



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# PROMETEO<sup>1</sup>

## SISTEMA AUTÓNOMO PARA EL MANEJO DE UNA TORRE VERTICAL DE PARQUEADEROS

### *Autonomous system for the handling of vertical tower in parking lots*

CRISTIAN EDUARDO PUERCHAMBUD LADINO<sup>2</sup> JUAN DAVID HENAO ARIZA<sup>3</sup>

*Recibido: 27 de noviembre de 2017. Aceptado: 12 de diciembre de 2017*

*DOI: <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2018.v5.n9.a39>*

#### RESUMEN

Se desarrolló un modelo para dar solución a una problemática de la vida cotidiana: el control y manejo de un parqueadero. Servicio que se ha caracterizado en algunos casos como deficiente y que no cuenta con las características tales como: seguridad, comodidad y rapidez, para hacer de este servicio el mejor. Siendo dichas características nuestros objetivos a seguir, se optó por la idea de una torre vertical de parqueaderos, que mediante la aplicación de conocimientos básicos de la electrónica y la programación orientada a objetos se automatizarán los diferentes procesos que toman lugar usualmente en un parqueadero, y que estos sean totalmente autónomos. La operatividad armónica de los componentes electrónicos a usar y la comunicación entre estos con un software de control recae sobre Arduino UNO, el cual se encarga de controlar y procesar la información recibida desde el software de control, todo esto para mejorar la calidad del servicio y de vida de los seres humanos que hacen parte de la vida urbana.

**Palabras clave:** parqueadero, automatización, autónomo, electrónica, programación, Arduino.

#### ABSTRACT

A model was developed to solve a problem of daily life: the control and management of a parking lot. A service that has been characterized in some cases as the poor and that does not have the characteristics of stories such as: safety, comfort and efficiency, to make this service the best. These characteristics being our objectives to be followed, we opted for the idea of a vertical parking tower, which through the application of basic knowledge of electronics and object-oriented programming will automate the different processes that usually take place in a parking lot, and that these are totally autonomous. The harmonic operation of the electronic components to be used and the communication between them with a control software falls on Arduino UNO, which is in charge of controlling and the information received from the control software, all this to improve the quality of service and life of the human beings that are part of urban life.

**Keywords:** parking lot, automation, autonomous, electronics, programming, Arduino.

## INTRODUCCIÓN

EL PRESENTE trabajo surgió en el marco del desarrollo de un proyecto final para la asignatura de Programación Orientada a Objetos de cuarto semestre de Ingeniería de Sistemas de la Corporación Universitaria Republicana; parte de la

resolución de un problema real: el control y el manejo de un parqueadero de forma eficiente, mediante herramientas que nos brinda el campo de la electrónica y la programación.

Para resolver el problema, se diseñó un modelo para la automatización de los diferentes

- 1 Resultados del proyecto final de la asignatura Programación Orientada a Objetos, orientada por el Docente investigador Jose Alejandro Franco Calderón del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Corporación Universitaria Republicana. Bogotá D.C.
- 2 Cristian Eduardo Puerchambud Ladino, estudiante de quinto semestre de Ingeniería de Sistemas de la Corporación Universitaria Republicana, Bogotá D.C., Interés en la Inteligencia Artificial. (Correo electrónico: croxx343@gmail.com).
- 3 Juan Heno, estudiante de quinto semestre de Ingeniería de Sistemas de la Corporación Universitaria Republicana, Bogotá D.C. Correo electrónico hyugaheno@hotmail.com

procesos que se tienen usualmente en un parqueadero y son eventualmente ejecutados por un operario o por un conductor. En ese sentido, la parte operativa, la hemos diseñado a partir del control de un Sistema motorizado y un Sistema de información.

La parte de mando del modelo fue diseñada en el Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) de NetBeans bajo el lenguaje de programación JAVA, conjunto a una parte de mando desarrollada en Arduino dándole como resultado un sistema automatizado y autónomo. Por otro lado, se diseñó una base de datos para el almacenamiento de la información que los parqueaderos generan (placas de los vehículos, horas de ingreso y de salida, precio a pagar, etc.), lo cual permite un registro detallado de cada automóvil que utilizará el servicio, lo que podría ser consultado en cualquier momento por medio del software de control.

Al dar respuesta al problema identificado, no solo se pensó en la parte técnica, también se pensaron aspectos comerciales y por esta razón se ha diseñado un Logotipo de lo que puede ser el producto y servicio completo. Ver Fig. 1.



Fig. 1. Logotipo.

La Fig. 1 muestra el logo de Prometeo que contiene un poliedro en la parte superior, el cual está compuesto por varios pentágonos, cada cara o cada pentágono de este poliedro hace referencia como tal a las diferentes áreas de conocimiento que se abarcaron para el desarrollo del proyecto, entre las cuales se pueden recalcar: los diferentes tipos de programación, la electrónica (tanto digital como analógica), la física y la Ingeniería en su misma expresión, entre otras áreas de conocien-

to. Estas áreas conforman el poliedro y este representa la idea culminada y totalmente realizada del proyecto.

El nombre Prometeo, hace alusión al titán de la mitología griega, fue principalmente caracterizado por ser amigo y protector del hombre, por el amor que tenía hacia la humanidad, lo que lo conllevó a robar y entregar el fuego de los dioses a los hombres, por lo que se ganó la adulación de la humanidad. Dicho fuego fue una herramienta para la evolución de la humanidad, lo cual fue el mismo propósito para el desarrollo de este proyecto, que, por medio de la creación de un sistema autónomo y la automatización, se pudiera crear una herramienta dirigida totalmente para la sociedad, para mejorar la calidad de vida de las personas que fueran participes como usuarios de la herramienta que desarrollamos.

Se utilizó el color azul ya que evoca tranquilidad al observador, la tonalidad oscura del color azul añora lealtad y confianza. Dicho color es usado por compañías de alta fidelidad tecnológica.

## I. MARCO TEÓRICO

Actualmente existen diversas soluciones automatizadas para parqueaderos de diferentes topologías, así mismo existen diferentes tipos de control electrónico; hoy en día, se tiene comercialmente implementaciones microcontroladas, bajo sistemas SCADA, mediante FPGA, entre otros dispositivos electrónicos programables.

Existen diversas aplicaciones de control de motores tanto DC como AC para ascensores de carga [1], y este mismo principio se emplea en la aplicación de torres verticales para parqueaderos, bajo la misma idea de funcionamiento, se abordó la solución para implementar un sistema microcontrolado y una interfaz de usuario que permitiera la interacción con todo el sistema.

Desde los aspectos más básicos para la implementación, es importante definir cada elemento utilizado para poder llevar a cabo la materialización del prototipo funcional.

