

Sistema de control a distancia para una plataforma Móvil-Mecánica, Eléctrica, mediante tecnología Bluetooth.

Gabriel López Reyes, Miguel Efraín González Correa, Perla Paola López González,
Yazmin Guadalupe Estrada Trujillo.

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Toluca
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

glopezr@toluca.tecnm.mx, plopezgl@toluca.tecnm.mx, yestradat@toluca.tecnm.mx
Meteppec, Estado de México

Resumen

El siguiente proyecto se desarrolló con el fin de llevar parte de la solución ante inconvenientes que se presentan en las industrias donde el personal se expone a riesgos de diversos tipos al tener contacto con objetos o sustancias peligrosas. Esto se lleva a cabo mediante el diseño y construcción de una plataforma móvil para la manipulación y transportación de objetos.

El control del vehículo esta basado en un microcontrolador PIC18F4550 que mantiene una comunicación en tiempo real con el módulo Bluetooth HC-06, el cual es el medio de comunicación para el control desde Bluetooth Serial Controller, que es una aplicación en el sistema de Android. Esto permite que el control del vehículo este al alcance de cualquier usuario de esta plataforma.

Introducción

El desarrollo de la robótica, inicialmente, se enfoco al análisis, diseño, construcción y control de robots de tipo manipulador, móviles y de otros tipos, esto a causa de sus múltiples y variadas aplicaciones en la industria.

Durante las ultimas décadas, los robots móviles han recibido mayor atención por parte de la comunidad científica, siendo los robots móviles de ruedas (RMR) los más construidos, evaluados y reportados en trabajos de investigación, debido a sus crecientes aplicaciones en la exploración planetaria, la minería, la inspección y vigilancia, el rescate de personas, la limpieza de desechos peligrosos, la asistencia médica, entre otros usos.

Lo que se pretende solucionar es el problema de seguridad en diversas situaciones donde el humano se expone a riesgos físicos, e incluso expone la propia vida al manipular materiales u objetos peligrosos o simplemente se requiera manipular o transportar objetos a distancia.

Se plantea y construye un sistema de control digital a distancia de una plataforma móvil con características especiales para resolver algunos problemas de trabajo y manipulación de objetos en ambientes de riesgo utilizando un módulo Bluetooth HC-06.

La programación de la plataforma con un módulo de comunicación de un sistema embebido en enlace con un dispositivo Android, se implementa con la posibilidad de usar diferentes maneras de controlarlo, ya sea en cualquier teléfono inteligente o tableta y controlar la plataforma por medio

de un código de seguridad para enlazar la comunicación y el control de la plataforma móvil.

La plataforma se desplaza empleando ruedas de goma, destinados a terrenos regulares, omitiendo las orugas de tracción que son utilizadas generalmente para terrenos difíciles, economizando el material y reduciendo el tiempo de construcción.

La Aplicación es demostrar los conocimientos de programación de microcontroladores en la práctica de la electrónica de potencia y telecomunicaciones, así como desarrollar la investigación en el diseño mecánico de móviles [1].

Un robot se define como un manipulador reprogramable y multifuncional diseñado para mover materiales, partes, herramientas o dispositivos espaciales, composición general del sistema manipulador móvil [2]:

- Plataforma móvil
- Robot manipulador
- Visión
- Herramientas

El Bluetooth está integrado en un pequeño transmisor de radiofrecuencia que permite conectar entre si todo tipo de dispositivos electrónicos, situados dentro de un radio limitado de 10 metros (ampliable a 100, aunque con mayor distorsión) [3].

Partes del sistema Bluetooth:

- Una unidad de radio
- Una unidad de control del enlace
- Gestión del enlace
- Funciones software

Desarrollo

El Diseño y construcción de la parte mecánica del vehículo llevo varias etapas, así como el diseño del circuito de control.

La parte encerrada en la línea punteada es la parte principal de lo que provee la movilidad a este proyecto, como se observa en la figura 1.



Figura 1 Diagrama de bloques de la plataforma móvil.

En la parte de diseño y construcción de la parte mecánica del proyecto, primeramente, se indago sobre el material óptimo para la construcción del chasis, y de la cual se puede ver el desarrollo en [1].

Después de varios modelos la distancia real entre los engranes de las ruedas quedo de 22cm y la distancia entre el engrane del motor y el engrane conducido de la rueda es de 13cm. En la figura 2 se puede visualizar de una manera más clara.

