

Diseño e implementación de un prototipo de silla de ruedas eléctrica para la enseñanza en el manejo, conducción y orientación a personas con limitaciones físicas y adultos mayores

Christian Montenegro, Edwin Villagrán, Paúl Ayala, Jaime Andrago

Resumen— El presente proyecto se lleva a cabo con la finalidad de ayudar a personas con limitaciones físicas o adultos mayores en el proceso de independencia y reincorporación en la sociedad. Se planteó realizar el rediseño, implementación, puesta en funcionamiento y adaptación del sistema controlador al chasis para la silla de ruedas marca SUNRISE MEDICAL modelo QUICKIE Z-500. El sistema esta compuesto de módulos de manejo (local, inalámbrico). El módulo de manejo local esta encargado de interpretar las señales provenientes del joystick para así dar movimiento a la silla de ruedas en cuatro direcciones, adelante, atrás, izquierda, derecha; la velocidad de desplazamiento de la silla en cada una de las direcciones esta gobernada por el joystick local y dependerá de cuan rápido se pueda ir de acuerdo a las normas establecidas. El módulo de manejo inalámbrico cumple una función semejante al mando local con la diferencia que posee velocidades prefijadas para cada una de las direcciones, puesto que es necesario tener una mayor seguridad para el manejo. El modulo de control local se compone de diversas etapas, principalmente la etapa de control que realizara la comunicación sobre el Driver Sabertooth que corresponde a la etapa de potencia. Debido al requerimiento para dar alimentación a los componentes se utilizó 2 baterías acidas cada una de 12 Voltios.

Palabras clave— personas con limitaciones físicas, silla de ruedas, QUICKIE Z-500.

I. INTRODUCCIÓN

EN la actualidad las sillas de ruedas eléctricas en el Ecuador no se las utiliza con frecuencia debido al alto costo en el mercado, se pretende desarrollar un modelo a un menor costo y con una mayor prestación.

La importancia de este proyecto radica en poner en funcionamiento a la silla cumpliendo con las condiciones de operación estándar para éste tipo desistemas y que permita al usuario desplazarse de forma libre dentro de su área de trabajo.

Christian Montenegro, Edwin Villagrán, Paúl Ayala y Jaime Andrago, Carrera de ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, Carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control, Departamento de Electrónica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército, ESPE, Sangolquí, Ecuador, E-mails: payala@espe.edu.ec, jandrango@espe.edu.ec.

II. NORMAS DE SEGURIDAD PARA LAS SILLAS DE RUEDAS

- Para acompañantes
- Limite de peso
- Rampa, cuesta o montículo
- Condiciones del Terreno

III. SELECCIÓN DE COMPONENTES

A. Sabertooth Dual 25A Motor Driver

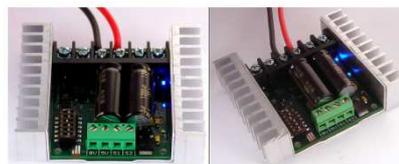


Fig. 1. Sabertooth 25A motor driver

El Sabertooth 2X25 es uno de los controladores de doble motor más versátil, eficiente y fácil de usar existente en el mercado (Figura. 1). Es adecuado para robots de alta potencia - de hasta 100 libras en combate o 300 libras de propósito general para la robótica. Fuera de la caja, Sabertooth puede suministrar corriente a dos motores de con un máximo de 25A cada uno. Soporta picos de corriente de 50A por canal durante unos pocos segundos. Cuenta con protección térmica y de sobrecarga, esto significa que no habrá que preocuparse si se atasca el motor o por conectar un motor que exija mayor corriente (superior a 25Amp). Sabertooth permite controlar dos motores mediante: voltaje analógico, radio control, comunicación serial y envío de paquetes serial. Se puede construir muchos robots de complejidad cada vez mayor con un Sabertooth. Sabertooth maneja de manera independiente, la velocidad y dirección de cada uno de los motores, convirtiéndolo en ideal para sillas de ruedas, robots y mucho más.

El modo de funcionamiento se establece con los interruptores DIP a bordo, de modo que no hay jumpers que se puedan perder o salir. Sabertooth posee conectores de terminal de tornillo lo que hace posible

construir un sistema de control sin necesidad de soldadura.

Sabertooth es el primer controlador para motores sincrónico regenerativo en su clase. La topología de regeneración significa que las baterías se recargan cada vez que se realice una inversión de giro o cuando se realiza el proceso de disminución de velocidad o paro. Sabertooth posee un tiempo de respuesta muy rápido lo que permite hacer paradas rápidas y cambiar el sentido de giro en tiempo real.