Los elementos utilizados desde la etapa electrónica fueron:

## A. Protoboard

La Protoboard es una herramienta cuya principal función es la prueba de circuitos electrónicos, la ventaja que maneja esta misma respecto a su función es que es sencillo armar dichos circuitos sin tener que realizarlos con soldaduras. Si el circuito que se está realizando para su respectiva prueba no funciona de manera correcta, se puede modificar para lograr el resultado que se quiere sin afectar los elementos que componen la Protoboard. Esta tiene gran variedad de orificios donde se insertan los terminales de los elementos que conforman el circuito [2]. Ver Fig. 2.

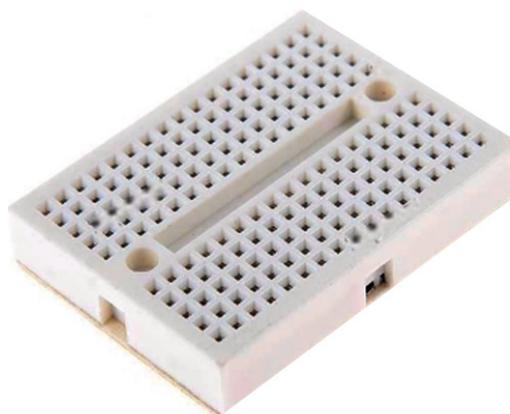


Fig. 2. Protoboard

## B. Cable para protoboard o Cable Punte

El cable puente o cable para protoboard es un cable con un conector en cada punta y los mismos son usados para prototipos de circuitos y se usa para conectar entre si los componentes en una placa de pruebas o protoboard. Los cables se fijan a los orificios previstos de la protoboard para conectar los terminales al circuito que se está desarrollando en la placa de pruebas, una de las grandes ventajas de estos cables que no tienen que ser soldados en los orificios donde cumplirán su función [3]. Ver Fig. 3.

## C. Circuito Integrado L293D

Este circuito se usa para controlar pequeños motores y actuadores de corriente directa, el cir-



Fig. 3. Cable puente

cuito se ve muy a menudo en robótica para lo mencionado anteriormente, controlar pequeños motores y actuadores de corriente directa. Este circuito incluye en su interior 4 drivers y la máxima corriente que puede soportar el L293D es de 4.5 volts a 36 volts. Las entradas que posee dicho circuito son compatibles con TTL y esto aborda una gran ventaja dado que pueden manejarse con la mayoría de microprocesadores y circuitos lógicos del mercado a disponibilidad [4]. Ver Fig. 4.

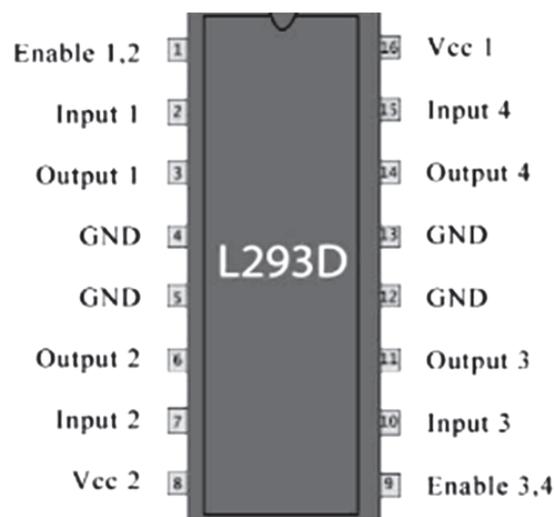


Fig. 4. Circuito Integrado L293D

La función principal de este circuito integrado es simplificar una función eléctrica encapsulándolo en uno sólo, es decir todo un circuito eléctrico en uno, que a pesar de su pequeño tamaño se puede controlar el giro de dos motores al mismo tiempo.

## D. Resistencia electrónica o Resistor

Componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito eléctrico[5]. Ver Fig. 5.



Fig. 5. Símbolo de la resistencia eléctrica en un circuito.

La función principal de la resistencia consiste en oponerse al paso de la corriente y así mismo, proteger los componentes electrónicos para así de esta manera lograr evitar daños.

### E. Cargador de 5 voltios (fuente de energía)

Para alimentar los componentes electrónicos implementados se usó un cargador de 5 voltios, en general los cargadores contienen un transformador que convierte la corriente alterna de la red eléctrica comercial de 110VAC, en una o varias tensiones continuas, usadas para alimentar circuitos electrónicos, el proceso de transformación esta dado por 4 etapas [6] [7]:

1. Transformador: Proporciona una tensión alterna sinodal, disminuye la amplitud de la tensión alterna, mantiene la frecuencia y proporciona aislamiento galvánico.
2. Rectificador: Proporciona una señal pulsante, compuesta de una señal continua y rizada.
3. Filtro: Proporciona una señal continua, reduce el rizado de la tensión, aísla la componente alterna de la continua y asegura un comportamiento lineal.
4. Regulador: Mantiene un valor de tensión estable.

### F. Circuito electrónico

Un circuito eléctrico es un arreglo que permite el flujo completo de corriente eléctrica bajo la influencia de un voltaje. Un circuito eléctrico típicamente está compuesto por conductores y cables conectados a ciertos elementos de circuito como aparatos y resistencias. Si se conecta el polo positivo de una fuente eléctrica al polo negativo, se crea un circuito. Entonces la carga se convierte en ener-

gía eléctrica cuando los polos se conectan, permitiendo el flujo continuo de energía cinética [8]. Ver Fig. 6.

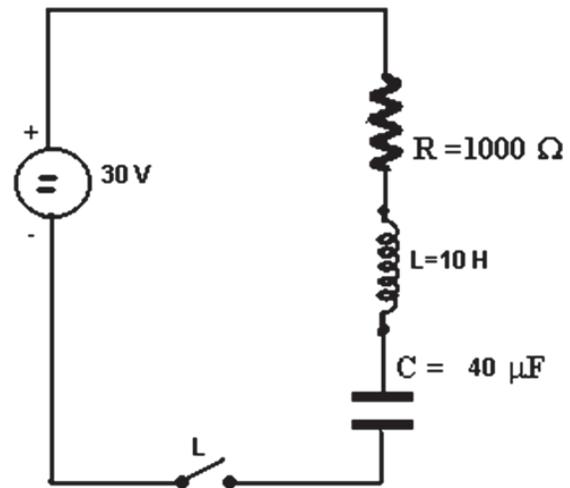


Fig. 6. Ejemplo Circuito Electrónico.

### G. LED (light-emitting diode)

Un diodo emisor de luz es una fuente de luz constituida por un material semiconductor dotado de dos terminales. Se trata de un diodo de unión p-n, que emite luz cuando está activado [9].

