



Estacionamiento Inteligente con Arduino

Allan Raúl Valentín Acuña Otero

Fernando Gabriel Gómez Gazo

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Americana

Electrónica con Arduino

Mtr. Ned Lacayo Thompson

23 de Mayo del 2025

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo	3
Introducción	4
Objetivos	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
Marco Teórico	6
Arduino y Su Rol en la Automatización	6
Automatización y Eficiencia Energética	6
Antecedentes	7
Justificación	9
Valor Pedagógico del Uso de Arduino	9
Metodología	11
Proceso de Desarrollo	11
Materiales y Componentes	11
Aplicaciones Utilizadas	14
IDE de Arduino	14
Bt Car controller	14
Visual Studio Code	14
Conclusiones y Recomendaciones	17
Documentación y Diagramación	18
Conexiones de componentes	18
Diagrama de los Circuitos	22
Anexos	24
Pruebas y Montaje Físico	24
Referencias	26

Resumen Ejecutivo

Este documento presenta el desarrollo de un sistema de estacionamiento inteligente implementado con Arduino en la Universidad Americana (UAM) a un nivel de escala. El propósito principal es optimizar la gestión del acceso vehicular mediante un sistema automatizado de asignación de espacios disponibles. El sistema utiliza sensores ultrasónicos para detectar la presencia de vehículos, un mecanismo de control motorizado para permitir o negar el acceso, también informa en tiempo real los espacios libres y asigna a cada vehículo un lugar en el estacionamiento de la universidad.

El diseño busca mejorar la eficiencia en la utilización del espacio, reducir la intervención humana y ofrecer una solución precisa y automatizada para ambientes universitarios con alta demanda de estacionamiento. Esta implementación se basa en fundamentos de domótica y sistemas embebidos. Los resultados muestran un funcionamiento preciso en la detección y asignación de espacios, así como una respuesta rápida en el control del acceso. Este sistema contribuye al desarrollo de soluciones inteligentes aplicables en diferentes entornos, principalmente educativos, urbanos y empresariales.

Introducción

La automatización, común en escenarios cotidianos como la apertura automática de puertas en supermercados, representa una estrategia clave en las grandes empresas para optimizar procesos. Ante esta necesidad, la ingeniería impulsa la innovación mediante el diseño de dispositivos electrónicos que faciliten las operaciones organizacionales.

La ingeniería electrónica se encarga del estudio y aplicación de circuitos electrónicos orientados al cumplimiento de objetivos específicos. En este campo, se han desarrollado herramientas que facilitan la implementación de proyectos tecnológicos sin requerir conocimientos avanzados en física. Un ejemplo destacado es Arduino, un microcontrolador programable que ha ganado amplia aceptación por su accesibilidad y versatilidad. Su impacto ha sido tal que ha sido incorporado en los planes de estudio de instituciones educativas, incluso a nivel básico, como parte fundamental en la formación técnica y profesional.

Uno de los problemas que mantienen las instituciones son las ocupaciones vehiculares, en especial, cuando se trata de organismos con una gran afluencia de personas, ya que todas se desesperan por tener el mejor lugar o el único lugar disponible, lo que genera desorden y desesperación entre los usuarios, lo que ocasionalmente produce accidentes con pérdidas monetarias. Por eso ante este panorama se encuentra el estacionamiento inteligente, un proyecto que nace de la idea de alcanzar una gestión adecuada de los estacionamientos.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un sistema automatizado de estacionamiento inteligente, basado en Arduino; que permite una óptima gestión del estacionamiento y acceso vehicular en la Universidad Americana(UAM), en un periodo de cinco sábados correspondientes al primer corte del primer semestre del año 2025.

Objetivos Específicos

Innovar una solución tecnológica sostenible orientada a mejorar la eficiencia y organización del estacionamiento en la Universidad Americana (UAM).

Diseñar el circuito electrónico de un sistema de estacionamiento inteligente, que permita automatizar la gestión de espacios y el control de acceso vehicular en un plazo de cinco sábados.

Evaluar la eficiencia del sistema automatizado mediante pruebas funcionales que permitan verificar su desempeño en condiciones reales de uso.

