

**PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN  
DE UN SISTEMA DE ABRIR Y CERRAR VENTANAS PARA  
VEHÍCULOS DE GAMA MEDIA**

**DESIGN PROPOSAL FOR THE AUTOMATION OF A WINDOW  
OPENING AND CLOSING SYSTEM FOR MID-RANGE  
VEHICLES**

ARTICULO DE INVESTIGACIÓN

**Jaimes, Samantha<sup>1</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

ia42136@uvp.edu.mx

ORCID: 0009-0007-1367-2147

**López, Sergio Raúl<sup>2</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

sergio.lopez@uvp.edu.mx

ORCID: 0000-0001-9762-8109

Recibido el 23 de mayo de 2024. Aceptado el 13 de septiembre de 2024. Publicado el 15 de diciembre de 2024.

## **Reseña de Autor <sup>1</sup>**

Estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica y Diseño Automotriz en la Universidad del Valle de Puebla, cuenta con certificación en Solidworks CSWA-Mechanical Desing. Ha participado en distintos congresos tales como “Aplicación de inteligencia artificial para la democratización tecnológica”, “El reto de la ingeniería y la innovación tecnológica para dinamizar la economía”, “La transferencia tecnológica universitaria frente a una perspectiva internacional de las ingenierías” y “Diseñamos la ruta hacia la innovación”.

## **Reseña de Autor <sup>2</sup>**

Ingeniero Industrial por el Tecnológico Nacional de México, Campus Puebla, Maestro en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente, Doctor en Alta Dirección por la Universidad del Valle de Puebla. Posdoctor en Administración de Negocios por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. TSU en Gestión y Administración de PyME por la Universidad Abierta y a Distancia de México. Ha colaborado con organizaciones privadas de los sectores manufacturero, comercial y de servicios, implementando Sistemas de Gestión de Calidad, desarrollado y mejorando procesos, gestionando información de sistemas y aplicándola en la toma de decisiones. Ha trabajado en publicaciones e impartido conferencias en diversas instituciones como BUAP, UPAEP, CEUNI, IEU, UVP, etc., relacionadas con temas de liderazgo, productividad, motivación, marketing, ingeniería y uso de la información en procesos de investigación.

## **Resumen**

En la industria automotriz, la tecnología está desempeñando un papel cada vez más importante, por ello se busca cubrir la necesidad de implementar nuevas tecnologías que estén cada vez más incluidas a las tendencias tecnológicas. La automatización en los vehículos, la encontramos más desarrollada en vehículos de gama alta, los cuales tienen un costo de venta elevado y menos accesible para gran parte de la sociedad. Por ello se busca proponer un diseño de automatización que pueda recibir por comando de voz indicaciones de la apertura y cierre de ventanas, y la parte central que pueda ser integrado en vehículos de gama media.

Se obtuvieron resultados aceptables para ser un primer diseño del prototipo, cumple con las funciones de abrir y cerrar las ventas, al ser un primer diseño es posible que cuente con algunas deficiencias, que se pueden mejorar con más investigación. El costo-beneficio fue el contraste más significativo, ya que con componentes a precios accesibles, se pudo lograr el prototipo con el que se podría implementar a vehículos de gama media

**Palabras clave:** automatización, programación, vehículos, sistema de control, circuito eléctrico.

## **Abstract**

In the automotive industry, technology is playing an increasingly important role, which is why the need to implement new technologies that are increasingly included in technological trends is created.

Automation in vehicles is more developed in high-end vehicles, which have a

high sales cost and are less accessible to a large part of society. For this reason, the aim is to propose an automation design that can receive voice command indications of the opening and closing of windows, and the central part that can be integrated into mid-range vehicles.

Acceptable results were obtained to be a first design of the prototype, it fulfills the functions of opening and closing sales, as it is a first design it may have some efficiencies, which can be managed with more research. The cost-benefit was the most significant contrast, since with components at affordable prices it was possible to achieve the prototype with which it could be implemented in mid-range vehicles.

