



**Diseño de un vehículo dispensador de medicamentos autónomo para pacientes  
hospitalizados**

**Autores:**

**María Camila Almendrales Macías**

**Maria Camila Moya Villalobos**

**Trabajo de grado como prerrequisito como obtención del grado de Ingeniero biomédico**

**Director:**

**José Ignacio Navarro Pérez**

**Pedro Jessid Pacheco Torres**

**Facultad de Ingenierías**

**Programa de Ingeniería Biomédica**

**Barranquilla**

**2020**



**Diseño de un vehículo dispensador de medicamentos autónomo para pacientes  
hospitalizados**

**María Camila Almendrales Macías**

**Maria Camila Moya Villalobos**

**Director:**

**José Ignacio Navarro Pérez**

**Pedro Jessid Pacheco Torres**

**Facultad de Ingenierías**

**Programa de Ingeniería Biomédica**

**Barranquilla**

**2020**

# Índice

INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
OBJETIVOS	5
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
JUSTIFICACIÓN	6
MARCO DE REFERENCIA	8
ESTADO DEL ARTE O ANTECEDENTES	8
MARCO TEÓRICO	10
MARCO CONCEPTUAL	16
MARCO LEGAL	18
METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS	20
DISEÑO	23
TIPO DE INVESTIGACIÓN	23
TIPO DE ESTUDIO	23
MATERIALES Y MÉTODOS	25
TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	25
RESULTADOS	47
DISEÑO 2D	51
DISEÑO 3D	53
DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES	55
CONCLUSIÓN	56
REFERENCIAS	58
ANEXOS	63

## Listado de Figuras

Imagen 1. Dispensación de medicamentos en dosis unitaria. SF: Servicio de Farmacia, tomado de: <i>Pontón, I. P., &amp; Rico, C. R. (2017, septiembre 21).</i> <sup>6</sup>	11
Imagen 2. Diagrama CPU	21
Imagen 3. Cronograma de actividades 2020	22
Imagen 4. Comparación de Arduinos.	26
Imagen 5. Tomada de: Arduino (2020). <sup>26</sup>	27
Imagen 6. Tomada de: Arduino (2020). <sup>26</sup>	28
Imagen 7. Tomada de: Los Productos De Promoción Controlador De Motor Paso A Paso L298n Alibaba.com. (s.f.). <sup>34</sup>	29
Imagen 8. Tomad de: Kit Lector Arduino Modulo Sensor Rfid RC522 NFC Tarjeta + Llavero - Drones, Repuestos y Accesorios - Tienda Online de Radio Control en Colombia. (2020, 17 julio). <sup>36</sup>	30
Imagen 9. Tomada de: Designthemes. (2019, 25 octubre). <sup>35</sup>	31
Imagen 10. Tomada de: Diosdado, R. (s. f.). Zona Maker - Ultrasonido HC-SR04. <sup>28</sup>	34
Imagen 11. Tomado de: Diosdado, R. (s. f.). Zona Maker - Ultrasonido HC-SR04. <sup>28</sup>	34
Imagen 12. Tomada de: Buzzer pasivo 3-12v. (s. f.). Bigtronica sede centro. Recuperado 30 de septiembre de 2020. <sup>29</sup>	35
Imagen 13. Tomada de: Buzzer pasivo 3-12v. (s. f.). Bigtronica sede centro. Recuperado 30 de septiembre de 2020. <sup>29</sup>	35
Imagen 14. Tomada de: Atraer objetos metálicos con Arduino y un electroimán. (2020). <sup>32</sup>	36
Imagen 15. Tomada de: Módulo con MOSFET IRF520N. (2020, 28 agosto). <sup>33</sup>	37
Imagen 16. Tomada de: ferrettronica motor dc 10gr*cm <sup>31</sup>	38
Imagen 17. Tomada de: merkatronix sensor infrarrojo <sup>37</sup>	39
Imagen 18. Tomada de: Mercado libre - Cargador batería 12V <sup>38</sup>	40
Imagen 19. Tomada de: Mercado libre – Batería 12v 9ah <sup>39</sup>	40
Imagen 20. Arduino mega	41
Imagen 21. L298N	41
Imagen 22. Tarjeta RFID	42
Imagen 23. HC-SR04	42
Imagen 24. Buzzer pasivo 3-12V	43
Imagen 25. Electroimán	43
Imagen 26. DC de 4500 RPM	44
Imagen 27. Resistencia 100Ω	44
Imagen 28. IRF520N	45
Imagen 29. Batería 12V 9A/h	45
Imagen 30. Sensor infrarrojo Tcrt5000	46
Imagen 31. Cargador de la batería 12V	46
Imagen 32. Diagrama de conexión 1.	47
Imagen 33. Diagrama de conexión 2.	48
Imagen 34. Diagrama de conexión 3.	48