Marco Teórico

La automatización está transformando diversos sectores mediante la incorporación de tecnologías accesibles y eficientes en distintos procesos. Entre estas tecnologías, Arduino ha destacado como una herramienta ampliamente utilizada para dichos fines. Este dispositivo ha ganado popularidad en distintos ámbitos, permitiendo el desarrollo de soluciones innovadoras en control y monitoreo de procesos. A continuación, se exploran los fundamentos técnicos de Arduino, su papel en la automatización, su aporte a la eficiencia energética y la reducción de errores humanos, así como su valor para ser utilizado en entornos educativos.

Arduino y Su Rol en la Automatización

Arduino es un microcontrolador capaz de ejecutar instrucciones programadas en un lenguaje basado en C. Para su funcionamiento básico, se requieren al menos dos funciones fundamentales: `void setup()`, encargada de la inicialización del sistema, y `void loop()`, que representa el ciclo de ejecución continuo del dispositivo.

Arduino está siendo cada vez más utilizado para distintos fines y proyectos, en los cuales principalmente destacan aquellos que están enfocados en la agilización y automatización de procesos.

Automatización y Eficiencia Energética

La automatización se define como el uso de tecnologías para ejecutar tareas con mínima intervención humana. También se aplica para realizar actividades repetitivas con mayor precisión, reduciendo significativamente el margen de error de forma más precisa dejando un margen de error muy bajo o casi nulo. La automatización hoy en día se encuentra cada vez más presente en la industria, por ejemplo: en la robótica, el

manejo de maquinarias, producción en fábricas, gestión de procesos empresariales, entre otros.

Según Ecomfort y Salud (2024), las tecnologías utilizadas en la automatización de procesos, especialmente aquellas enfocadas en la domótica, permiten gestionar de forma más eficiente el consumo energético, ya que pueden adaptarse a las necesidades específicas del usuario y a las condiciones del entorno.

En un estacionamiento inteligente; el consumo energético se puede ver disminuido en un porcentaje bastante alto o notorio, ya que el sistema detecta cuando un vehículo ingresa a las instalaciones y se encarga de asignar un estacionamiento, reduciendo el tiempo utilizado para buscar un lugar en el estacionamiento, también al reducir el tiempo de búsqueda reduce el consumo de combustible utilizado.

Además se podría automatizar para que el sistema eléctrico del alumbrado no se esté utilizando cuando no se encuentran vehículos estacionados en las distintas áreas; estos pueden ser algunos ejemplos en cómo el estacionamiento inteligente puede ayudar a reducir los costos por consumo de energía y automatiza el proceso de buscar un espacio disponible en el estacionamiento.

Antecedentes

El estacionamiento inteligente no es una idea muy alejada de la realidad, es algo que hoy en día ya se ve implementado en muchos lugares, algunos ejemplos pueden ser:

Madrid, España

Ha diseñado un sistema en el cual puede reservar un parqueo en la ciudad con un aplicación llamada ParkApp, esta aplicación puede buscar un estacionamiento que se adapte a tus necesidades de precio y de ubicación.

Estocolmo, Suecia

Se creó una guía de trámites del estacionamiento inteligente, el cual es un sistema pensado para incentivar la rotación, reorganizar el tránsito y mejorar la circulación vehicular.

La aplicación de los estacionamientos no únicamente se limita a sistemas públicos como estacionamiento para ciudades, si no también puede ser de gran utilidad para instituciones privadas y centros los cuales presentan un estacionamiento, como: universidades, escuelas, centros comerciales, centros de trabajo.

Un caso representativo de esto puede ser la **Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá, Colombia)** que utiliza un sistema de estacionamiento inteligente para mejorar la experiencia de su comunidad universitaria.

Aunque en Nicaragua aún no existen estacionamientos inteligentes como tal, se pueden encontrar algunos ejemplos de iniciativas y tecnologías relacionadas con la optimización y control de acceso a estacionamientos. Sin embargo, podría tener un gran impacto si se realizara por primera vez en el país, abriría campo a la realización de una mayor cantidad de proyectos innovadores y a la búsqueda de soluciones para crecer tecnológicamente.

