

# AUTOMATIZACIÓN DE UNA SILLA DE RUEDAS CONTROLADA POR COMANDOS DE VOZ

Ph.D. Aldo Pardo García\*

Ing. Zolanyi Marcela Rubiano Calderón\*\*

Ing. Yeison Javier Montagut Ferizzola\*\*\*

---

Universidad de Pamplona,  
Grupo de Investigación: Automatización y Control A&C.  
ciudadela universitaria El Buque Km. 1 vía a Bucaramanga,  
\*apardo13@hotmail.com  
\*\*zolanyimr@hotmail.com  
\*\*\*mojayef@hotmail.com

**Abstract:** Sistema que incluye diversos campos de la electrónica como lo son: el tratamiento de señales, la electrónica de potencia, la inteligencia artificial y el campo de control y la automatización. Todo esto concentrado en una silla de ruedas automatizada por medio de la voz, donde su control se realiza a través de sencillos comandos como: adelante, atrás, derecha, izquierda y pare. Además, desde la silla de ruedas se puede realizar el control a varios procesos cotidianos como el control de puertas y luces de la casa. Esto para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades (cuadriplegia).

**Keywords:** Automatización, control, microcontroladores, voz, señales, procesamiento, DSP.

## 1. INTRODUCCIÓN

Luego de la invención del computador y las máquinas, el hombre ha soñado con comunicarse con ellas como con cualquier otra persona; actualmente, esa brecha se está cerrando y encontramos teléfonos celulares, sistemas de seguridad y software que obedecen nuestra voz y que parecerían que nos entendieran. Precisamente este trabajo quiere contribuir a ese acercamiento hombre-máquina con el diseño de una silla de

ruedas controlada por comandos de voz, esto es que con una simple frase como adelante, atrás, derecha o izquierda se pueda gobernar el movimiento de la silla sin necesidad de utilizar nuestras extremidades.

Durante el proceso de diseño fue necesario el uso de las herramientas y conocimientos adquiridos en las áreas del control, electrónica de potencia, electrónica digital, y tratamiento de señales, todo esto con la esperanza de que la

implementación de tecnología tenga menos carácter bélico y mas compromiso con la sociedad.

Al implementar este sistema se quiere dar una mejor calidad de vida a la sociedad, pensando en las personas con discapacidades motoras, en este caso personas que no pudieran mover ninguna de las extremidades pero que a través de su voz se le pudiera facilitar alguna de las capacidades perdidas.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Existen discapacidades motoras que limitan el desplazamiento de las personas que las poseen y las obligan a depender de dispositivos externos como la silla de ruedas; este es el caso de la cuadriplegía total, que impide cualquier movimiento y por ende la manipulación y control clásico de estos implementos, relegando a la persona a una dependencia total para la realización de los más simples procesos de desplazamiento y a un decaimiento emocional por la incapacidad sostenida.

## 3. SISTEMA:

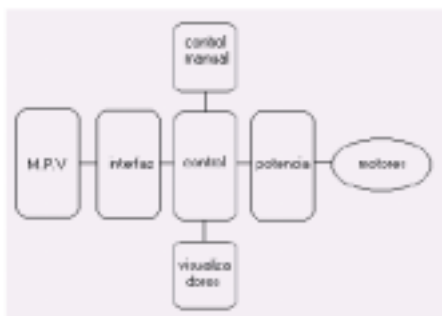


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema

La figura 1 muestra el diagrama de bloques del sistema implementado, el cual consta de la siguientes partes:

- M.P.V: modulo de procesamiento de voz.
- Interfaz.
- Circuito de control.
- Control manual.
- Visualizadores.
- Circuito de potencia.
- Motores.

### 3.1. M.P.V: modulo de procesamiento de voz.

El modulo que realiza el procesamiento de la voz en el sistema, es el sistema de desarrollo "Voice Direct 364 de la empresa Sensory Circuit, el cual en un circuito integrado incluye un DSP y una red neuronal, el DSP realiza el procesamiento de la señal y la red neuronal realiza la identificación de la palabra. Además el sistema incluye una memoria EEPROM que se encarga de guardar los patrones previamente entrenados. Este modulo tiene la capacidad de reconocer quince palabras.

La señal de voz ingresa al sistema por medio del micrófono, esta señal es capturada por el DSP, el cual filtra y cuantifica la señal, convirtiendo de esta manera la señal de voz en información digital, reconocible por la red neuronal.

La red neuronal toma la información digital generada por el DSP y de acuerdo a esta genera un patrón que es guardado en la memoria EEPROM; El momento en que la red neuronal genera un patrón, se

termina el modo de entrenamiento y el modulo de procesamiento de voz queda listo para ser usado con la palabra que fue entrenado. Para este proyecto se usaron cinco palabras: Adelante, atrás, derecha, izquierda y pare.