Imagen 35. Diagrama de conexión 4.	49
Imagen 36. Diagrama de conexión 5.	50
Imagen 37. Diagrama de conexión 6.	50
Imagen 38. Diagrama de conexión 7.	51
Imagen 39. Vistas Laterales: TinkerCad	51
Imagen 40. Vista frontal y trasera: TinkerCad	52
Imagen 41. Vista inferior: TinkerCad	52
Imagen 43. Diseño 3D superior: TinkerCad	53
Imagen 44. Diseño 3D lateral: TinkerCad	54
Imagen 45. Diseño 3D frontal: TinkerCad	54

## **RESUMEN**

Desde hace tiempo las instituciones prestadoras de servicios de salud se han visto afectadas por la problemática de la entrega oportuna de medicamentos y la dosificación de los mismos, siendo este un error humano que genera eventos adversos en los pacientes, esto abre paso a investigaciones como la del presente trabajo de grado. El diseño de un vehículo dispensador de medicamentos autónomo para pacientes hospitalizados se presentó como una proposición que podía ser realizada para dar solución. Se analizó la tecnología existente dándole paso a la selección de componentes y la descripción de métodos y procedimientos (Análisis bibliográfico, encuesta) que serían necesarios para ser integrados al sistema general de funcionamiento o útiles al momento de obtener información, dado como resultado los esquemas mecatrónicos. Además de exponer los resultados del mismo en diseños 2D (Vehículo y diagramas de conexión) y 3D del vehículo, dando cumplimiento en total cabalidad a los objetivos descritos.

***Palabras clave: Autónomo, Medicamentos, Tecnología, Vehículo dispensador.***

## **ABSTRACT**

For a long time, the institutions that provide health services have been affected by the problem of timely delivery of medicines and their dosage, being this a human error that generates adverse events in patients, this opens the way to research like this graduate project. The design of an autonomous medicine dispensing vehicle for hospitalized patients was presented as a proposal that could be made to give solution. The existing technology was analyzed giving way to the selection of components and the description of methods and procedures (bibliographic analysis, survey) that would be necessary to be integrated to the general system of operation or useful at the time of obtaining information, given as a result the mechatronic schemes. Besides exposing the results of the same one in designs 2D (Vehicle and connection diagrams) and 3D of the vehicle, giving fulfillment in total fulfillment to the described objectives.

***Keyword's: Autonomous, Dispensing Vehicle, Medicines, Technology.***

## **INTRODUCCIÓN**

Para la entrega de los medicamentos a un paciente se debe pasar por un proceso previo, que es mejor conocido como cadena del medicamento que va desde la obtención de la materia prima para su posterior producción hasta el uso del mismo, entre estos pasos destacamos la dispensación, ésta consiste en proporcionar uno o más medicamentos a un paciente determinado, generalmente como respuesta a la petición del médico, en la que se garantiza que el medicamento es entregado e indicado en la dosificación y cantidad adecuada, en un envase que asegura todas las propiedades de estabilidad y calidad posible o según la Resolución 1403 del 2007 dado por el Ministerio de Protección Social de la República de Colombia es el suministro de medicamentos y realizar el informe del uso adecuado de estos debido a que se han identificado ciertos problemas en la entrega oportuna y correcta de los medicamentos a los usuarios dado que en muchas ocasiones se encuentran muchos pacientes e incluso hasta dos de ellos por habitación, se generan confusiones entre los medicamentos suministrados y pueden causar eventualidades graves e incluso mortales a las personas.

Como solución a este inconveniente planteamos el diseño de un vehículo totalmente autónomo que proporcione las medicinas correctas y en la dosis dictada por el médico para disminuir los riesgos que pueden causar. Para la realización de este proyecto fue necesario enfocarlo a un área específica la cual determinamos que hospitalización se adecuaba mejor al carácter del proyecto, cabe resaltar que en esta primera etapa la hospitalización pediátrica y neonatal se excluye por falta de más información del suministro de medicación y el manejo de este sin el acompañante del paciente. Este se realizó durante todo el año académico del 2020.