### H. LED RGB

Componente electrónico cuya característica principal es tener dos o más colores según el número de conexiones que tenga a diferencia de un led común que posee solo uno, al variar la intensidad de corriente de cada led se producen diferentes colores. El voltaje de funcionamiento de cada uno de los colores es aproximadamente 2.1V para el color rojo y 3.3V para los colores verde y azul [10]. Ver Fig. 7.

### I. Corriente Continua

La corriente continua se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo. A diferencia de la corriente alterna, en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma direc-

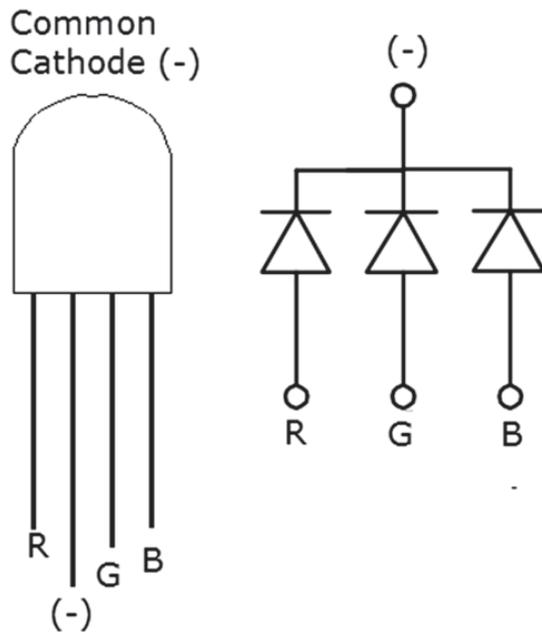


Fig. 7. Circuito y esquema del LED RGB.

ción. También se dice corriente continua cuando los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, el flujo se denomina corriente continua y va (por convenio) del polo positivo al negativo [11]. Ver Fig. 8.



Fig. 8. Grafica Voltaje vs Tiempo Corriente Continua.

Los elementos utilizados desde la etapa mecánica fueron:

### J. Polea

Mecanismo para mover o levantar cosas pesadas que consiste en una rueda suspendida, que gira alrededor de un eje, con un canal o garganta en su

borde por donde se hace pasar una cuerda o cadena. Esta máquina simple se usa para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso u objeto [12]. Ver Fig. 9.

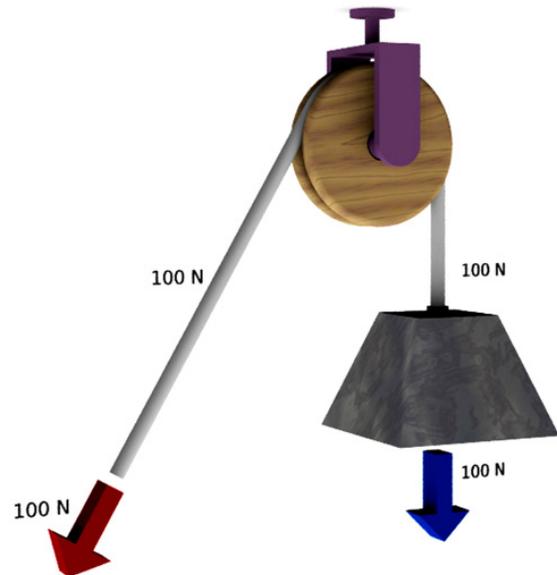


Fig. 9. Polea simple fija.

### K. Conversión movimiento circular a lineal

Para la conversión de movimiento circular a lineal se usan mecanismos que cumplan con la tarea anteriormente mencionada, en los mecanismos encargados de la transformación el movimiento que tiene el elemento de entrada será diferente del tipo de movimiento que va a tener el elemento al momento de la transformación, es decir, el tipo de movimiento se transforma en otro distinto, de ahí el nombre de mecanismo de transformación [13].

#### *Piñón - Cremallera*

Este mecanismo convierte el movimiento circular del piñón a movimiento lineal mediante una cremallera dentada. Este mecanismo es reversible, es decir, el movimiento rectilíneo de la cremallera se puede convertir en un movimiento circular por parte del piñón. En el primer caso, el piñón al girar y estar engranado a la cremallera, empuja a ésta, provocando su desplazamiento lineal. Este mecanismo de conversión de usa frecuentemente

para tareas de precisión, como lo son instrumentos ópticos, mecanismos de cerraduras, etc. [13]. Ver Fig. 10.

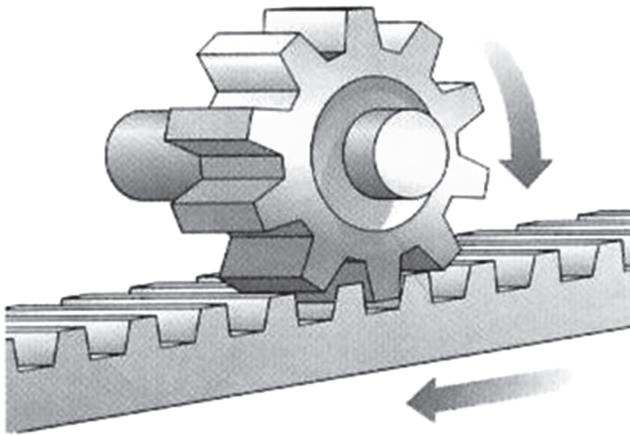


Fig. 10. Mecanismo de Piñón - Cremallera.

#### L. Motor DC (Corriente Continua)

Es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, esto genera un movimiento rotatorio gracias a un campo magnético. Este tipo de motor tiene dos partes, el estator quien da soporte mecánico y contiene los polos del mismo y el rotor que es generalmente de forma cilíndrica y es alimentado con corriente directa [14].

#### M. Motor Reductor

El motor reductor se compone básicamente de un motor y engranajes que proporcionan un torque mayor al que ofrece un motor de corriente continua, esto quiere decir, que con este motor se obtiene una mayor fuerza, lo que es ideal para trabajos que requieren el movimiento de objetos pesados o similares, aun así, tiene otras aplicaciones como combinar o cambiar las velocidades de giro, por ejemplo: [15] [16].

- Reloj.
- Cajas de cambios de un automóvil.
- Batidoras Industriales.

Los elementos utilizados desde la etapa de software fueron:

#### N. Arduino Genuino (software)

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto basada en hardware y software flexibles. Sus principales funciones es crear objetos o entornos interactivos. Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores, control de luces, motores y otros elementos electrónicos. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language [17].

Arduino cumple la función de ser el puente entre los elementos electrónicos y el mundo virtual y de esta manera poder programar los dispositivos para que funcionen de la manera deseada.

#### O. NetBeans IDE (software)

NetBeans es un programa diseñado para el desarrollo integrado libre, dirigido principalmente para el lenguaje de programación Java. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso. La plataforma NetBeans crece periódicamente gracias a los aportes de una comunidad que crece constantemente, implementando nuevas funcionalidades y facilidades para los usuarios que se dedican a programar y diseñar aplicaciones en la plataforma. El NetBeans IDE soporta el desarrollo de todos los tipos de aplicación Java (J2SE, web, EJB y aplicaciones móviles). Entre sus características se encuentra un sistema de proyectos basado en Ant, control de versiones y refactoring [18].