Justificación

Como anteriormente se planteaba, la automatización puede hacer decrecer el margen de error humano que se tiene en un proceso llevado manualmente. Al automatizar el proceso de un estacionamiento se reduce el tiempo de búsqueda de un espacio dónde estacionar, errores en la toma de matrículas, mejor control en el ingreso y salida de vehículos, control de ingreso a vehículos ajenos a personas de la universidad, entre otros.

Automatizar el estacionamiento en la Universidad Americana (UAM) traerá varios beneficios significativos, como la reducción de errores humanos al eliminar el ingreso manual de datos, lo que mejora la precisión y seguridad en el registro de vehículos. Además, optimiza el tiempo de búsqueda de espacios de estacionamiento mediante sensores que guían a los conductores a lugares disponibles, reduciendo la congestión. También mejora el control de acceso, asegurando que solo vehículos autorizados ingresen al campus, y permite un uso más eficiente del espacio disponible, incluso con opciones de estacionamiento vertical o modular.

La automatización también contribuye a disminuir el consumo energético, ya que reduce el tiempo de circulación de vehículos y permite gestionar de manera eficiente los sistemas de iluminación y otros recursos. Con un crecimiento anual en la adopción de esta tecnología, la universidad podría lograr mejoras constantes en eficiencia operativa a lo largo de los años.

Valor Pedagógico del Uso de Arduino

Esta herramienta es muy versátil, lo que facilita el proceso de aprendizaje. El arduino puede ser utilizado en el ámbito académico ya que no solamente es una base de electrónica y

automatización de procesos, si no que va más allá, este no se usa únicamente en proyectos pequeños y a corto plazo sino que también se ve implementado en macroprocesos industriales.

Este también permite incrementar la creatividad y desarrollar una visión innovadora a los estudiantes, ya que, al tener tantas utilidades; desde prototipos escolares hasta aplicaciones reales en la industria, impulsa el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el interés por la tecnología. Convirtiéndolo no solo es una herramienta didáctica, sino también un puente entre el aprendizaje y la aplicación profesional, preparando a futuros profesionales para enfrentar los desafíos del mundo moderno con soluciones prácticas y creativas.

Metodología

Proceso de Desarrollo

Primero, se planteó la idea de crear un sistema de parqueo inteligente que permitiera monitorear los espacios disponibles y controlar el acceso de vehículos. Se diseñó la estructura general del sistema dividiéndolo en módulos: detección de vehículos con sensores ultrasónicos, control de barreras con servos, visualización en pantalla LCD, y una página web que muestra el estado en tiempo real.

Se programaron los Arduinos y paralelamente, se desarrolló la interfaz web con Flask y HTML para mostrar los espacios ocupados o libres. Durante el proceso se realizaron múltiples pruebas para afinar la lectura de sensores, sincronizar la comunicación de datos y corregir fallos en la lógica de asignación de parqueo. Finalmente, se integraron todos los componentes, se verificó el correcto funcionamiento general y se hicieron ajustes menores para mejorar la precisión y la estabilidad del sistema.

Materiales y Componentes

Tabla 1

Componentes utilizados en el proyecto.

Componente	Cantidad	Funcionalidad
Placa Arduino UNO	3	La placa Arduino se utiliza como el cerebro central de todo el sistema, se utilizan 3, una para el estacionamiento, una para el sistema de entrada y otra para el carro a control remoto.

Servomotores	2	Los servomotores son utilizados para darle vida a la aguja del sistema de estacionamiento, específicamente el área de ingreso.
Motores	2	Se utilizan 2 motores para el carro a control remoto, uno para darle velocidad y el otro para darle dirección.
Leds color rojo	4	Los leds se utilizan como indicadores del espacio asignado en el estacionamiento.
Protoboard	3	Permite montar y probar el sistema del parqueo inteligente de manera rápida y segura, facilitando modificaciones durante el diseño y pruebas del proyecto.
Sensores ultrasónicos	6	Los sensores ultrasónicos son utilizados para conocer si un vehículo se encuentra cerca: 4 sensores ultrasónicos son utilizados en los espacios del estacionamiento solo para verificar si este se encuentra ocupado y 2 sensores ultrasónicos son utilizados en el sistema de entrada y salida para abrir o cerrar la aguja según detecten la cercanía de un vehículo.
Cable de cobre	1	Se utilizan para realizar conexiones eléctricas estables y seguras entre la placa Arduino, los sensores, la protoboard y otros componentes.
Jumpers	-	Utilizados para conexiones