B. Batería BOSCH S5 50Ah



Fig. 2. Baterías Bosch

La nueva línea de Baterías Bosch SilverStar cuenta con rejillas con geometría innovadora y plata en su composición, brindando alta performance en cualquier situación. Estos productos representan una evolución en baterías: son totalmente libres de mantenimiento, selladas y con la avanzada tecnología de rejillas expandidas y aleación de plata, lo que asegura alta durabilidad y un mayor rendimiento que las baterías convencionales.

C. Cargador Schumacher SSC 1000 A

Este cargador automático de baterías, permite una carga de hasta 10 – 6 - 2 amperios autoajutable dependiendo del tipo de batería, para prevenir daños en carros, camiones y equipo agrónomo, incluye un sistema de carga para varios tipos de baterías como son las ácidas, gel y ciclo profundo.



Fig. 3. Cargador de batería SchumacherSSC 1000A

D. Comunicación Inalámbrica

La comunicación inalámbrica es el tipo de comunicación en la que no se utiliza un medio de propagación físico alguno esto quiere decir que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas, las cuales se

propagan por el espacio sin un medio físico que comunique cada uno de los extremos de la transmisión. En ese sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, como por ejemplo: Antenas, Laptops, PDAs, Teléfonos Celulares, etc.

E. Módulo Transmisor TLP – 434A



Fig. 4. Módulo transmisor TLP – 434A

El módulo transmisor tiene una potencia de salida de hasta 8mW a 433.92 MHz, alcanzando distancias de aproximadamente 140 metros en espacios abiertos (línea de vista) y de 60 mts en espacios internos donde se encuentran obstáculos como paredes, separadores en oficinas, etc. Este tipo de transmisor acepta señales lineales y digitales de entrada y opera con un voltaje de 3 a 12 voltios.

F. Módulo Receptor RLP – 434



Fig. 5. Módulo Receptor RLP – 434A

El módulo receptor opera a 433.92 MHz y tiene una sensibilidad de 3 uV, opera con un voltaje de alimentación entre 4,5 y 5,5 voltios de corriente continua, posee una salida lineal y una digital, además contiene un capacitor variable para el ajuste de la frecuencia de recepción utilizando un destornillador plástico.

G. Codificador HT – 12E



Fig. 6. Codificador HT – 12E

Los codificadores 12E son una serie de CMOS de baja escala de integración para aplicaciones de control remoto. Tienen la capacidad de codificar información la cual consiste de N bits de direcciones y 12 – N bits de datos. Cada entrada de dirección/dato puede ser puesta

en uno de los dos estados lógicos. La dirección y datos son transmitidos juntos con los bits de cabecera vía RF o mediante transmisión infrarroja cuando se activa el habilitador TE (transmitenble), esto hace fácil de usar.

H. Decodificador HT – 12D



Fig. 7. Decodificador TH – 12D

Los decodificadores 2^{12} son una serie de CMOS de baja escala de integración para aplicaciones de control remoto.

Los decodificadores reciben la dirección y el dato en forma serial la cual fue enviada por el codificador vía RF. Compara la entrada de datos tres veces continuamente con la dirección local. Si la dirección es la misma que la del decodificador la información recibida es decodificada y entonces transmitida a los pines de salida. El pin VT se pone en alto para indicar una transmisión válida.

I. Antenas

Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma corrientes eléctricas en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

En el caso que las antenas estén conectadas por medio de guía de ondas, esta función de transformación se realiza en el propio emisor o receptor.

J. Joystick local Logitech Attack 3

La palanca de mando permite realizar movimientos en 4 direcciones: adelante, atrás, derecha e izquierda, de acuerdo a la figura 10, mientras más se presione en una dirección mayor será la rapidez de los motores de la silla, si la palanca permanece en el punto central la silla estará en reposo.