Mediante esta plataforma y con el lenguaje Java orientado a objetos se pretende comunicar Arduino; tanto el software como el dispositivo, y demás elementos electrónicos usados para el desarrollo del proyecto en una interfaz gráfica debidamente programada para su completo funcionamiento.

#### P. JAVA (lenguaje de programación)

Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible [19].

#### Q. XAMPP (software)

Es un servidor web de plataforma, software libre, que consiste principalmente en el sistema de

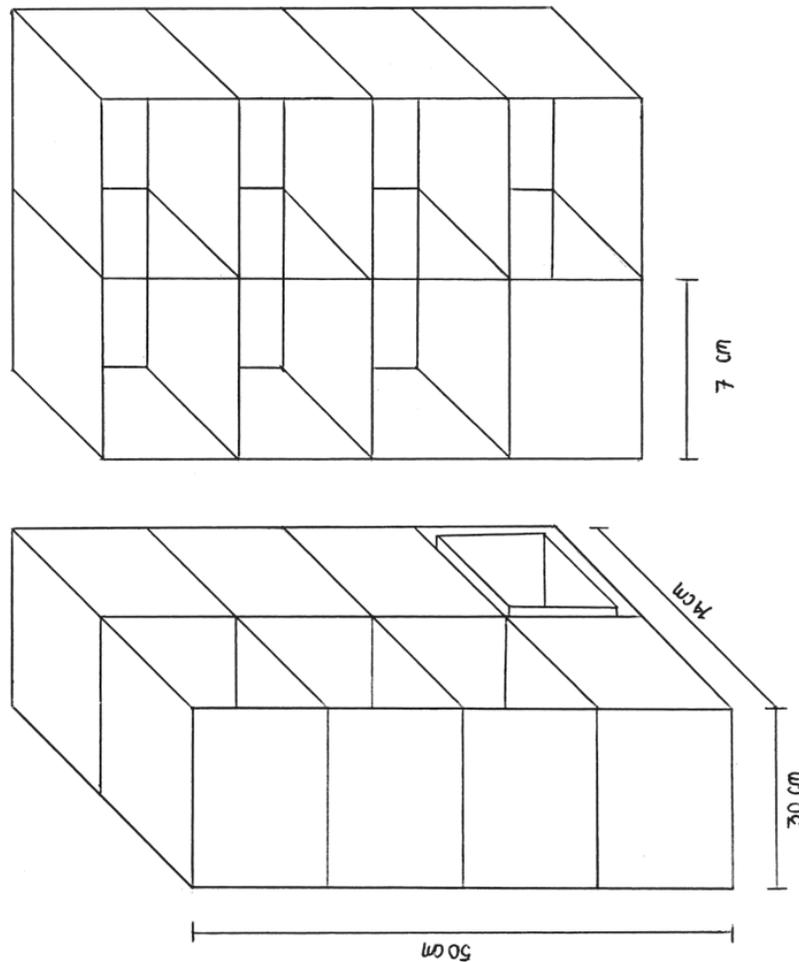


Fig. 11. Plano - Estructura de la plataforma.

gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script PHP y Perl [20].

## II. CONSTRUCCION DEL MODELO

Como primera etapa de la construcción del parqueadero, se realizaron bosquejos de toda la estructura, para así de esta manera, entender su funcionamiento básico. Ver Fig. 11.

La estructura principal, Fig. 12, cuenta con cuatro pisos a la parte derecha y la parte izquierda se encuentra el espacio donde tomaría lugar el ascensor. Ver Fig. 12.

Para la construcción del ascensor también se usó palos de balsa, pero esta vez de un tamaño más



Fig. 12. Estructura Básica del parqueadero.