El proceso de reconocimiento o uso del sistema comienza después del entrenamiento y se realiza de la siguiente manera: la señal de voz ingresa por el micrófono y es capturada por el DSP quien realiza el proceso de filtrado y cuantificación, generando una señal digital que luego es tomada por la red neuronal, la cual genera un patrón, que es comparado con cada

uno de los patrones que están almacenados en la memoria EEPROM, teniendo en cuenta la similitud, la red neuronal genera una salida digital que es utilizada para gobernar la marcha del sistema.

Este sistema es multiusuario, pero cada persona debe entrenar las palabras que va a usar para controlar la silla.

El proceso de reconocimiento se hace usando la red neuronal, la cual utiliza la distribución de perceptron multicapa, en donde cada patrón es relacionado de acuerdo a su peso y ubicación en plantilla, la cual genera un valor umbral que sirve como referencia para cada palabra que se desee reconocer.

El sistema puede producir varios errores en el proceso de reconocimiento los cuales se pueden generar por diversos criterios descritos a continuación.

*Errores en el reconocimiento.* Los

errores en el reconocimiento se pueden agrupar de la siguiente manera:

*Rechazo.* El locutor dice una palabra del vocabulario del reconocedor pero esta no es reconocida.

*Substitución.* Se presenta cuando una palabra hablada es reconocida por otra, presentándose un valor no deseado en la salida del reconocedor.

*Inserción.* Palabras ajenas al vocabulario entrenado, son reconocidas como validas. Este error se puede presentar cuando el locutor hace ruido con los labios o emite alguna palabra. Cabe destacar que este error es poco usual.

### **3.2. Interfaz.**

Para evitar errores en el proceso de transferencia de datos entre el modulo de procesamiento de voz y el circuito de control, es usada una interfaz capas de convertir las señales emitidas por el reconocedor, en señales mas sencillas que se acoplen mas fácilmente al circuito de control, de esta manera la silla ejecuta las acciones deseadas y en el menor tiempo posible.

Para esta interfaz se uso un microcontrolador PIC 16f84A producido por la empresa Microchip.

### **3.3. Circuito de control.**

Los motores son controlados de acuerdo a la técnica de control de velocidad por PWM (modulación por anchura de pulso), acción ejecutada por un microcontrolador PIC 16f877, el cual genera una señal de PWM que excita a los dispositivos de potencia y controla la velocidad y sentido de

giro de los motores.

Cada una de las marcha tiene una señal de PWM, además a manera de protección el software fue diseñado, para que al indicarle el cambio de sentido o giro, los motores disminuyan su velocidad y luego ejecuten la acción señalada.

### 3.4. Control manual.

Además del control por comandos de voz, se incluye el control por medio de un conjunto de pulsadores a manera de un joystick, que gobierne el desplazamiento de la silla (adelante, atrás, derecha, izquierda, pare) esto con el fin de darle versatilidad al sistema de control y una mayor aplicación.

### 3.5. Visualizadores.

Para observar el buen funcionamiento del circuito de control; se han dispuesto unos LED'S que indiquen el movimiento o estado de la silla en cualquier momento.

En este caso los visualizadores son unos diodos emisores de luz (LED'S), Por la facilidad que estos presentan para que el usuario se entere del funcionamiento de la silla. Los LCD'S (pantallas de cristal liquido), resultan ser muy difíciles de usar a la hora de tener que leer por parte del usuario unos caracteres que corren o aparecen por toda la pantalla, por esta razón resultan ser más efectivos los led's.

### 3.6. Circuito de Potencia.

El circuito de potencia esta dividido en dos partes:

- Interfaz de potencia.
- Puente H.

*Interfaz de potencia.* La interfaz cumple las funciones de protección y aislamiento entre los circuitos de control y potencia usando los opto acopladores 4n33.

Los opto acopladores aíslan cada una de las señales de PWM emitidas por el microcontrolador PIC 16F877.

*Puente H.* El puente H para cada motor esta formado por cuatro mosfet de enriquecimiento de canal N: IRFZ44N, que soportan una corriente entre drenador - fuente de 49 A.

Estos dispositivos han sido elegidos de acuerdo a la corriente de arranque con carga de los motores que es de 28 A por cada uno de los motores. El margen de error o protección para los dispositivos es de 21 A, lo cual garantiza la protección de los dispositivos de potencia.

### 3.7. Motores.

Los motores que se encuentran acoplados a la silla cumplen con las siguientes especificaciones:

- Potencia nominal ( $P_n$ ) = 60 watts
- Voltaje nominal ( $V_n$ ) = 24 V dc
- Corriente nominal ( $I_n$ ) = 3.5 Amp
- RPM = 2500
- Torque nominal ( $T_n$ ) = 0.22 Nm
- Torque de arranque ( $T_a$ ) = 1.4 Nm
- Corriente de arranque ( $I_a$ ) = 21 Amp

### 3.8. Protecciones.

Teniendo en cuenta que este dispositivo es usado por personas

discapacitadas, el sistema cuenta con las siguientes protecciones.