**Keywords:** Automation, programming, vehicles, control system, electrical circuit.

## **Introducción**

En el entorno actual, en donde las tendencias de la inclusión de la automatización están tomando un papel importante en la facilitación de tareas en la mayor parte del mundo, es necesario estar a la vanguardia y buscar la implementación de estas nuevas tecnologías que tengan como objetivo la mejora, comodidad y seguridad del usuario. La automatización toma un lugar importante, por ello ejecutar esta investigación en el sector automotriz busca desarrollar una propuesta de diseño de un sistema eficiente, inclusivo y seguro que permita realizar la operación de apertura y cierre en vehículos de gama media por un comando de voz.

En el desarrollo de la propuesta se manejó un enfoque de costo-beneficio, ya que la implementación de estas nuevas tecnologías son mayormente encontradas

en vehículos de gama alta, y es ahí en donde la comparación de costos de venta de estos autos son proporcionalmente muy elevados. Por ello, se propone esta alternativa de diseño con las que se contrastan los beneficios y costos que se implementaron en este diseño de comando por voz.

Para el desarrollo de la parte del lenguaje se utilizó la plataforma Arduino donde se realizó la parte lógica de la programación, de igual manera, se utilizó la plataforma para simulaciones del diagrama eléctrico, que permitieron la interacción para pruebas y solucionar los posibles errores, así como la selección de los componentes que mejor interactuaban para tener un circuito eficiente con la parte de la programación.

Con este diseño se busca obtener una experiencia aceptable del usuario, así como la implementación a una cantidad menor de precio en comparación con vehículos que lo integran con diferencias significativas de precio de venta. Se contribuirá a la modernización de los vehículos de gama media haciendo énfasis en costo-beneficio.

## **Planteamiento del problema**

En la actualidad, la tecnología está desempeñando un papel cada vez más importante en la industria, así como en la industria automotriz, los módulos por control de voz solo se encuentran en modelos de alta gama, los avances en sistemas por control de voz han permitido la automatización de diversas funciones dentro del vehículo al mejorar la comodidad y la seguridad de los pasajeros.

La apertura y cierre de las ventanillas de un vehículo se realiza manualmente mediante interruptores eléctricos, aunque existen sistemas para cerrar y abrir todas las ventanas a la vez, no se ha desarrollado una solución para que los conductores realicen esta acción mediante un comando de voz para que sea de una manera más segura. Esta situación afecta a los conductores, ya que al tener una mejor accesibilidad

a este sistema podría reducir la distracción que tiene el conductor y evitar accidentes. Hasta ahora, la implementación de sistemas por control de voz se ve escasa ya que solo autos de gama alta implementan esta tecnología y a su vez es un poco limitada.

Al igual que la implementación exitosa de este dispositivo para hacer la automatización del control de las ventanillas es de gran relevancia, puede contribuir significativamente a la comodidad y seguridad de los conductores, especialmente donde el control manual de la ventanilla no es práctico, en situaciones donde se tienen ambas manos al volante, o en personas de discapacidades físicas, además representa un avance en los sistemas de control de voz, lo que afianza el camino para futuras innovaciones en el ámbito de la conducción automática y la interacción hombre-máquina en el vehículo.

Derivado de lo anterior, para desarrollar la siguiente investigación se toma como pregunta de investigación: ¿Cuáles son los elementos con los cuales se puede desarrollar un sistema de automatización por control de voz para controlar las ventanas de los vehículos de gama media garantizar un mejor confort y seguridad y contrastar un costo-beneficio?

Para lo que el objetivo general es inspeccionar los elementos necesarios para desarrollar una propuesta de diseño para la automatización de un sistema que abra y cierre las ventanas del vehículo de gama media en un contraste positivo del costo-beneficio.

## **Revisión bibliográfica**

### **Automatización**

La automática se define como la ciencia y técnica de la automatización, que agrupa el conjunto de las disciplinas teóricas y tecnológicas que intervienen en la concepción, la construcción y el empleo de los sistemas automáticos (García, 2018). La automática constituye el aspecto teórico de la cibernética. Está estrechamente

vinculada con las matemáticas, la estadística, la teoría de la información, la informática y técnicas de la ingeniería (García, 2018).

De acuerdo con García (2018), el funcionamiento de todo sistema automático se asienta en la confrontación de una información de mando, que describe el programa deseado, con una información de estado, confrontación de la que se derivan las órdenes de mando que han de darse a los accionadores que actúan sobre el sistema, para modificar así su estado.