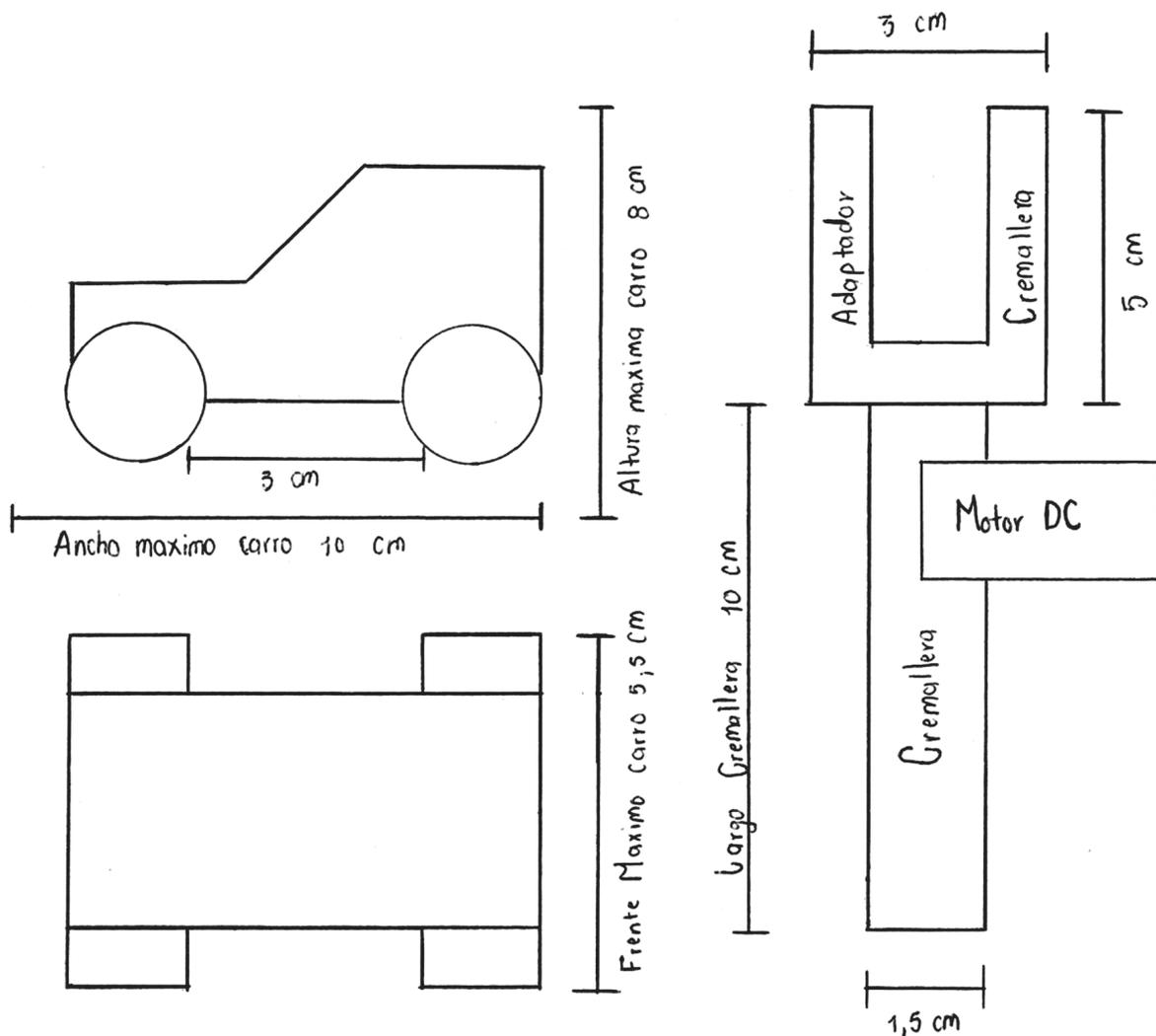


Fig. 13. Plano - Estructura de la plataforma.

pequeño, se le dio un piso al ascensor para así ubicar el mecanismo piñón - cremalleraconjunto al motor DC para así conformar la plataforma, como se observa en el bosquejo de la Fig. 13.

La plataforma tendrá la función de sostener, introducir y sacar respectivamente los automóviles. En la parte superior del edificio se ubicó una tabla de madera con un agujero en su centro, por donde pasaría el hilo (en este caso se utilizó pita) que sostendría el ascensor desde su techo, y está siendo recogida por una polea que fue añadida al piñón del motor reductor para así poder subir y bajar el ascensor. Ver Fig. 14 y 15.

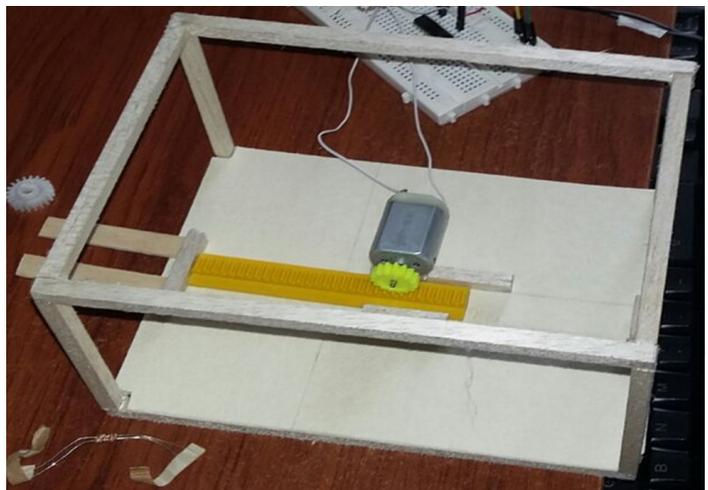


Fig. 14. Estructura de la plataforma.

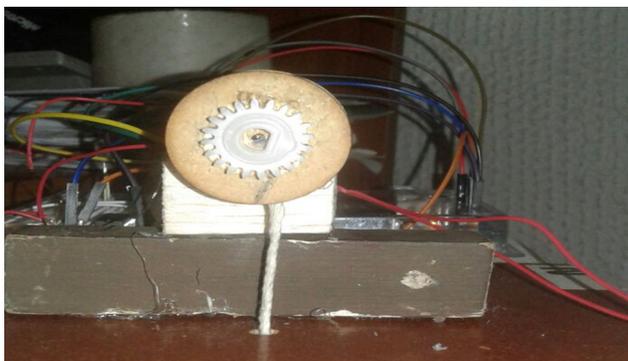


Fig. 15. Sistema de polea.

Al momento de insertar el ascensor a la estructura principal, se encontraron ciertas limitaciones para la fluidez del movimiento del ascensor, este chocaba con las vigas de la maqueta y no subía ni bajaba en línea recta, esta tenía un movimiento desbalanceado lo que lo hacía atascarse en los diferentes pisos del edificio. Como solución a los anteriores obstáculos se amplió la sección del edificio en donde toma lugar el ascensor, además se construyó un sistema de rieles para el ascensor, para que el movimiento de este fuera fluido. Ver Fig. 16.

Los pisos del parqueadero se taparon con cartón paja, de igual manera con las paredes, tapando cara frontal totalmente, y la cara posterior se forro con acetato para que se pudiera ver cómo funcionaba el mecanismo que subía el automóvil y lo acomodaba. Para tapar el techo donde se encuentra la protoboard y el arduino se diseñó una caja con palos de balsa y cartón paja.

Los pisos de las diferentes plazas fueron hechos con cartón paja al igual que las paredes externas del edificio, con este material tapamos la cara frontal y sus dos lados, la cara posterior se forro con acetato, material que, por su transparencia, se es capaz de observar el funcionamiento interno de los diferentes mecanismos que conforman el edificio. En la parte superior del edificio, se ubicó la protoboard y el Arduino con sus diferentes conexiones de una manera que no fuera a afectar el funcionamiento del motor reductor. Ya dejando fija la posición de los anteriores elementos, se procedió a realizar el cableado de LED RGB, para que este no afectara de manera visual del parqueadero se optó por pegar de manera organizada los cables a través de la columna del centro del edificio.



Fig. 16. Sistema de rieles.

Como etapa final, se trabajó en la estética del edificio, se trabajó con pinturas de color gris y azul para hacer alusión al logo del mismo parqueadero, se pegó el logo en la cara posterior del edificio conjunto a dos etiquetas más (una diciendo cual es la entrada del edificio y la otra señalando que el LED RGB es un aviso visual “si hay cupo” en el parqueadero). Ver Fig. 17.

### III. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EDIFICIO Y FUNCIONAMIENTO

Las características generales del prototipo son:

- Altura: 50 cm
- Base: 30 cm
- Ancho: 14 cm
- Número de pisos: 4
- Cantidad de plazas: 3



Fig. 17. Etapas de diseño del edificio.

El principio de funcionamiento se basa en tres fases específicas: Integración de Arduino, NetBeans y el acondicionamiento de los diferentes componentes electrónicos.

En la plataforma de Arduino se programan los dispositivos electrónicos, que en este caso son: Motor DC, Motor reductor, LED RGB, y el circuito integrado L293D mediante la tarjeta física Arduino Uno, que cumple la función de enviar las ordenes a dichos componentes.

Las funciones que cada componente electrónico cumple en el modelo desarrollado:

- Motor DC: Mediante el mecanismo de conversión de movimiento circular a líneas Piñón - Cremallera, asume la tarea de empujar y retroceder la plataforma donde está alojado el carro. Dicho mecanismo es el que se encarga de acomodar los automóviles en las plazas. Debido a que este motor maneja una velocidad muy alta y por consecuencia impulsaba la plataforma muy rápido y además con bastante fuerza, se le programo con la misma lógica del funcionamiento de un reloj, es decir que avanzara paso por paso, de esta manera la fuerza y la velocidad iba a disminuir y serían las justas para impulsar la plataforma.