		rápidas entre pines de la placa Arduino, sensores y la protoboard.
Pantalla LCD	1	Usada para mostrarle al usuario un mensaje de bienvenida y el lugar el cual se le está asignando.
Módulo bluetooth	1	Utilizado principalmente para la comunicación de la placa Arduino y un dispositivo móvil para el control del auto a control remoto.
Cable de transferencia de datos	1	utilizado para darle potencia y transferir la programación del IDE de Arduino a la placa.
Bateria 9V	4	Utilizadas para darle una carga energética al sistema.
Conector de batería con clip y jack	4	Utilizado para transferir la energía de las baterías al driver.
Controlador de motores	2	Se controlan los motores utilizados con este dispositivo.
Módulo fuente de alimentación	4	Utilizado para transferir la energía de las baterías a la placa Arduino de una forma segura.
buzzer	1	Utilizado para simular la bocina de un auto.

Nota. En esta tabla se clasifican los componentes utilizados, se indica la cantidad requerida para el proyecto y se describe la razón de su uso.

Aplicaciones Utilizadas

IDE de Arduino

Se utilizó para programar las placas de Arduino, ya que permite escribir, compilar y cargar el código directamente en ellas. Es ideal para proyectos de hardware debido a su facilidad de uso y compatibilidad con bibliotecas específicas de Arduino.

Bt Car controller

Esta aplicación permitió controlar el sistema del carro a control remoto a través de Bluetooth. El teléfono móvil enviaba comandos al Arduino para controlar el movimiento del sistema del carro a control remoto de forma intuitiva.

Visual Studio Code

Se utilizó para escribir y editar código en varios lenguajes (como HTML, CSS y Python). VS Code ofrece un entorno más completo y flexible, con herramientas como control de versiones e integración de múltiples lenguajes de programación en un solo espacio.

Código y Link de Github

Código

<https://github.com/Fergago20/parqueoInteligente>

Pruebas y Resultados

El sistema fue probado a través de diversas pruebas realizadas en condiciones controladas. Se hicieron mediciones con sensores ultrasónicos para detectar la presencia o

ausencia de vehículos en los espacios de parqueo simulados, y también se comprobó el funcionamiento correcto de los servos encargados de abrir y cerrar el acceso. Se verificó que la comunicación por Bluetooth entre los Arduinos funcionara correctamente y que los datos enviados desde el sistema físico se reflejaran de manera precisa en la página web. Estas pruebas se realizaron tanto por separado como con todos los componentes integrados, usando un modelo de estacionamiento a escala.

En cuanto a la precisión, al inicio no fue del todo confiable. Las lecturas de los sensores ultrasónicos mostraban variaciones considerables, generando errores en la detección de espacios ocupados. Sin embargo, conforme se ajustaron los valores de umbral y se filtraron mejor los datos recibidos, la precisión fue mejorando notablemente. Las lecturas se volvieron más estables y se redujeron los errores de detección, logrando un funcionamiento más consistente y confiable.

Durante el desarrollo se encontraron varias limitaciones técnicas. Una de las principales fue la comunicación entre los dos Arduinos, ya que se usó SoftwareSerial, lo cual generó pérdida de datos en ciertos momentos. Además, el uso simultáneo de motores y servos provocaba una alta demanda de energía, lo que hacía que el módulo Bluetooth se apagara por falta de voltaje. Esta situación afectaba la estabilidad general del sistema y obligaba a hacer ajustes en la distribución de la energía y en la prioridad de los componentes activos.

Como posibles mejoras para el futuro se plantea optimizar la interfaz de la página web para que sea más clara y amigable, con elementos que permitan monitorear el estado del parqueo en tiempo real. También se sugiere mejorar la conexión entre los Arduinos usando protocolos más robustos, como I²C o SPI, para evitar pérdidas de datos.