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

Para mayor comprensión del porqué se escogió el área de hospitalización es necesario entender cómo funcionan estas, especialmente aquí en Colombia. Esto ocurre cuando una vez ingresado por urgencia o por algún procedimiento el paciente deba quedarse más de 24 horas, en este se ofrece un servicio médico y de monitoreo 24 horas al día durante todo el tiempo que el paciente esté dentro de este. *“El servicio de hospitalización presta atención médica continuada, de tratamiento estructurado y múltiple, con la integración de distintas actividades terapéuticas, trabajo en equipo de varios especialistas en pacientes con patologías que requieren cuidados diarios y directos (...) El tiempo de permanencia requerido por cada paciente varía y dependerá del estado clínico. Se va reduciendo progresivamente en función de la mejoría del paciente”.*

Hospitalización. (s. f.).<sup>41</sup> Durante este tiempo el paciente debe estar acompañado por seguridad y si se necesita una autorización para algún tratamiento. Principalmente se escoge la hospitalización adulta porque el paciente está en la capacidad de ver y aceptar una dosis de medicamento con ayuda de su acompañante caso contrario en las dosificaciones pediátricas, que el acompañante puede cometer un error en la administración de esta.

La finalidad de este vehículo es brindar un apoyo al personal asistencial bajándole su carga laboral y puedan prestar un servicio de calidad sin descuidar su salud física y mental. También este vehículo tiene como objetivo disminuir la tasa de errores en dosificación por el sobrecargo laboral dentro de las rondas de administración de medicación.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para este proyecto se realizó una labor de identificación para detectar las problemáticas que rodean y entorpecen el proceso de dispensación de medicamentos a los pacientes que se encuentran hospitalizados. Al ejecutar esta labor logramos identificar una serie de problemas los cuales son:

- Uno de los problemas principales son las confusiones que se presentan por parte del personal asistencial a la hora de suministrar los medicamentos
- Sobrecargo de trabajo
- Reducir costos

Estos problemas han hecho necesario un avance a este sistema de entrega de medicamentos durante la hospitalización. Así mismo se hace necesario reducir un poco el trabajo del personal asistencial. Ya que como se ha comprobado por diferentes estudios y por la OMS (Organización Mundial de la Salud) el aumento de trabajo que tiene el personal del área asistencial produce no solo en ellos sino en el paciente más probabilidades de enfrentar eventos adversos. La principal finalidad de este proyecto es lograr mitigar y prevenir el surgimiento de estos eventos con un sistema totalmente autónomo de entrega de medicamentos, de forma que se pueda sistematizar las rondas de medicamentos dentro de las instituciones de salud.

Constantemente el personal del área asistencial se ve abrumado por la frecuente carga laboral que se le es impartida por lo cual se vuelve necesario encontrar mecanismos para prevenir y evitar las probabilidades de enfrentar eventos adversos que perjudiquen tanto al paciente como al personal a su servicio. Dicho esto, la automatización del proceso puede generar mayor efectividad en la entrega y dispensación de medicamento disminuyendo el margen de error y

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

eliminando el rango de error humano, además facilita en gran medida el proceso de facturación e inventario de estos agilizando los procesos ya que permite controlar de forma sistemática la entrega y distribución. De igual manera este mecanismo también contribuiría a la disminución y detección de robo de medicamentos que también es una problemática que tratar en el área asistencial debido a los sobrecostos que estos generan a las entidades

La automatización del proceso de dispensación trae consigo no solo beneficios a nivel administrativos sino beneficios al personal promoviendo un mejor ambiente laboral, disminuyendo las cargas laborales y las probabilidades de error que evitan la óptima atención del paciente y a nivel organizacional representa una significativa disminución en la posibilidad de adquirir demandas por eventos adversos.

Al liberar el personal de carga laboral excesiva se mejora la atención y por ende se optimizan los procesos y estándares de calidad, ya que esto mejora las relaciones humanas, lo cual mejora las condiciones del talento humano que hace parte de la organización impulsando su efectividad y productividad. El talento humano es parte importante de cualquier organización y por ende deben promoverse un ambiente donde puedan ejercer sus labores de forma óptima, por lo cual este proyecto más allá de representar ventajas a nivel burocrático representa un mejoramiento significativo en la calidad del servicio ofrecido por las entidades y el personal que se encuentra en la primera línea de acción.

**Pregunta problema:** ¿Podemos realizar el diseño de un vehículo dispensador de medicamentos autónomo para pacientes que cumpla con los criterios en los diseños para ser implementado?

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un vehículo dispensador de medicamentos autónomo para pacientes hospitalizados.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Seleccionar la tecnología existente sobre carros dispensadores acordes con el proyecto para realizar el diseño adecuado del vehículo autónomo.
- Desarrollar el diseño preliminar del esquema mecatrónico del vehículo autónomo dispensador de medicamentos.
- Generar el diseño para su evaluación en medio digital (Formato 2D y 3D) del vehículo autónomo dispensador de medicamentos.

## JUSTIFICACIÓN

En el presente proyecto se presentará la parte escrita que constituye el proyecto finalizado en primera etapa de un vehículo autónomo dispensador de medicamentos, el cual busca optimizar la entrega de medicamentos a los pacientes que se encuentran dentro de las instituciones prestadoras de servicio de salud. El fin principal de implementar esta herramienta es **acelerar la entrega**, evitar la confusión de medicamentos y **dosificación** de estos, **reducir costos** y además minimizar el sobrecargo de trabajo al personal asistencial que los suministran (una de las principales razones por la que se presenta las confusiones).