*Protección contra cortocircuitos o sobre corrientes.*

El sistema cuenta con fusibles que previo diseño protegen los circuitos electrónicos y los motores de altas corrientes que las destruyan.

*Protección contra choques eléctricos.* Teniendo en cuenta la integridad de las personas, los cables encauchetados, han sido la solución ante posibles contactos del usuario con los cables que conducen la alimentación del sistema. De esta manera se protege a la persona que esta sentada en la silla de recibir un posible choque eléctrico.

*Protección contra agentes químicos.* Las baterías alcalinas secas han venido a ser muy eficientes ante posibles derramamientos de ácido cuando se utilizan acumuladores eléctricos con liquido.

#### 4. PROYECCIÓN

A manera de ampliación del proyecto el grupo esta trabajando en los siguientes diagramas de bloques (ver figura 2 y figura 3), para darle mayor versatilidad al proyecto, aplicación y garantizar una mejor calidad de vida del usuario; esto es para que la persona desde la silla de ruedas pueda gobernar con su voz algunas de las acciones cotidianas que realizamos, como: abrir y cerrar ventanas o puertas, controlar las luces, o algunos electrodomésticos (televisor, equipo de sonido) o simplemente realizar una llamada desde un teléfono fijo.

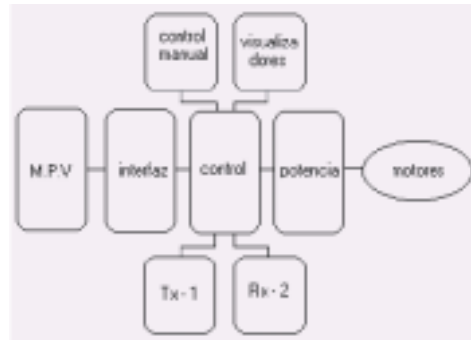


Figura 2. Sistema de control en la silla

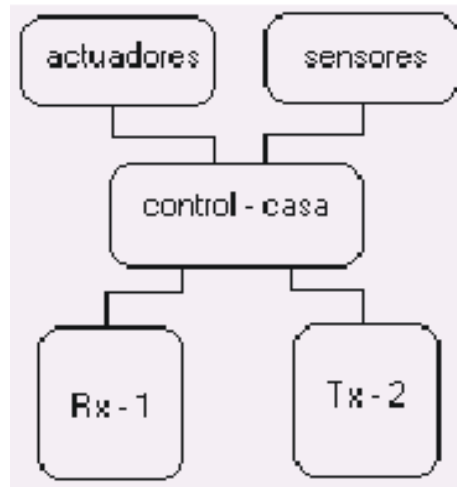


Figura 3. Unidad de control remota

Con la inclusión de los dos módulos de radio frecuencia (modulo de RF 1= Tx – 1 y Rx – 1, modulo de RF 2 = Tx – 2 y Rx – 2), se puede controlar algunas aplicaciones de la casa, de esta manera, cuando el usuario pronuncia una palabra del control domótico, el circuito de control dentro de la silla (control, figura 2), genera una señal que es transmitida por Tx – 1, esta señal es recibida por Rx – 1, y llega al

circuito de control de la casa (control – casa en la figura 3), donde se genera una señal de control a los actuadores, para que realicen determinada acción, esta acción es captada por los sensores, la respuesta de los sensores es emitida por el control – casa a través de Tx – 2, las señales de supervisión que son las enviadas por el control – casa en la unidad remota, es recibida por Rx – 2 y transmitidas al control de la silla, quien a través de los visualizadores muestra al usuario el funcionamiento de los actuadores y por lo tanto la acción ejecutada; Así se obtiene un sistema de monitoreo

y control de la casa desde la silla de ruedas a través de la voz.

## 5. CONCLUSIONES

- El diseño de este proyecto constituye una ayuda importante para la sociedad discapacitada de la ciudad, la región y el país.
- La voz es una interfaz ideal para la comunicación hombre maquina.
- Con este proyecto se logra avanzar en una rama de la electrónica que hasta este momento había sido poco explotada dentro de la comunidad estudiantil de la universidad de Pamplona y el país en general.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ANGULO, M. (1999). Microcontroladores PIC McGraw – Hill.
2. MALONEY, T. (1997) Electrónica Industrial Moderna. Tercera edición. Prentice Hall
3. OGATA, K. (1998) Ingeniería de Control Moderna, Prentice Hall
4. PARDO, A. (1995) Principio de Control Industrial.

[www.microchip.com](http://www.microchip.com)  
[www.sensoryinc.com](http://www.sensoryinc.com)