Conclusiones y Recomendaciones

Durante el desarrollo del proyecto se adquirieron aprendizajes significativos tanto en el ámbito técnico como práctico. Se logró integrar múltiples tecnologías como sensores, módulos y comunicación entre microcontroladores dentro de un sistema funcional. Asimismo, se comprendió la relevancia de la lógica de programación para sincronizar adecuadamente los elementos físicos con la interfaz web, así como la necesidad de realizar pruebas continuas para detectar fallos y ajustar parámetros operativos.

En cuanto a los objetivos, se cumplió con lo planteado inicialmente: se construyó un sistema de parqueo inteligente capaz de detectar espacios ocupados, guiar al usuario hacia un espacio disponible, controlar el acceso mediante servomotores y visualizar el estado de los espacios en una plataforma web. Pese a ciertos desafíos técnicos, el sistema final reflejó la funcionalidad esperada, integrando eficazmente hardware y software.

Sin embargo, se identificaron áreas de mejora, como la inestabilidad en la comunicación entre dispositivos, que podría resolverse mediante una estructura más robusta. También sería pertinente optimizar el consumo energético, dado que algunos módulos y motores excedían la capacidad de la fuente de alimentación. La interfaz web, por su parte, podría perfeccionarse tanto en diseño como en usabilidad, con el fin de mejorar la experiencia del usuario y actualizar con mayor precisión la disponibilidad de espacios.

Para una implementación a mayor escala, se recomienda el uso de sensores más precisos y duraderos, microcontroladores de mayor capacidad como el ESP32 y una fuente de alimentación que garantice estabilidad. Además, sería crucial gestionar múltiples zonas de estacionamiento desde una misma plataforma.

Documentación y Diagramación

Conexiones de componentes

Estacionamiento

Tabla 2

Configuración de sensores ultrasónicos para la detección de vehículos en el estacionamiento.

Sensor	Pin TRIG	Pin ECHO	5V	GND
1	Pin digital 5	Pin digital 6	5V	GND
2	Pin digital 7	Pin digital 8	5V	GND
3	Pin digital 9	Pin digital 10	5V	GND
4	Pin digital 11	Pin digital 12	5V	GND

Nota. En esta tabla se especifican las conexiones de los sensores ultrasónicos utilizados en el estacionamiento.

Tabla 3

Conexión de los LED indicadores para espacios de estacionamiento

Led	Ánodo(positivo)	Cátodo (negativo)	Resistencia 180Ω
Led 1	5V	Conectado a la resistencia de 180Ω.	Entre el cátodo y el pin digital 1
Led 2	5V	Conectado a la resistencia de 180Ω.	Entre el cátodo y el pin digital 2
Led 3	5V	Conectado a la resistencia de 180Ω.	Entre el cátodo y el pin digital 3
Led 4	5V	Conectado a la resistencia de 180Ω.	Entre el cátodo y el pin digital 4

Nota. En esta tabla se describe las conexiones entre los leds y resistencias

Aguja o entrada

Tabla 4

Conexión de sensores ultrasónicos para permitir acceso o salida a un vehículo

Sensor	Pin TRIG	Pin ECHO	VCC	GND
Entrada	6	7	5V	GND
Salida	9	8	5V	GND

Nota. Se especifican las conexiones de los sensores utilizados en la entrada del estacionamiento.

Tabla 5

Conexión de servomotores para el control de acceso vehicular en la entrada

Servomotores	Pin	VCC	GND
Entrada	5	5V	GND
Salida	10	5V	GND

Nota. Se establecen las conexiones de los servomotores con las placas Arduino

Comunicación Serial Entre Arduinos

Tabla 6

Comunicación serial entre Arduinos utilizados en el sistema

Arduino	TX	RX	GND
Estacionamiento	Pin 13		GND del Arduino
Entrada		Pin 13	del estacionamiento al GND de la Arduino de la entrada.

Nota. Se especifican las conexiones entre las dos placas Arduino para establecer una conexión y comunicación serial.