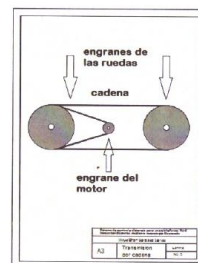


Figura 2 Transmisión de cadena para las ruedas de la plataforma.

En la figura 3 se proporciona el aspecto físico de la plataforma y dimensiones (previo a su construcción).

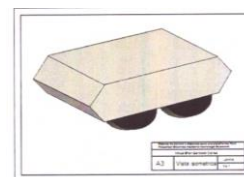


Figura 3 Vista isométrica de la plataforma.

La manera en la que se planteó construir el sistema de transmisión completo, motores, piñones, cadenas, platos y ruedas quedo como se ilustra en la figura 4.

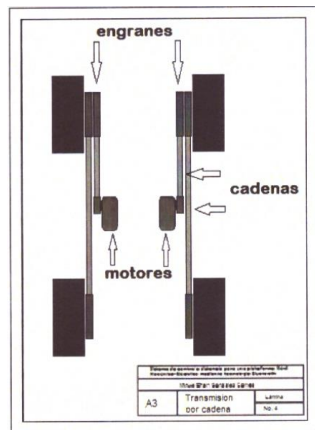


Figura 4 Distribución de la transmisión por cada par de ruedas con los motores acoplados, vista superior.

El chasis de la plataforma se construyo con barras de aluminio acanaladas de 1cm x 1cm y barras planas de 5cm de ancho y 2mm de espesor, son las que soportan los elementos internos (batería y circuitería).

Las características de los motores, proporcionadas por las hojas de datos del fabricante, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 características de motor CHP de Bosch

Parámetro	Símbolo	Magnitud
Voltaje nominal	V _n	12v
Potencia nominal	P _n	5.5W
Corriente nominal	I _n	3.5 A
Corriente máxima	I _{max}	10.5 A
peso	K _g	1.100 kg

Una vez armado y los motores montados sobre la plataforma, se incorpora el resto del mecanismo para realizar pruebas de consumo de potencia de los motores, el torque y la velocidad que alcanza la plataforma. El mecanismo de la transmisión ya montado sobre el chasis queda como se muestra en la figura 5.



Figura 5 Chasis, transmisión y batería incorporados al sistema.

Realizando pruebas a cada motor se tiene un consumo de 5 Amperes por cada motor en el arranque, llegando a estabilizarse en 3.5 Amperes en su consumo nominal, se utilizó una batería de 12v a 7Ah para la alimentación exclusiva de los motores.

En cuanto a la capacidad de carga, siendo especificados 8kg máximos como peso extra de carga, probados, sin embargo, la velocidad fue reducida, aproximadamente cuando alcanza una séptima parte de velocidad especificada para la plataforma, que debe ser de 4km/h [4][5][6][7][8].

Desarrollo de la comunicación con el módulo de Bluetooth HC-06 y programación del vehículo.

Para el acoplo del módulo Bluetooth HC-06 que es un dispositivo practico de manejar, económico y sencillo, se configuro su comando para ser usado como esclavo, el mando se debe de hacer desde el sistema embebido.

Para realizar el primer enlace se debe hacer la búsqueda del modulo HC-06 desde un dispositivo Bluetooth como un celular, una vez detectando, el módulo, la conexión a este, se hace introduciendo el código pin que viene de fábrica, y así se obtiene el enlace al módulo.

En la figura 6 se muestra la distribución de los pines del modulo HC-06, el modulo tiene dos terminales de comunicación serial Rx y Tx. Estas terminales se comunican con el microcontrolador

PIC18F4550 a una velocidad de 9600 baudios que es la velocidad de fabrica a la que se comunica el módulo [2].

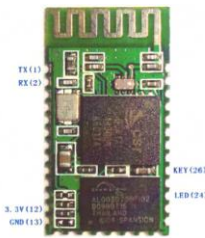


Figura 6 Modulo HC – 06

Para hacer las pruebas con la comunicación Bluetooth y el envío de datos se utilizó una aplicación en Android. Bluetooth Serial Controller. Esta aplicación manda los datos al módulo HC-06 en sistema numérico hexadecimal, la aplicación se configura para distribuir los botones y su visibilidad, así como el dato que envía a cada botón.