Fig. 8. Antena WLP – 434 RF, Antena tipo látigo de cuarto de onda

IV. DISEÑO DE LOS MÓDULOS DE CONTROL

A. Controlador Principal

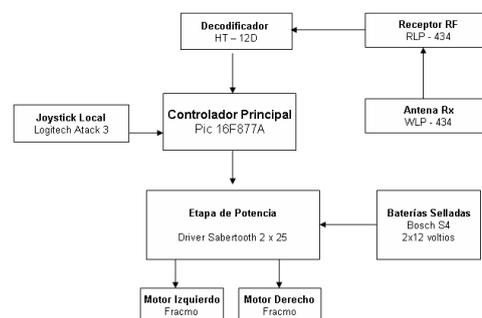


Fig. 9. Diagrama de bloques del controlador principal

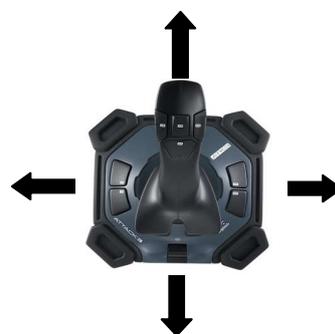


Fig. 10. Ejes de movimiento del Joystick

B. Etapa de Potencia Driver Sabertooth 2 x 25

El driver Sabertooth está configurado para trabajar mediante comunicación serial a 9600 bauds, como se muestra en la figura. 11, que permita realizar el control de giro y velocidad de cada motor en forma independiente, para que el driver funcione a 24V dc con baterías ácidas selladas, esto se logra posicionando adecuadamente el juego de DIP switch que contiene internamente.

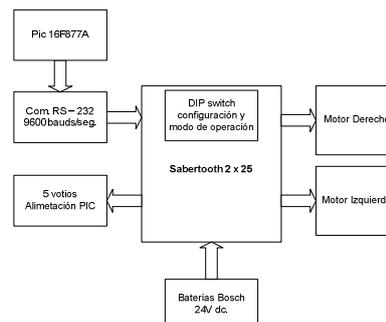


Fig. 11. Diagrama de bloques de Sabertooth 2x25

C. Control inalámbrico

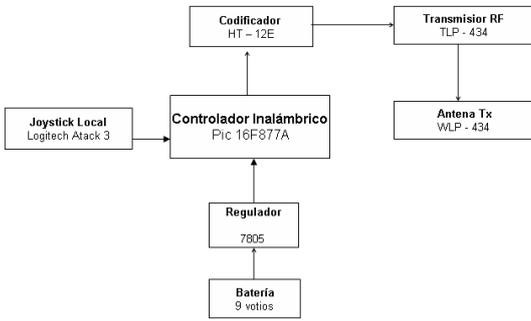


Fig. 12. Diagrama de bloques del controlador inalámbrico

VI. CIRCUITO DE CONEXIÓN MÓDULO INALÁMBRICO

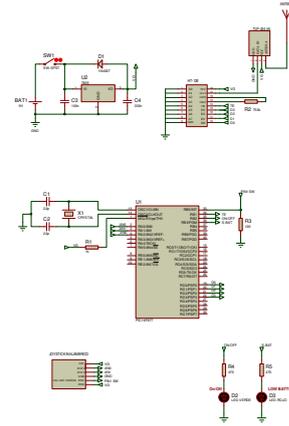


Fig. 15. Circuito de Conexión Módulo Inalámbrico

V. CIRCUITO DE CONEXIÓN MÓDULO LOCAL

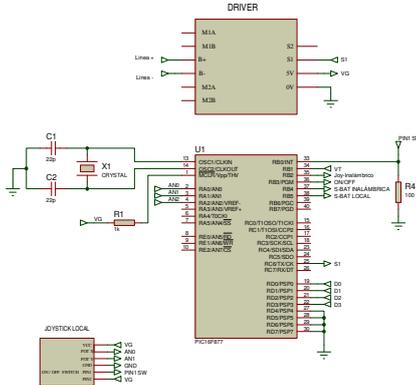


Fig. 13. Circuito de Conexión Módulo Local (1/2)

VII. CIRCUITO DE CONEXIÓN PARA CARGA DE BATERÍAS

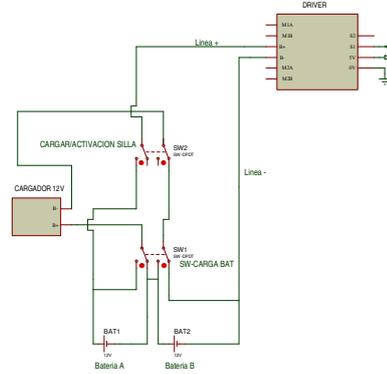


Fig. 16. Circuito de Conexión Para Carga de Baterías

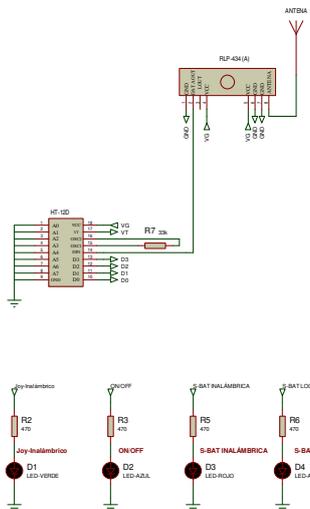


Fig. 14. Circuito de Conexión Módulo Local (2/2)

VIII. RESULTADOS

Ya culminado el prototipo se obtiene un producto con características tales que permite competir con las sillas de ruedas del mercado, es una innovación presentar un mando inalámbrico el cual permite manejar la silla a distancia desde una ubicación remota permitiendo al usuario dejarle la responsabilidad de manejo a un persona quien será su guía.