Auto a Control Remoto

Tabla 7

Conexiones en el auto a control remoto

Buzzer	I/O	VCC	GND
	Pin digital 5	VCC	GND

Nota. Se establecen las conexiones realizadas para armar el auto a control remoto

Tabla 8

Conexión de motores

Driver	Pin	VCC
Motor 1 de dirección	Pines digital PWN 10 y 9	VCC
Motor 2 avance o retroceso	Pin digital PWN 6 y 11	VCC

Bluetooth

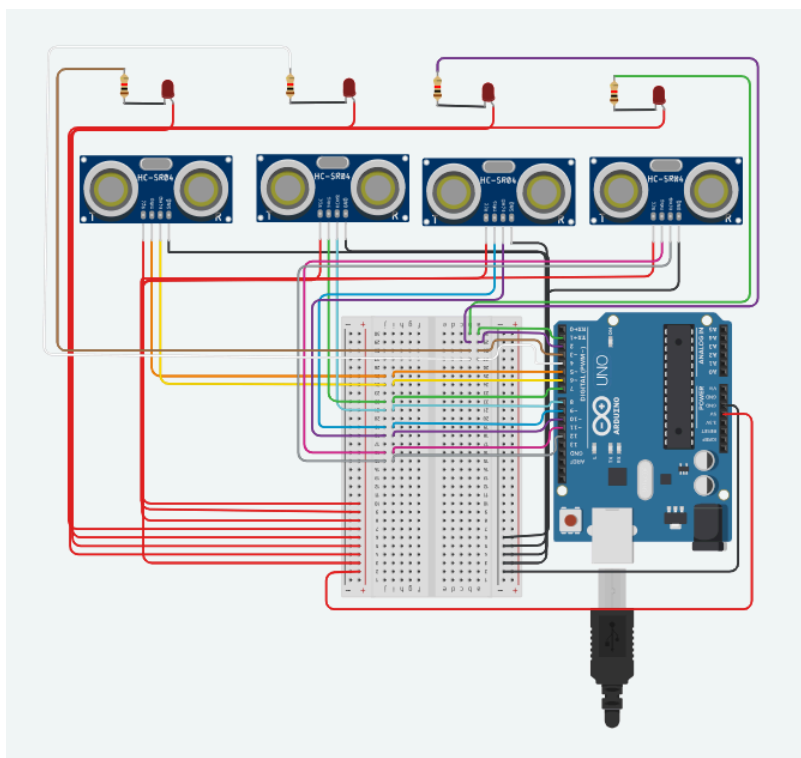
Ubicado en el pin de recepción 3 y el de transmisión 4, encargados de transmitir y recibir señales con el dispositivo conectado, permite a través de la recepción de órdenes que el vehículo avance según lo indicado. Se puede dar voltaje externo, pero el GND debe estar conectado al del arduino para compartir la lógica de programación.