El panel de control configurado después de varias etapas de programación y configuración queda finalmente como se muestra en la figura 7.

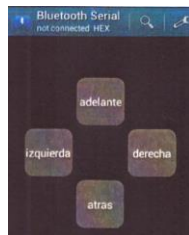


Figura 7 Panel de control de Bluetooth Serial Controller

Programación del control del vehículo

Para el control del vehículo se hizo uso de cuatro bits menos significativos del puerto B del microcontrolador PIC18F4550 [10], los datos enviados desde la aplicación son los datos que salen del microcontrolador, por lo tanto, solo es necesario mandar desde la aplicación el dato deseado para el control, avance, retroceso, giro derecho,

giro izquierdo, tal como presenta en el diagrama de la figura 8.

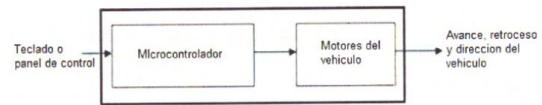


Figura 8 Diagrama del sistema de control.

Se elije un microcontrolador de gama alta para la aplicación ya que sus prestaciones son optimas para el manejo de dispositivos seriales y paralelos , en este caso un modulo bluetooth, las características se muestran en [10], y se procede a la programación serial y el puerto B como salida de datos, primeramente se hace una simulación entre 2 microcontroladores para sincronizar el enlace serial, antes de conectar el módulo bluetooth [1], como se muestra en la figura 9.

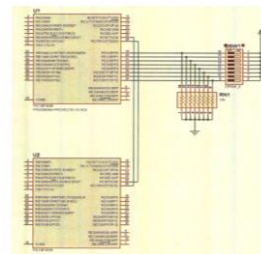


Figura 9 Comunicación Serial entre dos microcontroladores.

El lenguaje en el que se realizo fue en ensamblador para microcontroladores, y parte del código se muestra en la figura 10.

```

List p=184550
#include <pic184550.inc>
CONFIG FOSC=INTOSCIO_EC
CONFIG PWRTE=ON
CONFIG BOR=OFF
CONFIG WDTE=OFF
CONFIG LVP=OFF
CONFIG PBADEN=OFF
CONFIG CPD=OFF
CONFIG CP1=OFF
CONFIG CP2=OFF
CONFIG CP3=OFF
CONFIG CPB=OFF
CONFIG CPD=OFF
CONFIG MCLR=OFF

ORG 0H
MOVLW 04H
MOVWF ADDCON1
MOVLW 07H
MOVWF CMCON
MOVLW TRISE
MOVWF IPRH
MOVLW TRISD
MOVWF BSR100H11F
MOVWF SPBRG
BCF TXSTA SYNC
BSF TXSTA TXEN
BSF RCSTA SPEN
INCMOVSF PORTB,0
MOVWF TXREG,0
GOTO INICIO
END
    
```

Figura 10 parte del código de la comunicación serial en lenguaje ensamblador.

Diseño del circuito de potencia acoplado al control

El control de giro de los motores se hizo con un par de puentes H con relevadores debido a las necesidades de potencia del proyecto.

El diseño del circuito electrónico, antes de su implementación se realizó en el software de simulación Isis de Proteus quedando el diagrama como se observa en la Figura 10.

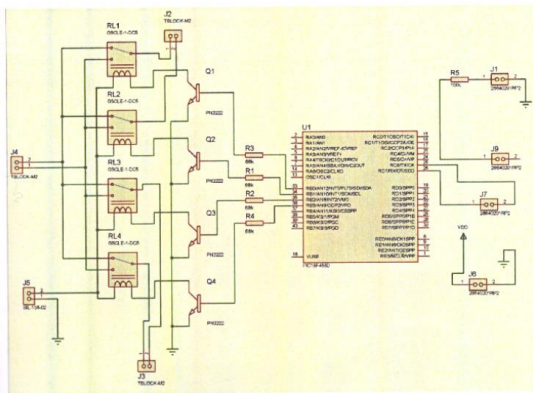


Figura 10 Diagrama del circuito de control y potencia para la plataforma.

El circuito impreso con todos los componentes ya montados y soldados a la placa se muestran en la figura 11.

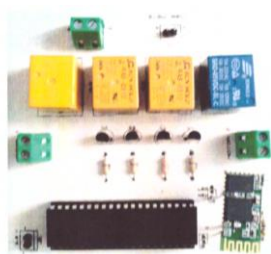


Figura 11 Circuito impreso físico.