Se adecuo el sentido de giro del motor para obtener los resultados: si giraba en sentido horario empujaría la plataforma y por consiguiente si giraba en sentido anti horario haría retroceder la plataforma. Terminada la secuencia del motor DC este llegaba a su posición inicial, dicha secuencia es la misma para todos los pisos a la hora de introducir o sacar el automóvil de la plaza.

- Motor Reductor: Este motor trabaja en conjunto con el mecanismo de la polea, y se encarga de subir el ascensor a los pisos del parqueadero; se eligió este tipo de motor debido a la facilidad para programarlo y por su fuerza, ya que el motor de corriente directa no generaba el torque necesario para subirlo (el motor reductor tiene la capacidad de alzar 1 kg). Su respectivo sentido de giro era el siguiente: subir el ascensor (sentido horario) y bajar el ascensor (sentido anti horario).

La programación como tal funciona de la siguiente manera, para cada piso se requiere cierta cantidad de tiempo, una vez el ascensor ha llegado al piso deseado se debe parar el motor reductor, este se apaga durante unos segundos para esperar que el motor de corriente continua cumpla su función y regrese la plataforma a su posición inicial, cumpli-

do esto el motor reductor se prende y regresa el ascensor a su posición inicial. Esta secuencia se repite para todos los pisos la única variación es el tiempo de subida y de bajada. Ver Fig. 18.

En el proceso de subir el ascensor y meter la plataforma (ingresar un automóvil) en el instante donde el motor DC haya empujado la cremallera hasta el punto de ingresar por completo el automóvil a su respectiva plaza, se enciende el motor reductor durante unos cuantos milisegundos hacia la izquierda para que la polea bajara el ascensor un poco y asentar el automóvil en el suelo de la plaza, y por consiguiente la plataforma pueda retroceder con plena libertad.

Para el proceso de subir el ascensor, sacar el automóvil y bajar el ascensor a su posición inicial, se ubica la plataforma por debajo del automóvil, se enciende el motor reductor en sentido horario para subir un poco el ascensor, para así alzar el automóvil, habiendo hecho lo anterior, se retrocede la plataforma y se retorna el ascensor a su posición inicial.

- Circuito integrado L293D: Se encargará de invertir el giro de los motores cuando se le ordene mediante la programación en Arduino.
- LED RGB: Este elemento se encarga de dar un aviso visual al usuario si el parqueadero está lleno o desocupado, si al menos hay un parqueadero vacío alumbrara de color verde y si todos están llenos alumbrara de color rojo.

Todo lo anteriormente mencionado esta conectado a la protoboard y Arduino mediante los cables puente para que funcione de manera correcta. Arduino UNO es alimentado mediante la entrada USB al computador y los demás dispositivos serán alimentados con el cargador de 5 voltios. Ver Fig. 19.

- Arduino Genuino: Se encargará de subir a la memoria del mismo Arduino UNO el algoritmo con el cual se tendrá control sobre los demás componentes electrónicos y a el pro-

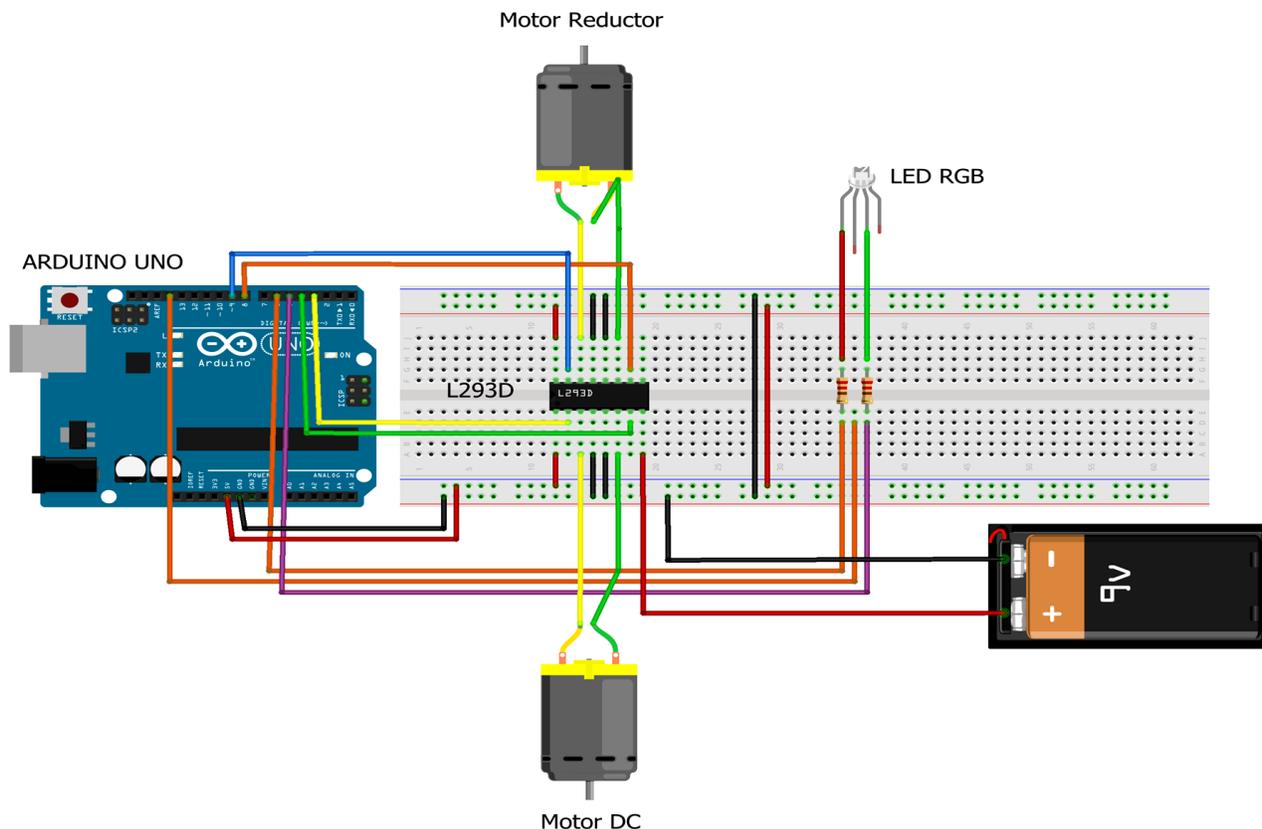


Fig. 18. Circuito del modelo.