A la automática la conforman el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original, se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales (Ponsa & Granollers, 2009). Por ende, se entiende aquella parte del sistema en el que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto.

La automatización es la intervención de operadores aplicando tecnologías teleinformáticas a las actividades de control de la producción a los sistemas en los cuales se pueda cerrar un lazo de información, lo que implica medir el proceso, determinar su estado tomar una decisión con base en un objetivo pautado y actuar sobre el proceso para llevarlo a su objetivo (Gómez, 2005).

De acuerdo con Sanchis et al. (2010), se define como un sistema (máquina o proceso) automatizado a aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del operario) ante los cambios que se producen en el mismo, al realizar las acciones adecuadas para cumplir la función para la que ha sido diseñado.

Con los conceptos dados previamente, se puede mencionar que la automatización es el control adaptado de un proceso con la intención que la máquina realice la operación deseada esto implica el uso de hardware y software especializados para

ejecutar tareas de manera eficiente y precisa, con cual ayude a realizar las tareas operadas habitualmente por los humanos.

## **Sistema de control**

El control es la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominado planta a través de otro sistema llamado sistema de control. La Figura 1 muestra el diagrama de bloques del sistema de control y planta (Balcells & Romeral, 2009).

Los primeros sistemas de control se basaron en componentes mecánicos y electromecánicos básicos como lo son engranajes, palancas, relés, y pequeños motores, pero para los años cincuenta, se introdujeron los componentes de semiconductores los cuales permitían un diseño más de menor tamaño y mayor rendimiento en su funcionamiento (Balcells & Romeral, 2009).

Por ello, se entiende que el objetivo de un sistema de control es gobernar la respuesta de una planta, sin que el operador intervenga directamente sobre los elementos de salida. El operador solo manipula las magnitudes denominadas consignas y el sistema de control se encarga de gobernar dicha salida a través de accionamientos.

De acuerdo con Balcells y Romeral (2009), el concepto lleva de alguna forma implícito que el sistema de control opera, en general, con magnitudes de baja potencia, llamadas señales, y gobierna unos accionamientos que son los que realmente modulan la potencia entregada a la planta.

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados (consigna).

## **Elementos básicos que forman parte de un sistema de control**

### **Sensores**

Los sensores son dispositivos que detectan cambios físicos, químicos o biológicos en su entorno y los convierten en señales eléctricas o digitales. En un sistema de control, los sensores son esenciales para medir las variables de interés, como la temperatura, la presión, la velocidad, la posición, entre otras. Estas mediciones proporcionan la retroalimentación necesaria para que el sistema de control tome decisiones y ajuste su comportamiento según sea necesario.

### **Controlador**

El controlador es el “cerebro” del sistema de control, utiliza la información proporcionada por los sensores para compararla con un valor de referencia deseado y determinar la acción correctiva que debe tomar para mantener o alcanzar ese valor deseado. Puede ser un dispositivo electrónico, un software o incluso un conjunto de algoritmos que calculan la salida adecuada para el sistema en función de la entrada recibida. Los controladores pueden ser de diferentes tipos, como controladores PID (Proporcional, Integral y Derivativo), controladores lógicos programables (PLC), entre otros, dependiendo de la complejidad y los requisitos específicos del sistema.

### **Actuador**

Los actuadores son los componentes responsables de llevar a cabo las acciones correctivas determinadas por el controlador. Transforman la señal de control generada por el controlador en un cambio físico en el sistema controlado. Por ejemplo, un actuador puede ser un motor que ajusta la posición de una válvula, un dispositivo que controla la velocidad de un motor eléctrico, o cualquier otro

mecanismo que modifique alguna variable física del proceso que se está controlando. La eficiencia y la precisión del actuador son fundamentales para el rendimiento global del sistema de control.

## Método y Metodología

Para la parte lógica de la propuesta del diseño del prototipo para la automatización de un sistema de abrir y cerrar ventanas para vehículos de gama media, se usó el código con base en el lenguaje Arduino, como punto focal, se empezó por realizar el diagrama de flujo, ya que con él, se podrá empezar a desarrollar el código.