Para el desarrollo de este se diseñarán esquemas mecatrónicos que faciliten la visualización del funcionamiento del proyecto, permitiendo así realizar un correcto análisis en este ámbito, así mismo verificar los principios de funcionamiento que le permitirá al proyecto evolucionar a una segunda fase de desarrollo. Esto con el fin principal de disminuir la carga laboral que tiene el personal asistencial. Ya que a la hora de estar prestando un servicio en el ámbito de la salud representa ya por sí un riesgo no solo para los pacientes, sino también para el personal asistencial, que puede conllevar a un daño físico, psicológico, social, económico, y puede generar también la muerte. El nombre que se le da a este tipo de sucesos en el campo de la salud es eventos adversos y estos se presentan durante la prestación o atención del servicio asistencial. Dando esto la OMS (Organización Mundial de la Salud) prima la seguridad del paciente, sin dejar de lado la responsabilidad que tenemos con los profesionales y tecnólogos en salud.

Un punto importante para saber la carga laboral del personal de la salud y en este caso específico del personal asistencial que se basa en la relación enfermera-paciente y va de acuerdo con el número mínimo de personal asistencial a cargo de cierta cantidad de pacientes, creando así

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

unos niveles de estrés generado por la alta carga laboral que da lugar a la problemática por la falta de personal en el servicio, esto produce fallas y baja calidad en el sistema al punto de colapsar los servicios. Actualmente, por reducir costos fijos en nómina las instituciones en salud recortan al personal generando así más pacientes para menos personal asistencial.

En esta parte entraría en sí a ayudar nuestro prototipo, logrando suplir las rondas de entrega de medicamentos que atrasan en otros procesos y que no permite que todo fluya adecuadamente. Para realizar este estudio, se revisó la literatura referente a la temática de este proyecto en la cual va desde los sistemas de disposición y toda la tecnología similar al funcionamiento del vehículo dispensador autónomo de medicamentos, analizando así la literatura para lograr crear el diseño estructural óptimo para sí en una segunda fase o las que sean necesarias para lograr el desarrollo final del prototipo.

En un sistema de salud como el nuestro se hace necesario atender las problemáticas generadas por la falta de personal y la falta de presupuesto, por ende, la creación e implementación de esta herramienta representaría una solución viable para resolver la saturación de trabajo que se presenta en el sector asistencial y sin generar costos excesivos a las entidades que prestan este servicio, además de mejorar y regular los niveles de estrés generados por el trabajo excesivo. De esta manera también se busca optimizar la calidad en la atención y mejorar los procesos realizados a los pacientes con el fin de evitar que ocurran eventos adversos que causen malestar al paciente y perjudique al personal prestador de servicio. No obstante, esta medida busca ser implementada para reducir la carga laboral y mejorar el ambiente de los que conforman el talento humano de la organización sin recurrir a los recortes y/o la contratación de más personal de forma que no perjudique a los empleados ni genere gastos que sobrepasen el presupuesto.

## MARCO DE REFERENCIA

Como resultado de la búsqueda de literatura científica relacionada con el tema de esta investigación que es el diseño de un vehículo dispensador de medicamentos autónomo para pacientes, se muestra un análisis del marco de referencia para este proyecto, consistente en el estado del arte, el marco conceptual, el marco teórico y el marco legal, como toda información que nos sirva de apoyo para el desarrollo de este proyecto.

### ESTADO DEL ARTE O ANTECEDENTES

Para la realización de este punto realizamos una búsqueda bibliográfica de los componentes en los cuales durante el paso del tiempo se han utilizado los procesos o sistemas dispensación de medicamentos.

Encontramos el sistema de dispensación por stock que *“consiste en establecer en la unidad clínica correspondiente un almacén de medicamentos controlados por personal de enfermería, con cantidades pactadas de las especialidades farmacéuticas que habitualmente son utilizados en dicha unidad”*<sup>1</sup>. (Domínguez, 2011)

El cual radica en el almacenamiento en los Stand de enfermería en cada servicio, dependiendo de la demanda que requiera, una de las ventajas de este método es el rápido acceso a los medicamentos de manera inmediata cuando son requeridos y son de bajo recurso económico. En sus contras es que este genera más trabajo administrativo para el personal asistencial, reduciendo así su atención a los pacientes el inconveniente que queremos evitar (equivocaciones, demora, optimización de tiempos)

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

El siguiente encontrado es el sistema de dispensación por reposición y paciente el cual consiste en *“establecer depósitos controlados por el personal de enfermería que permiten la administración de medicamentos con anterioridad a la solicitud por paciente, con reposición diaria y petición individualizada al servicio de farmacia para cada uno de los pacientes. Supone un avance respecto al sistema stock, siendo una alternativa para ciertas unidades y servicios especiales como cuidados intensivos, neonatología, urgencias, etc”*<sup>2</sup>. (Domínguez, 2011). En sí se basa en la administración de medicamentos antes de que sean solicitados por paciente y con un reabastecimiento diario por parte del servicio farmacéutico. Es también una alternativa para ciertos servicios especiales como cuidados intensivos, neonatología, urgencias, entre otros.