Como los componentes adquiridos casi en su totalidad existen en el mercado nacional el costo total de la silla es relativamente menor a los modelos que se encuentran a la venta, pues estos superan los 4.000 dólares.

Se obtuvo como resultado un sistema de apoyo y ayuda a personas con limitantes físicas que cumplen con estándares y normas de seguridad. El diseño permite a la persona entrar en un proceso de rehabilitación y reincorporación en la sociedad, permitiéndole desempeñarse en varios campos como pueden ser laboral, social, deportivo entre otros ya que le brinda al usuario autonomía y libertad de desempeño.



Fig. 17. Prototipo concluido



Fig. 18. Mando inalámbrico – Mando local



Fig. 19. Cargador y Cable para Batería 9V



Fig. 20. Controlador principal y cargador



Fig. 21. Vista posterior del prototipo



Fig. 22. Entrega del prototipo en la FUNDACIÓN VISTA PARA TODOS



Fig. 23. Ceremonia de entrega, Diseñadores: Ricardo Montenegro, Javier Villagran Beneficiaria: Sra. Magali Ijujes, Autoridades: Grab. Rubén Navia Rector de la Escuela Politécnica del Ejército Vicepresidente de la Fundación Vista Para Todos - Doctor Diego Nieto

IX. CONCLUSIONES

Una vez llevado a cabo el diseño e implementación del prototipo de silla de ruedas se ha logrado determinar que el modelo puesto en funcionamiento cumple con las características básicas y necesarias para la autonomía de personas con limitaciones físicas, brindando comodidad, seguridad, facilidad de manejo, y en si un medio para el desarrollo y superación personal.

El sistema electrónico de control y manejo se mejoro por la adición de un mando de manejo inalámbrico no solo porque es un medio que permite manipular la silla a distancias remotas sino que permite asistir, guiar y controlar los movimientos con la cual cuenta la silla.

Después del análisis pertinente en la selección de componentes, se concluyo que NO todos los elementos a utilizar en el diseño se encontraban en el mercado nacional.

Puesto que los módulos de comunicación Laipac no son diseñados para la comunicación exclusiva de datos, se opto por utilización de un codificador y decodificador para la transmisión de los datos y de esta manera evitar la interferencia y ruido en la recepción de la información.

Se estudió la manera para el manejo de la etapa de potencia, acople de la misma con la etapa de control, por un lado realizarla a través de elementos discretos como

transistores de potencia, pero mediante una investigación exhaustiva se encontró que la vía mas óptima y eficaz fue realizarla mediante el uso del driver Sabertooth pues permite el control de la velocidad y giro de los motores de una forma mas sencilla con el envío de datos seriales del microcontrolador, y a su vez posee una fuente de voltaje de 5v la cual permite alimentar directamente y sin complicaciones a toda la etapa de control. Sabertooth es el primer controlador para motores sincrónico regenerativo en su clase lo cual significa que las baterías se recargan cada vez que se realice una inversión de giro o cuando se realiza el proceso de disminución de velocidad o paro.

REFERENCIAS

- [1] <http://www.sigmaelectronica.net/sigma.htm>, Módulos RF
- [2] <http://todopic.mforos.com/46840/3523701-como-paro-un-servo-motor-activado-previamente-por-pwm/>, PWM
- [3] <http://todopic.mforos.com/46840/1605475-pwm-con-ccs/>, PWM con CCS
- [4] http://szyishi.en.alibaba.com/product/200054718/200943346/Transmitting_board/ASK_Transmitter_YS_FST3_800_meter_.html, Transmisores Saw
- [5] <http://www.bosch.com.ar/ar/autopeças/produtos/baterias/index.html>, Baterías Bosch S5
- [6] <http://www.forosdeelectronica.com/about655.html>, Foro TLP 434 y RLP 434
- [7] http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/Comunicaci%C3%B3n_inal%C3%A1brica_entre_PICs, Comunicación Inalámbrica entre Pics.
- [8] <http://www.isa.cie.uva.es/proyectos/servos/info/PWM/PWM.htm>, Control por PWM.