El desarrollo del código se logró colocando las librerías y las variables que se utilizaron a través de funciones, el código recibió las instrucciones para que el programa empezará a leer datos hexadecimales y dar el tiempo de espera para que reciba las instrucciones a realizar.

Al igual en el código se encuentran las indicaciones de los pines que van a estar trabajando para recibir las señales y así pueda funcionar físicamente el prototipo. Igualmente, se abrió un ciclo infinito, en el cual el programa va a estar ejecutándose todo el tiempo hasta que se realice el apagado manualmente, posteriormente se abrió otro ciclo con las instrucciones ya dadas para su ejecución, donde de lo contrario no se realizaran y el programa seguiría ejecutándose hasta que reciba los parámetros dados para que funcione. Para un entendimiento mejor se abordarán algunos términos más importantes utilizados en la elaboración del código:

**int velocidad=100;** configuración de las revoluciones por minuto de los motores.

**byte com=0;** la variable tipo byte está diseñada para almacenar en memoria datos en un valor en hexadecimal, en este caso funcionará para recibir las instrucciones del sensor de control de voz.

**Tabla 1.**

*Datos en un valor en hexadecimal*

<b>Frase</b>	<b>Valor en hexadecimal</b>
Auto	11
Bajar	12
Abajo	13
Subir	14
Arriba	15

*Nota.* Datos del recibimiento de instrucciones del sensor de control de voz. Elaboración propia.

**int grupo=1;** la variable de tipo entero (int) recibe números enteros dentro de la memoria de Arduino, en este caso funciona para identificar a qué grupo pertenece el conjunto de comandos guardados en el sensor de reconocimiento de voz, ya que este puede manejar hasta tres grupos.

**Serial.begin(9600);** línea de código para realizar una comunicación entre Arduino y computadora, así como Arduino con el sensor de reconocimiento de voz.

**Serial.write(0xAA); Serial.write(0x00); Serial.write(0x37); Serial.write(0x21);** conjunto de comandos en hexadecimal ejecutados desde líneas de código para entrar a la memoria del sensor de reconocimiento de voz y con ello configurar las instrucciones de configuración.

**pinMode(3,OUTPUT); pinMode(5,OUTPUT); pinMode(6,OUTPUT); pinMode(9,OUTPUT);** conjunto de configuración como salida en los pines

3,5,6,9 para ejecutar el control del puente H (L298) y con ello activar los motores o desactivarlos.

**void loop()**{ función loop o bucle donde se ejecuta toda la lógica del programa para que constantemente esté ejecutando cada una de las condiciones y acciones establecidas en el algoritmo de programación.

La elaboración del código permite pasar a la siguiente etapa, la cual es el diseño del circuito eléctrico, que de igual manera ayudó a la selección de los componentes eléctricos que se utilizaron en la elaboración del circuito físico del prototipo.

La simulación del circuito eléctrico se realizó en la plataforma de Tinkercard, en la que se obtuvo la libertad de interactuar con la diversidad de componentes que brinda, con el fin de seleccionar los adecuados y más allá con los que funcionaría de manera adecuada y positiva el código junto con los dispositivos electrónicos.

En el circuito se tiene el optoacoplador MOC3041, el cual cumple la función de trabajar con dos tipos de fuentes que es el Arduino que tiene ciertas características, una de ellas es que trabaja a 5 V y con una corriente de 40 mA, las cuales son señales muy pequeñas que no tendrían la suficiente fuerza para mover el vidrio del vehículo.