Por último, encontramos el sistema de dispensación de medicamentos en dosis unitaria (SDMDU) este surge para *“perfeccionar tanto al sistema de dispensación por stock como el de reposición y paciente. No obstante, estos dos últimos continúan siendo idóneos en de terminadas unidades ya citadas”*<sup>3</sup> (Domínguez, 2011). Con esto el farmacéutico de manera diaria evalúa los aspectos de dosis, vía de administración, frecuencia, reacciones adversas, fallas terapéuticas, interacciones medicamentosas, duplicidad de tratamientos, entre otros. Estos pasan a carros con cajones para dosis unitarias debidamente referenciados (nombre del paciente, habitación, dosis, etc.). Entre sus ventajas, la más importante es que permite que la cantidad de medicamentos en las salas de hospitalización sea lo mínimamente necesario para reducir los riesgos de deterioro, pérdida y vencimiento.

## MARCO TEÓRICO

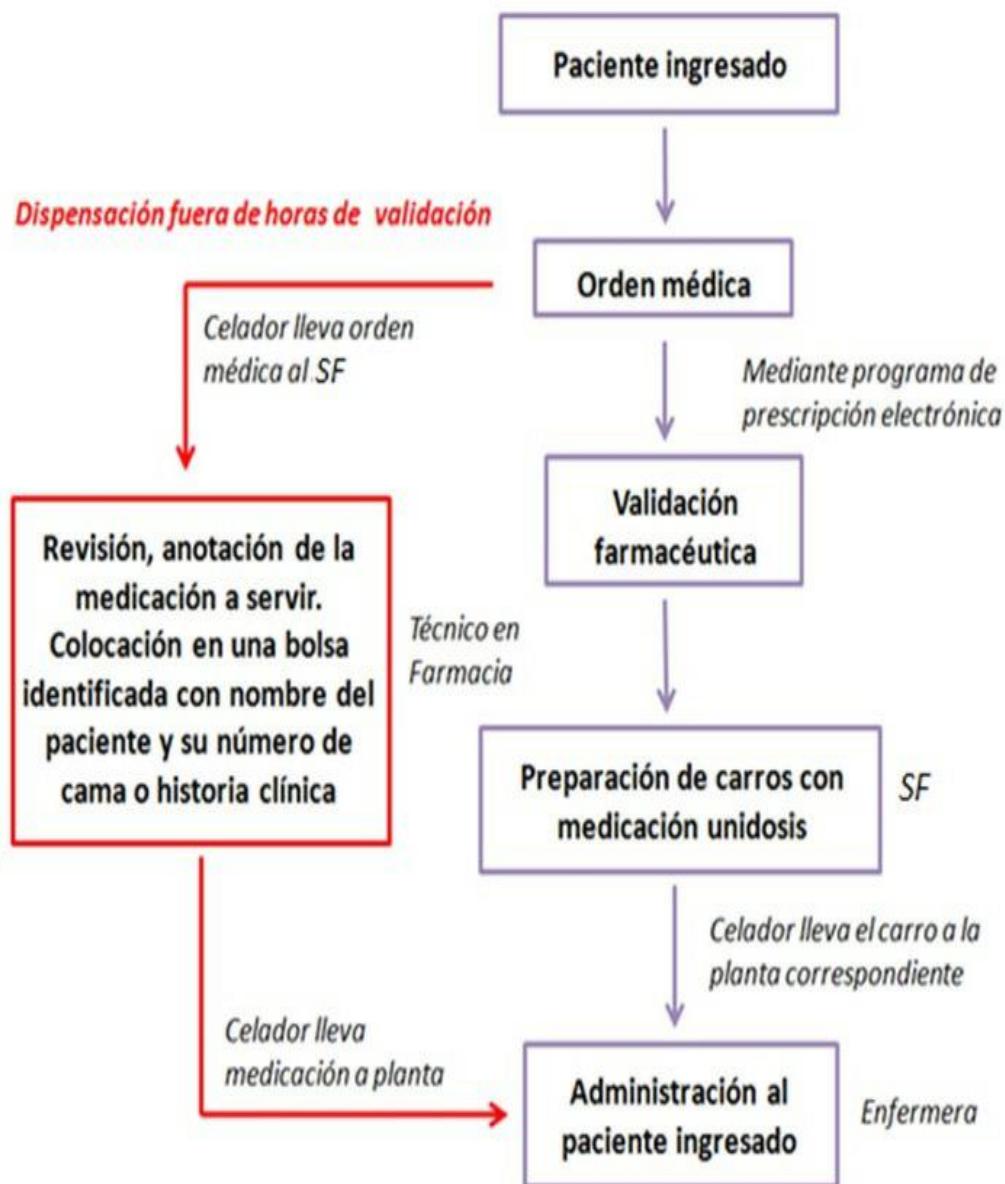
Para la elaboración de este marco teórico se realizó una investigación documental sobre tecnologías relacionadas con nuestro proyecto.