Finalmente se presenta el aspecto físico del proyecto ya armado, la carrocería se construyó con lamina de aluminio de calibre 20, para las aplicaciones antes mencionadas.

Las uniones de la carrocería se remacharon en las partes fijas y para las partes

desmontables o móviles se usaron tornillos, el aspecto físico de la plataforma terminada se aprecia en la figura 12.



Figura 12 Aspecto físico real de la plataforma robótica terminada.

Conclusiones

La dedicación en el diseño de la parte mecánica de la plataforma fue de gran importancia para tener un balance entre la capacidad de carga del vehículo y su consumo en energía.

Otro aspecto importante para considerar para un mayor rendimiento en el suministro de energía es implementar un control en el arranque de los motores de tracción para reducir los sobre impulsos de corriente y tener un consumo mas eficiente de la energía.

Se concluye que los objetivos y especificaciones de este proyecto fueron cumplidos satisfactoriamente con la culminación de la plataforma móvil funcionando al 100% manteniendo una velocidad de 4km/h cargando un peso adicional de 8kg, demostrando su capacidad para transportar componentes de diversos tipos.

La principal ventaja que exhibe este vehículo sobre otros de su tipo es el bajo costo para elaborarlo ya que su configuración y materiales con los que este hecho son adecuados para un entorno plano y menos hostil que en el que se desenvuelven otros vehículos similares hechos para el propósito de manipulación [1].

Bibliografía.

- [1] González Correa Miguel Efraín, “Sistema de control a distancia para una plataforma Móvil-Mecánica, Eléctrica, mediante tecnología Bluetooth”, Tesis de licenciatura, opción III, proyecto de investigación, septiembre del 2016.
- [2] <http://platea.pntic.mec.es/>
- [3] Datasheet del modulo Bluetooth HC-06
- [4] <http://www.arqhys.com/>
- [5] <http://www.espatentes.com/>
- [6] <http://www.robomotion.es/en>
- [7] <http://ingemecanica.com/>
- [8] http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1101/html/3_transmision_por_poleas_y_correas_o_cadenas.html
- [9] Estándar IEEE 802.15.1
- [10] Datasheet del microcontrolador PIC 18f4550

Currículum Vitae y Fotografía



Ing. Gabriel López Reyes: Es Ingeniero en Electrónica, egresado en 1992 del I.T.T. con especialidad en Sistemas Digitales, ha realizado proyectos de innovación tecnológica para el sector productivo y educativo, dirigido investigaciones académicas con alumnos de diferentes carreras de ingeniería, actualmente labora en el I.T.T. donde es docente en electrónica, sistemas e investigador en el área de instrumentación & control, electrónica digital, microcontroladores y microprocesadores. Forma parte del grupo de investigación en la línea de Diseño de aplicaciones en electrónica.

González Correa Miguel Efraín es Ingeniero en Electrónica egresado del Instituto Tecnológico de Toluca con la especialidad de Automatización industrial, se tituló con el trabajo de “Sistema de control a distancia para una plataforma Móvil-Mecánica, Eléctrica, mediante tecnología Bluetooth” en septiembre del 2016, ha trabajado con programación en lenguajes de bajo nivel, sistemas Android y C++ para dispositivos embebidos, ensamblador de microcontroladores, Instrumentación y control, forma parte del grupo de investigación en la línea de Diseño de aplicaciones en electrónica



Perla Paola López González es Estudiante de Ingeniería en Electrónica del Instituto Tecnológico de Toluca con la especialidad Automática, trabaja como colaboradora en la línea de aplicación con electrónica de potencia, inversores, convertidores, sistemas eléctricos y de potencia, dispositivos embebidos, ensamblador de microcontroladores, PLC's, Instrumentación y control, forma parte del grupo de investigación en la línea de Diseño de aplicaciones en electrónica.



Yazmin Guadalupe Estrada Trujillo es Ingeniera en Electrónica egresada del Instituto Tecnológico de Toluca en 2019, con la especialidad de Automática, ha trabajado como colaboradora en programación en lenguajes de bajo nivel y C++ para dispositivos embebidos, ensamblador de microcontroladores, Instrumentación y control, forma parte del grupo de investigación en la línea de Diseño de aplicaciones en electrónica.