## Resultados

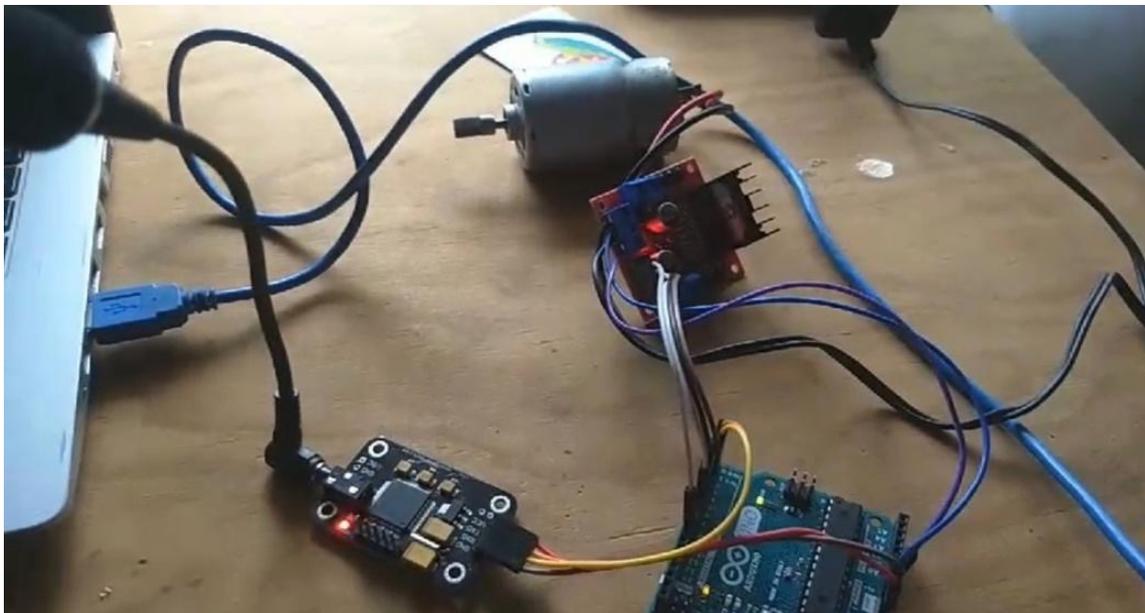
Los resultados obtenidos para ser la primera prueba del prototipo por comando de voz fueron un éxito, ya que la lógica del lenguaje de la programación logró realizar la acción que se solicitó, esto también trabajó junto con el circuito eléctrico al incluir los dispositivos que mejor funcionaron para la ejecución del comando por voz.

Las pruebas realizadas después de un largo trayecto de trabajo e investigación trajeron el perfeccionamiento de ello, lo cual se presenta en las siguientes evidencias en donde se ejecuta el prototipo por comando de voz. prototipo por comando de voz.

Se observa en la siguiente imagen los dispositivos electrónicos trabajando en conjunto para su ejecución, donde recibe la indicación abajo y se observa como el sensor de voz activa un led, lo que muestra la recepción de información interpretada por el lenguaje de programación, para poder accionar el motor que haría la función de bajar el vidrio de la ventana.