Teniendo en cuenta que el servicio farmacéutico juega un papel importante para el proceso de rondas de medicación, ya que estos son los que surten al personal asistencial con las fórmulas indicadas, para cada servicio en salud. Por lo mismo, para nuestra automatización es importante tener una buena comunicación entre los distintos servicios, cumpliendo también con las leyes que lo regulen.

Hoy en día, los centros de salud para la distribución de medicamentos por servicio se basan en el sistema de dispensación de medicación en dosis unitarias conocido como SDMDU. Desde el servicio farmacéutico dotan a las centrales de enfermería y estas lo almacenan en sus respectivos depósitos controlados para su posterior administración, el SDMU en el cual nos tenemos guiar consiste en *“es un sistema diseñado y probado científicamente, que mejora la seguridad de los pacientes y la calidad de la terapéutica en los hospitales. (...) El objetivo del SDMDU es impulsar un uso racional de los medicamentos en el hospital, es decir que prescriba el medicamento apropiado, que sea correctamente dispensado y que se administre a la dosis y por la vía adecuadas y en el tiempo correcto. El éxito o el fracaso del SDMDU depende del grado de coordinación que se establezca entre todo el personal sanitario que participa en el mismo”*<sup>4</sup> (2020, Abril 14)

### Vehículo dispensador autónomo de medicamentos

Este sistema tiene algunas limitaciones como lo es el seguir el tratamiento de los pacientes que están fuera de la institución en salud, ya que este se basa en un sistema de dispensación SF (servicio de farmacia) <sup>Imagen1</sup>..



**Imagen 1.** Dispensación de medicamentos en dosis unitaria. SF: Servicio de Farmacia, tomado de: Pontón, I. P., & Rico, C. R. (2017, septiembre 21). <sup>6</sup>

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

Otro punto importante es que en las centrales de enfermería de los servicios médicos donde se dificulta el tener el sistema SDMDU, se maneja unos stocks de medicamentos fijos, estos servicios son trauma y urgencia. Cabe resaltar que con esto logramos descartar los servicios en el cual no se puede implementar nuestra propuesta de un vehículo dispensador de medicamentos autónomos ya que los tratamientos y el nivel de complejidad de los pacientes es muy variable.

Entrando en el tema del Sistema automático de Dispensación de Medicamentos conocido como SADME, es en sí un procedimiento que agiliza el trabajo e inventario para la central de enfermería de cada servicio en salud. También el SADME asegura el uso adecuado de los medicamentos en sus dosificaciones hacia los pacientes. El funcionamiento actual del sistema se basa en una interfaz en cada servicio dentro de la institución prestadora de salud con una conexión directa al servicio de farmacia, permitiendo que los medicamentos se pidan directamente de los servicios a la farmacia vía informática, y mediante unos stands automatizados la medicación llega al servicio solicitado, con esto se facilita el trabajo del personal. Estos sistemas son actualmente utilizados en Estados Unidos.

Los SADME o SAD, se dividen en dos tipos, esto por dos características ya sea su ubicación o sus prestaciones, esta información es tomada de (Perini VJ, Vermeulen LC.,1994)<sup>5</sup>

- *Centralizados, ubicados en el Servicio de Farmacia. Son sistemas de almacenaje semiautomáticos, diseñados para facilitar y mejorar el llenado manual de los carros de dosis unitaria. La aplicación informática del Servicio de Farmacia se conecta con el sistema para transferir los perfiles farmacoterapéuticos de cada paciente.*
- *Descentralizados, ubicados en unidades clínicas. Son los sistemas automáticos de dispensación, propiamente dichos. A su vez, pueden funcionar, de acuerdo con su*

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

*configuración, como: sistemas automáticos de dispensación individualizada con o sin validación previa por el farmacéutico y sistemas de botiquines automatizados*