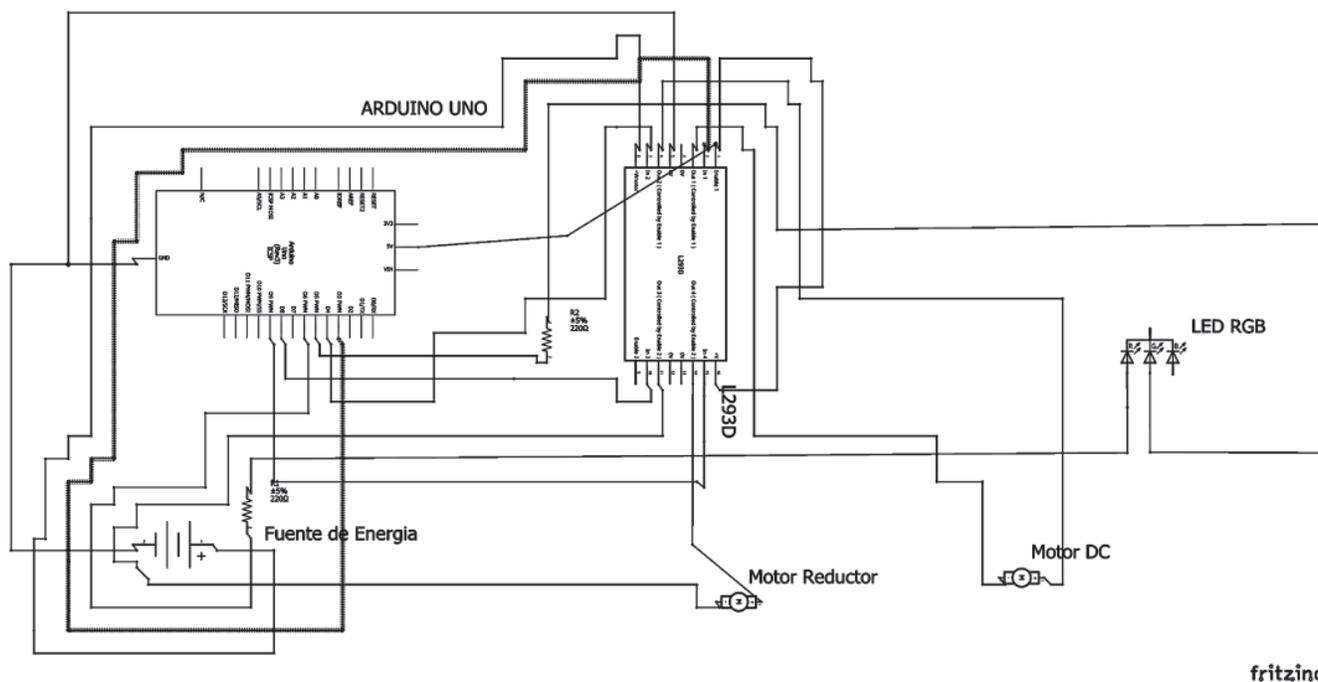


Fig. 19. Esquema del circuito del modelo.

cesamiento de la información que se le es enviada desde el Software de control para que la funcionalidad de estos elementos sea el deseado.

- NetBeans: Mediante el lenguaje de programación Java, la librería de comunicación de Arduino PanamaHitek, el diseño de una interfaz gráfica y la conexión a una base de datos, se busca que funcione de manera correcta el parqueadero autónomo. De manera más concreta, NetBeans se encargará de establecer la conexión entre Arduino y esta plataforma.

Principalmente se maneja un login con un usuario y una contraseña para la simulación de un administrador de la torre de parqueaderos, se verifica que el usuario y la contraseña sean correctos, si no, no permitirá la visualización de la interfaz gráfica del parqueadero y poner a prueba el funcionamiento.

La interfaz gráfica que se desarrolló permite la visualización del estado del parqueadero, existen cuatro paneles los cuales tienen las siguientes funcionalidades: el primer panel es donde se ingresa la placa del carro que está entrando al parqueadero, en esta parte estamos simulando

una visión artificial la cual se encargaría de capturar la placa del carro e ingresarla en el sistema, en el segundo panel se puede observar el estado de las plazas, si estas están desocupadas los paneles estarán de color verde, si la plaza está ocupada esta tendrá un color rojo, en el tercer panel existe una tabla y un botón, en la tabla se puede visualizar información de los automóviles que están en ese momento adentro del parqueadero (placa, hora de ingreso, y entre otros datos lo que el usuario tendrá que pagar por usar este servicio, este valor se va actualizando por cada segundo que pasa el automóvil adentro del parqueadero) y el botón el cual tiene la etiqueta "Registro Detallado" cumple la función que al ser presionado muestra toda la información que ha sido ingresada a la base de datos, este registro se considera más detallado por el hecho de manejar una fecha más detallada de tanto la hora y salida del automóvil, el tercer panel es donde el usuario cuando quiera recoger su respectivo automóvil ingresa la clave (clave que es autogenerada por el software de control) la cual se puede visualizar por unos segundos en el panel de ingresar la placa del carro, se verifica la clave y se procede a buscar el automóvil al que se le asignó dicha clave, si existe un automóvil con esa misma clave, se procede a almacenar la información del auto en la base de datos. por último, el quinto panel es don-

de generamos un tiquete al usuario, donde se puede visualizar información tal como, la fecha de la generación del tiquete, hora y salida del automóvil, la placa de dicho automóvil, entre otras.

La primera parte lógica del software de control es la siguiente, cada vez que se pulsa el botón ingresar placa, se verifica si hay plazas disponibles, si la primera está disponible se ubica el carro en dicha plaza, si esta estuviera ocupada, el software pasa a la siguiente plaza y verifica si esta está disponible y así sucesivamente. El software al encontrar una plaza disponible, visualmente en el segundo panel cambia el estado de la plaza a ocupada por lo tanto obtendrá un color rojo, después se iniciará un hilo o Thread que ira aumentando un contador por cada segundo que pasa, este contador simboliza lo que el usuario tendrá que pagar.

El parqueadero maneja una tarifa de \$120 por minuto, lo que equivaldría \$2 por cada segundo que pasa el automóvil desde que se ingresó la placa de este mismo en el sistema. Se manejan ciertas validaciones en esta parte, tales como que la placa ingresada no sea una cadena de caracteres vacía o que si no hay plazas disponibles la placa ingresado no se ingresaría en el sistema, ya verificado lo anterior, se le manda un dato al Arduino, por ejemplo, si la primera plaza se encuentra desocupada, se le manda un número "1", que al procesarlo Arduino iniciaría la secuencia de subir al automóvil a la primera plaza.