### **Figura 1.**

*Ejecución de bajar ventana por comando de voz.*

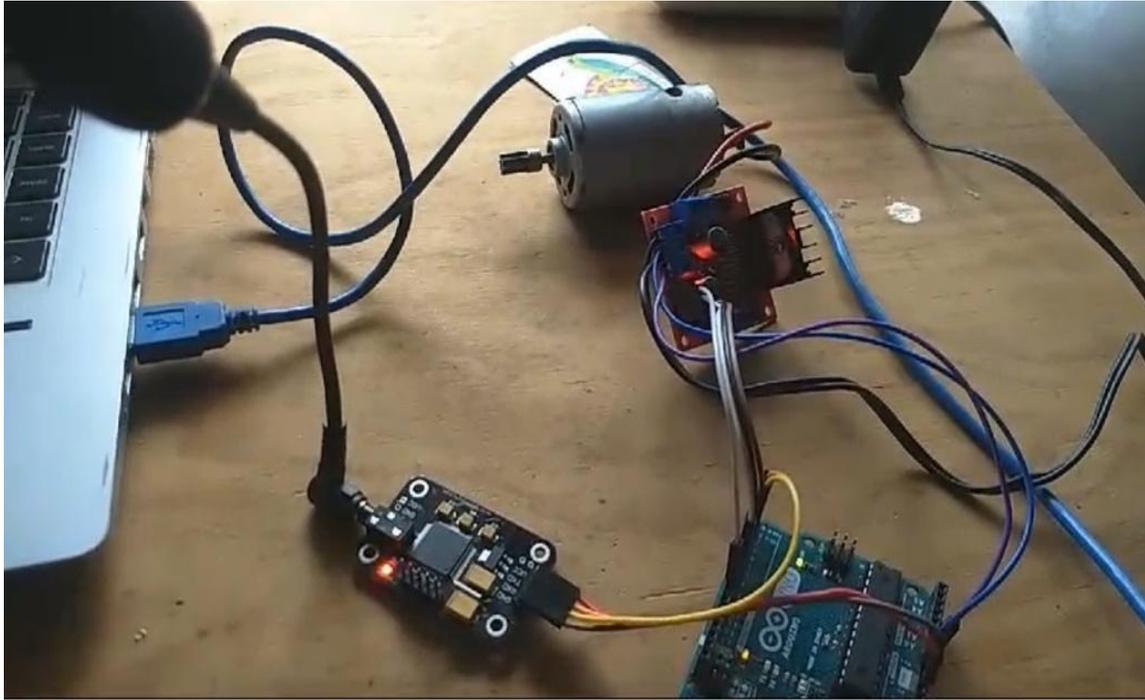


*Nota.* Prototipo trabajando con la indicación de bajar ventana. Elaboración propia.

Se observa en la siguiente imagen los dispositivos electrónicos trabajando en conjunto para su ejecución, donde recibe la indicación abajo y se observa como el sensor de voz activa un led, mostrando el recibimiento de información interpretado por el lenguaje de programación, para poder accionar el motor que se hará la función de subir el vidrio de la ventana.

## Figura 2.

*Ejecución de bajar ventana por comando de voz.*



*Nota.* Prototipo trabajando con la indicación de subir ventana. Elaboración propia.

## Conclusiones y discusión

Se puede concluir que el sistema del prototipo cumple con los objetivos esperados y para ser un primer diseño cumple su función a la perfección, evidentemente cuenta con sus limitaciones, ya que al detectar ruido externo el sistema no reconoce las instrucciones dadas por el usuario, aun así y al margen de dicha situación, el sistema cumple con su primera etapa inicial.

Las pruebas ayudaron al perfeccionamiento del código y circuito eléctrico, puesto que se realizaron pruebas de funcionamiento para detectar posibles fallos y tener

una perspectiva clara de las mejoras que se podrían implementar para su buen funcionamiento de ello.

El costo-beneficio es un claro avance para el prototipo porque se tienen alcances de automatización en los vehículos de gama media, en el que se puede obtener estas nuevas tecnologías del comando de voz, que principalmente son utilizadas en vehículos de gama alta.

Se brinda la seguridad y comodidad en la hora de conducción del usuario, otro punto importante es la inclusión de la sociedad en general, sin tener distinciones con personas que carezcan de alguna discapacidad, lo que genera una experiencia más placentera y con menos distracciones al implementar el comando por voz.

Se puede seguir investigando este tema mejorarlo e implementarlo en el automóvil, ya que tiene un futuro prometedor la automatización dentro del vehículo y se puede implementar en otros sistemas para tener una eficiencia más innovadora que cumpla con su función principal de realizar las tareas con muy poca intervención humana.

## **Referencias**

Balcells, J., & Romeral, J. (2009). *Autómatas programables*. MARCOMBO, S.A.

García, E. (2018). *Automatización de procesos industriales*. Universitat Politècnica de València.

Gómez, C. (2005). *Introducción a la automatización*. *Autómatas programables*. Universidad de Vigo.

Ponsa, P., & Granollers, A. (2009). *Diseño y automatización industrial*. Universidad Politècnica de Catalunya.

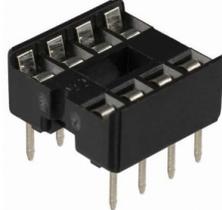
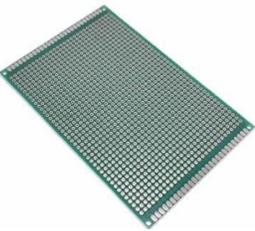
Sanchis, R., Romero, A., & Ariño, C. (2010). *Automatización Industrial*. Universitat Jaume.

