño original del prototipo no permite el contacto de las llantas de tracción con el piso cuando existe una variación de alturas. Por lo tanto, se diseñó y creo un sistema para poder mantenerlas en contacto todo el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las pruebas se midieron 3 variables; velocidad durante el recorrido, distancia recorrida y desviación del camino deseado.

De la primera prueba, se registraron velocidades controladas por el compensador, el resultado se muestra en la Figura 4, con una muestra cada 100 ms, completando 400 muestras.

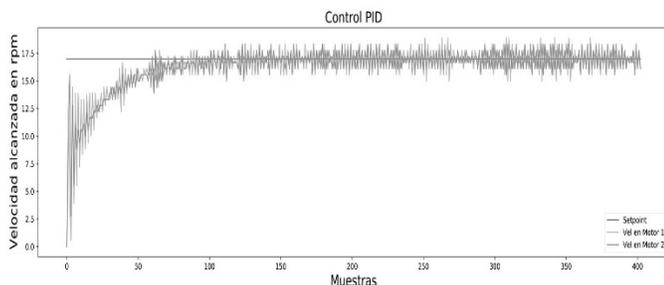


Figura 4. Respuesta de los motores al control PID velocidad 10m/min.

Elaboración propia.

La segunda prueba consistió en que el prototipo alcanzará los 10 metros recorridos en un minuto de funcionamiento por lo tanto se eleva el *setpoint* a 32 rpm, el resultado se muestra en la Figura 5.

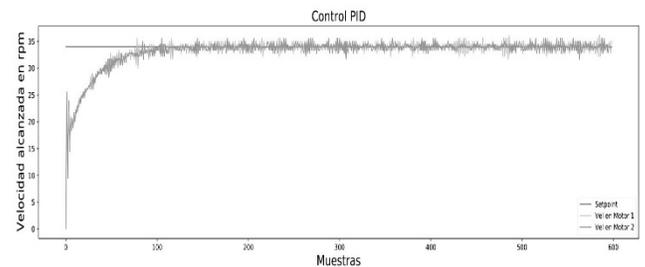


Figura 5. Respuesta de los motores al control PID velocidad 10m/min.

Elaboración propia.

Durante las pruebas de recorrido se tomaron muestras de la desviación que presento, a partir de estas y una regresión logarítmica se muestra una gráfica de su comportamiento en la Figura 6.

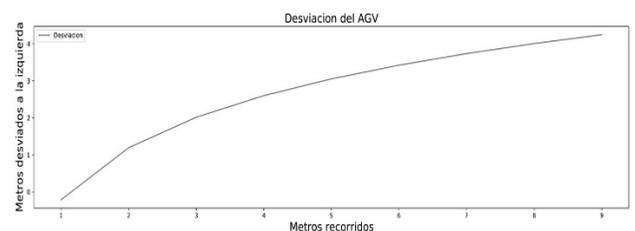


Figura 6. Desviación lineal del AGV.

Elaboración propia

Con lo que se demuestra que, aunque existe error en el seguimiento, este es posible de reducir al mínimo.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en las pruebas, se concluyen los siguientes puntos:

El sistema eléctrico, así como el software en el prototipo se encuentran desarrollados y en condiciones aptas para trabajo, la aplicación móvil y la base de datos funcionan adecuadamente, el control de velocidad funciona, llegando al *setpoint* en 10 segundos, la respuesta es lenta, pero es debido a la inercia que se debe superar.

Se considera necesario un sistema de control de posicionamiento global. El sistema de suspensión no es el ideal, las llantas presentan deslizamiento y no es igual en las dos llantas por lo que llega a desviarse del movimiento deseado.

Se propone lo siguiente:

Mejorar el sistema de suspensión, calculando la acción de un resorte que mantenga las llantas en contacto con el suelo de forma constante, diseñar e

implementar un control de posición ya sea mediante cámaras, acelerómetros o sensores GPS.

BIBLIOGRAFÍA

Beauregard, B. (20 de junio de 2017). *Project Blog*.

Obtenido de <http://brettbeauregard.com/blog/>

Echeverri Estrada, J. M., & Escobar Murcia,

P. A. (2012). *Caracterización de un AGV (Vehículo guiado automáticamente) en el sistema de manufactura flexible*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Le-Anh T, K. M. (2003). *A review of design and control of automated guide vehicle system*.

Netherlands: RSM Erasmus University.

Madrigal Moreno, S. A., & Muñoz Caballos,

N. D. (2019). *Vehículos de guiado Autónomo (AGV) en aplicaciones industriales: Una revisión*. *Politécnica*, 117-137.

Petrinec K., K. Z. (2005). *The Application of*

Spline Functions and Bézier. *IEEE ISIE*, 1453-

145.