Diagrama de los Circuitos

Estacionamiento

Figura 1

Diagrama que pertenece al circuito del estacionamiento inteligente

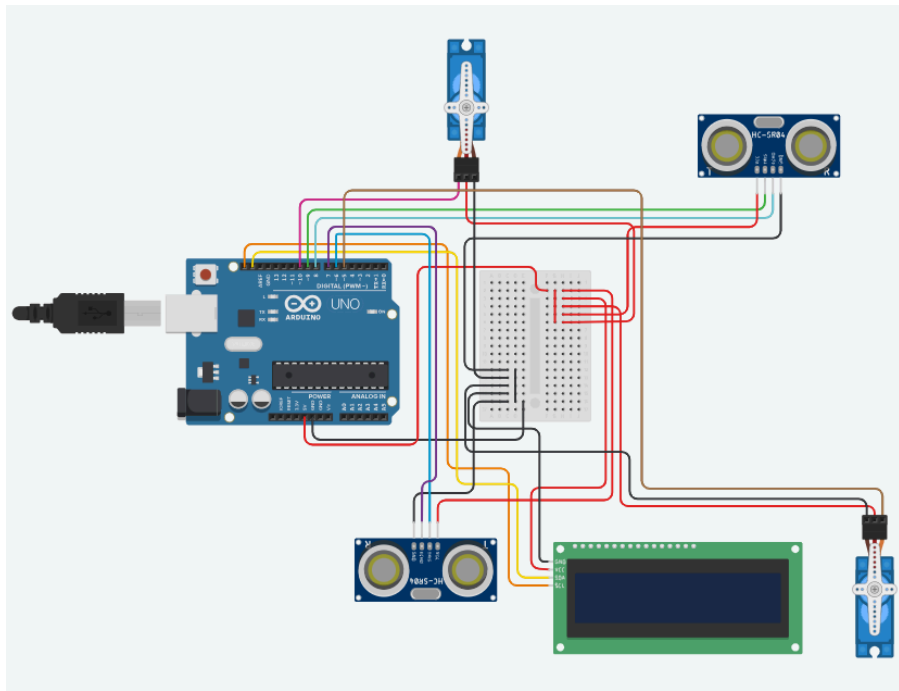


Nota. Elaboración Propia

Entrada o aguja

Figura 2

Diagrama perteneciente a la entrada o aguja del sistema de estacionamiento inteligente



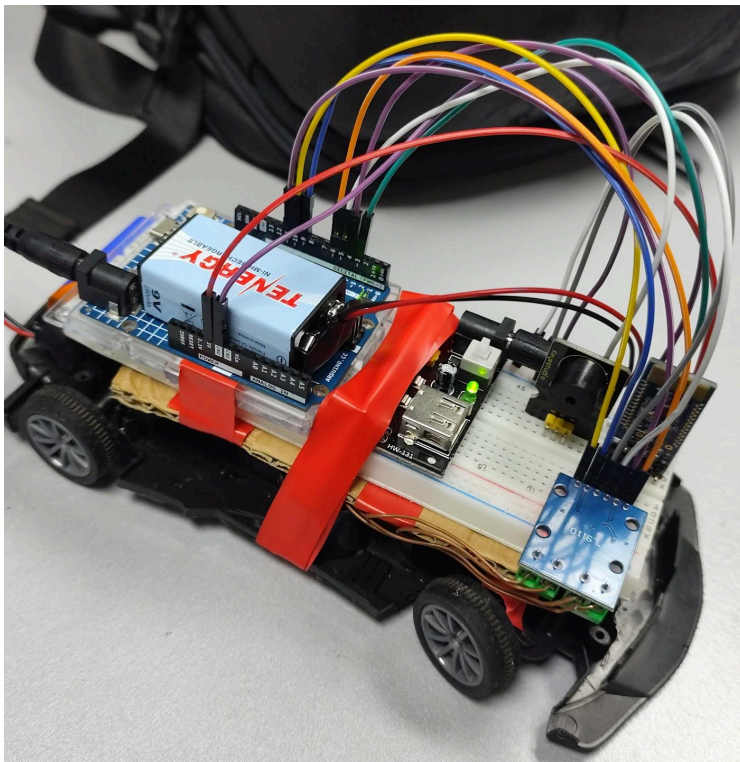
Nota. Elaboración propia

Anexos

Pruebas y Montaje Físico

Figura 4

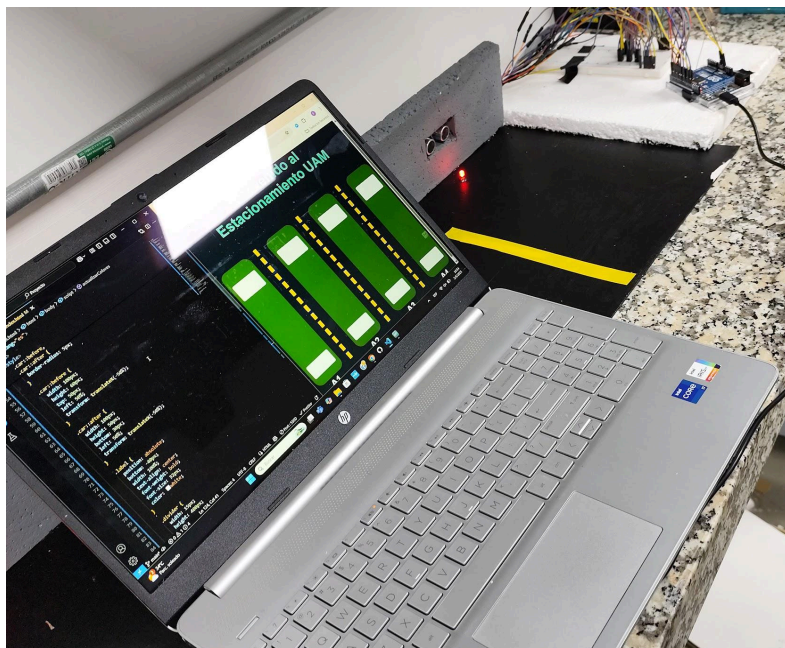
Montaje físico del auto a control remoto