## Anexos

**Tabla 2.**

*Dispositivos electrónicos utilizados*

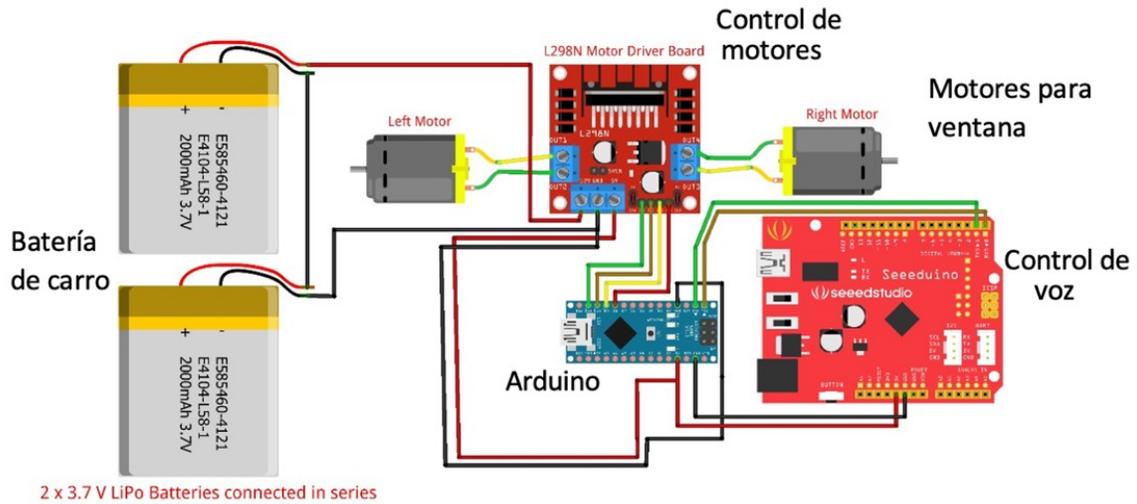
DISPOSITIVO	IMAGEN	COSTO	URL
Sensor de reconocimineto de voz I2C y UART SEN0539-EN		\$ 307.00	<a href="https://uelectronics.com/producto/sensor-de-reconocimiento-de-voz-i2c-y-uart-sen0539-en/">https://uelectronics.com/producto/sensor-de-reconocimiento-de-voz-i2c-y-uart-sen0539-en/</a>
Nano 3.0 con Cable / Sin cable / Shield Compatible con Arduino		\$ 102.00	<a href="https://uelectronics.com/producto/arduino-nano-3-0-con-cable-sin-cable-shield/">https://uelectronics.com/producto/arduino-nano-3-0-con-cable-sin-cable-shield/</a>
MOC3041 Optoacoplador		\$ 10.00	<a href="https://uelectronics.com/producto/moc3041-optoacoplador-dip-6/">https://uelectronics.com/producto/moc3041-optoacoplador-dip-6/</a>

<p>Base Socket 8 Pines IC DIP – 8 Slim</p>		<p>\$ 3.00</p>	<p><a href="https://uelectronics.com/producto/base-socket-8-pines-ic-dip-8-slim/">https://uelectronics.com/producto/base-socket-8-pines-ic-dip-8-slim/</a></p>
<p>Tira Header Hembra 2.54mm Diferentes pines</p>		<p>\$ 6.00</p>	<p><a href="https://uelectronics.com/producto/base-socket-8-pines-ic-dip-8-slim/">https://uelectronics.com/producto/base-socket-8-pines-ic-dip-8-slim/</a></p>
<p>PCB doble cara 8x12cm</p>		<p>\$ 29.00</p>	<p><a href="https://uelectronics.com/producto/placa-pcb-doble-cara-8x12cm/">https://uelectronics.com/producto/placa-pcb-doble-cara-8x12cm/</a></p>
<p>LM317 Regulador Step Down 20W 2A</p>		<p>\$ 32.00</p>	<p><a href="https://uelectronics.com/producto/modulo-regulador-lm317-step-down-4-5-40v-a-1-2-37v/">https://uelectronics.com/producto/modulo-regulador-lm317-step-down-4-5-40v-a-1-2-37v/</a></p>
<p><b>TOTAL \$ 489.00</b></p>			

*Nota.* Costos de los dispositivos utilizados en el circuito realizado. Elaboración propia.

**Figura 3.**

*Circuito eléctrico del prototipo por comando de voz.*



*Nota.* Circuito eléctrico del comando por voz para un sistema de apertura y cierre de ventanas. Elaboración propia.