La segunda parte lógica es la siguiente, a cada usuario se le asigna una clave autogenerada y sin repeticiones, que aparece solo durante 5 segundos cuando se ingresó la placa adecuadamente, de esta manera si la clave es errónea en el botón "Verificar clave" no podrá sacar el carro hasta que no la ingrese de manera correcta, para el caso de Arduino no se enviará ningún dato hasta que esta verificación se haya completado.

La primera parte funcional mecánica-electrónica en la interfaz gráfica se encuentra en el botón "Ingresar placa", posteriormente NetBeans establece la conexión con Arduino, se envía un dato dependiendo del piso al que se va a acomodar el automóvil, Arduino lo procesa y se ejecuta el bloque de código respecto al dato que fue enviado y se encienden los mecanismos para empezar con el

proceso de inserción del automóvil, una vez que se ejecuta este bloque, Arduino retornara ese mismo dato para verificar que se procesó de manera correcta.

Cada vez que la visión artificial ingrese una placa, de manera autónoma, el programa verificara que espacios se encuentran disponibles, si es que lo hay, y acomodara el automóvil respectivamente.

La segunda parte funcional en la interfaz gráfica se encuentra en el botón "Verificar clave", luego de ello NetBeans establece la conexión con Arduino y se envía el dato respectivo al piso en el cual se encuentra el automóvil a sacar, se ejecuta el bloque de código y se encienden los mecanismos para empezar con el proceso retiro del automóvil, una vez que se ejecuta este bloque, Arduino retornara ese mismo dato para verificar que se procesó de manera correcta.

Cada vez que los clientes ingresen la clave, de manera autónoma, el programa verificará en que espacio se encuentra el automóvil y procederá a iniciar la secuencia de retiro.

Mediante todos los procedimientos anteriores fue la forma de automatiza y hacer autónoma una torre de parqueaderos vertical, por lo general el mismo propietario del automóvil es el que tiene que buscar por si solo un espacio libre en todo el parqueadero y parquear el carro por medio de sus facultades. Con este tipo de diseño, la persona simplemente se encarga de ingresar el automóvil hasta la plataforma, revisar cuál es su clave para así mismo reclamar su carro a futuro y poder retirarse, proceso que solo le toma aproximadamente dos minutos o menos, y usualmente las personas gastan más de diez minutos buscando un espacio libre en los parqueaderos en donde aparcar sus automóviles, situación que puede generar estrés a la persona, desde el no encontrar un espacio libre hasta el tiempo que gasta haciendo lo anterior. Cabe recalcar que este tipo de diseño ofrece una mayor seguridad y comodidad para el usuario, al usar una plataforma precisa para acomodar los carros y respectivamente bajar los carros garantizamos completa integridad del automóvil, además que el usuario no tiene la necesidad de disponer las llaves del automóvil a algún operario del parqueadero (que en este caso no aplica, ya que no manejamos en algún parte la fuerza física o mental

de algún operario). Como el propietario del automóvil no tiene que conducir aún más para estacionar su carro, se está contribuyendo a la reducción de Monóxido de Carbono (CO) en un 100% ya que en todo el proceso de acomodar el automóvil o bajarlo este estará apagado, lo que ayudaría al usuario en el ahorro de combustible.

#### IV. CONCLUSIONES

Con el desarrollo del prototipo se aplicaron los conceptos vistos en la asignatura y se aplicaron otros de asignaturas como electrónica básica y física.

Se puede apreciar que en la implementación de un sistema de parqueadero automatizado, se obtiene una reducción de costos, en cuanto operarios, no hay necesidad de usar demasiada luz artificial y adicionalmente se puede tener una reducción de accidentes.

Se reduce el tiempo de parqueo en un 86%.

Se reduce el consumo de combustible, aproximadamente el usuario se está ahorrando 0.0085 lt de gasolina (lo que gasta un automóvil en 100 mts conducidos).

Se reduce la producción de Monóxido de carbono (CO).

Al implementar este tipo de modelo se establece que se aumenta la calidad de vida del usuario, desde evitarle estrés al usuario hasta garantizarle la integridad del automóvil. Es seguro tanto para el usuario como para el automóvil.

#### V. REFERENCIAS

- [1] J. A. Franco y M. F. Rodríguez, Ascensor ATV71 controlado por codesys. Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información, Vol 2 N° 4, Corporación Universitaria Republicana, 2015.
- [2] Circuitos Electrónicos, ¿Qué es un protoboard? [En línea]. 2016. Disponible en: <http://www.circuitos-electronicos.org/2007/10/el-protoboard-tableta-de-experimentacin.html>
- [3] Wikipedia, Cable Puente [En línea]. 2016. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cable\\_puente](https://es.wikipedia.org/wiki/Cable_puente)
- [4] SIGMA Ltda., Tarjeta L293D [En línea]. Disponible en: [www.sigmaelectronica.net](http://www.sigmaelectronica.net)
- [5] Wikipedia, Resistor [En línea], 2016. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Resistor>
- [6] Concepto de Fuente de Alimentación [En línea]. Disponible en: <http://concepto.de/fuente-de-alimentacion/>
- [7] ddtorres. Transformadores [En línea]. Disponible en: <https://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Intalaciones/Electrifica/Tema%203.htm>
- [8] Wikipedia, Circuito [En línea], 2017. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito>
- [9] Wikipedia, Led [En línea], 2017. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Led>
- [10] Electrónica Teoría y Práctica, Como funciona un LED RGB [En línea]. Disponible en: <http://electronica-teoriaypractica.com/como-funciona-un-led-rgb/>
- [11] Wikipedia, Corriente Continua [En línea], 2017. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente\\_continua](https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_continua)
- [12] Aprendamos Tecnología, Mecanismo de transformación del movimiento [En línea]. Disponible en: <https://aprendemostecnologia.org/maquinas-y-mecanismos/mecanismos-de-transformacion-del-movimiento/>
- [13] Aprendamos Tecnología, Mecanismo de transformación del movimiento: Piñon - Cremallera [En línea]. Disponible en: <https://aprendemostecnologia.org/maquinas-y-mecanismos/mecanismos-de-transformacion-del-movimiento/>
- [14] D. Lenis, Motoredutores [En línea]. 2017. Disponible en: <https://prezi.com/zlba2hdi1jqg/motor-reductores/>
- [15] Potencia Electromecánica, Calculo de un motor reductor [En línea], 2017. Disponible en: <http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>
- [16] Wikipedia, Motor Corriente Continua. [En línea]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_de\\_corriente\\_continua](https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_continua)
- [17] Arduino, Que es Arduino [En línea], 2017. Disponible en: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>
- [18] Wikipedia, NetBeans [En línea], 2017. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/NetBeans>
- [19] ICTEA, JAVA [En línea]. 2016. Disponible en: <http://www.ictea.com/cs/knowledgebase.php?action=displayarticle&id=8790>
- [20] Wikipedia, XAMPP [En línea]. 2017. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/XAMPP>