Estos cuentan con tres elementos esenciales los cuales son:

1. Armario para el almacenamiento y dispensación de los medicamentos: es un stand de almacenamiento normal con variantes como lo son el sistema automatizado con un software.
2. Sistema informático de gestión de los armarios: consta del ordenador que se encuentra en el stand donde se registra los movimientos de medicamentos realizados, bajo el sistema SDMDU, y un segundo ordenador en el servicio farmacéutico donde se suministran los stocks por servicio.
3. Sistema de interconexión con el resto de los sistemas de información del hospital: el cual tiene un monitoreo de los pacientes que están ingresados por servicio permitiendo saber el consumo de medicación dentro de los servicios, y un sistema de stock controlado permitiendo así una distribución a servicios eficaz y rápida.

Estas son variables importantes para el momento de elaborar este proyecto ya que el vehículo dispensador de medicamentos tiene como finalidad quitarle sobrecarga laboral del personal asistencial pero sin alejarnos de un sistema eficaz de distribución y control de medicaciones para esto es necesario tener un control sistematizado desde el servicio farmacéutico, hasta los stocks en cada servicio dentro de la institución prestadora de salud, para así evitar extravío de medicación o sobre medicación a los pacientes, para que en el momento de llenar el vehículo de dispensación de medicamentos autónomo que llegaría al paciente no se quebrante la cadena de distribución y les permita a las instituciones tener mayor control sobre de medicación por paciente.

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

Es importante también conocer el sistema en el cual nuestro proyecto se basa en un vehículo con diferentes compartimientos (llamados gavetas o gabinetes) en el cual estarían los medicamentos con un sistema automatizado de control. Su principio de funcionamiento se basa en primera medida de seguidores de línea en el equipo para su funcionamiento dentro del servicio donde sea requerido de una institución de salud, este se programaría a partir del espacio del servicio donde estaría debido a los ya mencionados seguidores de línea, estos seguirán un circuito de líneas delimitadas dentro del lugar llegando así a la habitación o cubículo del paciente; Escogimos seguidores de línea luego de evaluar también la guía por Sistema de Posicionamiento Global, GPS, pero no fue escogido porque al momento de realizar pruebas de programación con el GPS este rebotaba y se perdía la señal debido que en las instituciones de salud son lugares cerrados en la mayoría de ocasiones, por esta razón la señal dentro de estas es muy débil consiguiendo ocasionar así incidentes con la movilización del vehículo en su recorrido de entrega de medicamentos por eso es preferible usar seguidores de línea. Al llegar donde el paciente el vehículo leerá un chip de identificación (ID) en la piecera de la cama o camilla de la institución prestadora de salud, este estará ligado al historial médico del paciente y a la administración de medicamentos por un programa que permite tener el control de la información de cada paciente ingresado. Luego de esto, se abre específicamente el gabinete de medicación asignado para este paciente así finalizando esa entrega, el vehículo dispensador de medicamentos autónomo continuaría su ronda de distribución de medicación dentro del servicio en el que esté programado. Debido a esto es necesario tener en cuenta la automatización completa de la distribución de los medicamentos dentro de toda la institución prestadora de salud. Para que no falle ninguna parte de la cadena de medicación.

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

Durante la investigación encontramos modelos con similitudes con el funcionamiento de nuestro proyecto, pero no encontramos ninguna tecnología totalmente igual a la de nuestra idea.

Las encontradas son las siguientes:

- Aparato para almacenar y suministrar medicamentos realizado por Marco D’Inca (2016)<sup>7</sup>, el cual trata de *“una mejora en los dispositivos para la conservación de medicinas y para la composición automática de las recetas extendidas por el personal médico para cada paciente. denominado en lo que sigue "armario", provisto de mecanismos que hacen posible implementar las señales de control recibidas de una unidad de procesamiento de datos, denominada "servidor", en la que se ejecuta un software que puede recibir las recetas de los medicamentos a administrar y programar las acciones necesarias para componer los contenidos requeridos (...)La tarea y los propósitos, se cumplen con un aparato para almacenar y suministrar medicamentos según se define en la reivindicación y por medio de un procedimiento para almacenar y suministrar medicamentos”*

Este equipo lo consideramos valioso para la investigación ya que cuenta con unos mecanismos que facilitan la entrega de medicamentos al personal para luego entregarlo a los pacientes ya que va conectado a un software y el personal asistencial solicita los medicamentos que necesita y el armario los suministra a partir del software y lo deja listo para su entrega. Lo que nos permite visualizar los mecanismos que podemos utilizar en los planos del prototipo.