Nota. Elaboración Propia

Figura 5

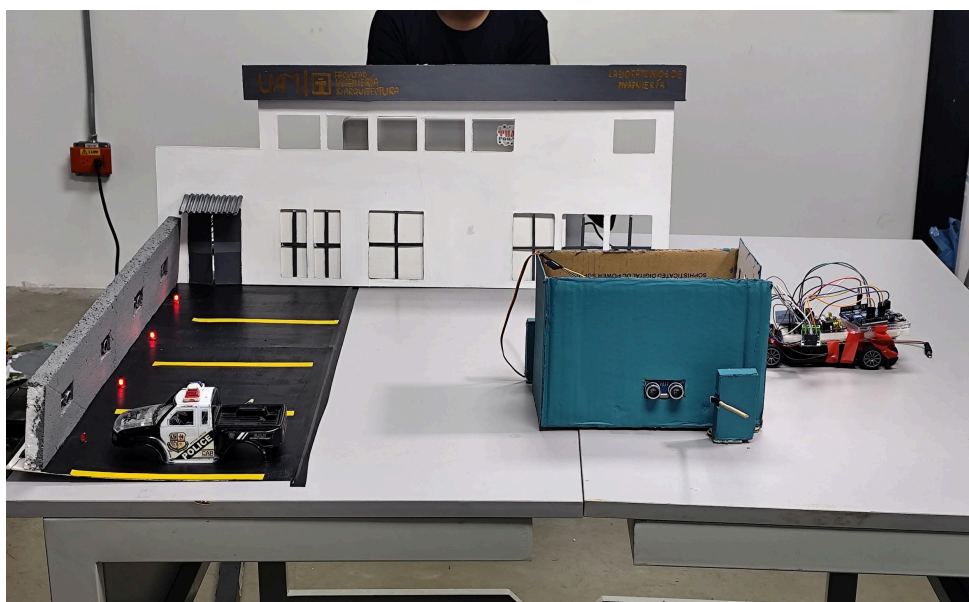
Pruebas del montaje y conexión de la página web para el estacionamiento



Nota. elaboración propia

Figura 6

Montaje del sistema de estacionamiento completo y pruebas del funcionamiento



Nota. Elaboración propia

Referencias

Banzi, M., Cuartielles, D., Igoe, T., Martino, G., & Mellis, D. (2014). *Arduino*.

<http://arduino.cc>

Ecomfort y Salud. (2024, 7 de noviembre). *El uso de tecnologías inteligentes para el ahorro energético*.

<https://ecomfortysalud.com/soluciones-de-climatizacion-y-ventilacion/asistentes-para-vivienda-inteligente/el-uso-de-tecnologias-inteligentes-para-el-ahorro-energetico/>

Designa. (2024, 10 de diciembre). *Innovación y sostenibilidad: la Universidad Javeriana adopta soluciones inteligentes de Designa para sus estacionamientos*.

<https://designa.com/es-mx/news/innovacion-y-sostenibilidad-la-universidad-javeriana-adoptasoluciones-inteligentes-de-designa-para-sus-estacionamientos>

Municipalidad de Pilar. (s.f.). *Estacionamiento medido inteligente*.

<https://pilar.gov.ar/tramites/estacionamiento-inteligente/>

Ruiz-Corres, D. (2016). *Estudio sobre la implantación de la herramienta ARDUINO en centro de Formación Profesional* [Trabajo de fin de máster, Universidad Internacional de La Rioja]. Re-Unir.

<https://reunir.unir.net/handle/123456789/4540>

Arduino. (s.f.). *SoftwareSerial*. Arduino Documentation.

<https://docs.arduino.cc/learn/built-in-libraries/software-serial/>