- Otro dispositivo que se encontró fue el Intelligent automatic medicine dispensing device, esta invención *"se refiere a un dispositivo inteligente de dispensación automática de medicamentos capaz de distinguir y juzgar automáticamente el estado de la medicina y rastrear la medicina y las recetas. Por lo que pude leer, realmente es un equipo*

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

*dispensador automático de medicamentos que puede saber si la medicina se encuentra en buen estado, su gramaje y otras características de acuerdo con la receta que le proporcionen a la máquina"* Jenson, Y. J. (2013)<sup>19</sup>. Este dispositivo nos ayuda a ver qué partes de la cadena entraría a participar nuestra propuesta ya que, para que el sistema funcione adecuadamente tiene que existir un proceso adecuado ya que el paciente realizara autónomamente la administración de dosis de medicamento, por esta razón es importante la selección del medicamento que esté se encuentre en buen estado y que dosificación sea la correcta para cada uno de los pacientes.

## **MARCO CONCEPTUAL**

Los siguientes términos están relacionados con la investigación:

1. Autónomo: Según la RAE autónomo es *"Que trabaja por cuenta propia"*<sup>8</sup>
2. Dispensación: *"Hace referencia a entregar, ofrecer, conferir o repartir algo. El término deriva del vocablo latino dispensāre"*. (Porto y Gardey, 2017)<sup>9</sup>
3. Dosificación: *"Administración de dosis individuales de un medicamento como parte de un régimen de medicamento, expresado generalmente como cantidad por unidad de tiempo"*. Definición. (s. f.).<sup>10</sup>
4. Escáner infrarrojo: *"Es un dispositivo electrónico que por medio de un láser lee el código de barras y emite el número que muestra el código de barras, no la imagen. Básicamente, consiste en el escáner propiamente dicho (que mediante un láser lee el código), un decodificador y un cable o antena wifi que actúa como interfaz entre el decodificador y el terminal o la computadora. La función del escáner es leer el símbolo*

## Vehículo dispensador autónomo de medicamentos

*del código de barras y proporcionar una salida eléctrica a la computadora, correspondiente a las barras y espacios del código de barras.” (Anónimo,2020) <sup>11</sup>*

5. Interconexión: *“Hace mención al enlazar o comunicar distintos sistemas, dispositivos o individuos, permitiendo que entre ellos circulen señales, datos, informaciones.” (Porto, 2020)<sup>12</sup>*

6. Interfaz: *“Es lo que conocemos en inglés como interface (“superficie de contacto”). En informática, se utiliza para nombrar a la conexión funcional entre dos sistemas, programas, dispositivos o componentes de cualquier tipo, que proporciona una comunicación de distintos niveles permitiendo el intercambio de información. Su plural es interfaces.” Scolari, Carlos Alberto (2004).<sup>13</sup>*

7. Medicamento: *“Es una sustancia o preparado que tiene propiedades curativas o preventivas, se administra a las personas o a los animales y ayuda al organismo a recuperarse de los desequilibrios producidos por las enfermedades o a protegerse de ellos.” Medicament, C. I. (2019, octubre 15).<sup>14</sup>*

8. Seguidores de línea: *“Puede ser definido como un sistema conformado de múltiples componentes electrónicos que trabajan en conjunto para guiar en un recorrido variable al seguidor, por una línea que puede ser negra o blanca.” L. (2019, diciembre 22)*

9. Software: *“Es un término informático que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo, así como datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático. Comúnmente se utiliza este término para referirse de una forma muy genérica a los programas de un dispositivo*

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

*informático, sin embargo, el software abarca todo aquello que es intangible en un sistema computacional.” (2019, agosto 1).<sup>16</sup>*

10. Stock: Según define la RAE *“Es el conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o comercialización.”<sup>17</sup>*

11. Unidosis: *“Método de distribución de medicamentos en dosis personalizadas, contenidas en recipientes no reutilizables. La farmacia prepara paquetes de medicación, etiquetados y con una dosis individual por paquete, para que sean administrados a los pacientes por el personal de enfermería.” (2016, febrero 16).<sup>18</sup>*

## **MARCO LEGAL**

- Ley 100 de 1993 artículo 245: Dado que en esta parte de la ley se crea el Instituto nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) el cual regula el uso de los dispositivos y elementos médico. “Créase el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA, como un establecimiento público del orden nacional, adscrito al Ministerio de Salud , con personería jurídica, patrimonio independiente y autonomía administrativa, cuyo objeto es la ejecución de las políticas en materia de vigilancia sanitaria y de control de calidad de medicamentos, productos biológicos, alimentos, bebidas, cosméticos, dispositivos y elementos médico-quirúrgicos, odontológicos, productos naturales homeopáticos y los generados por biotecnología, reactivos de diagnóstico, y otros que puedan tener impacto en la salud individual y colectiva. El Gobierno Nacional reglamentará el régimen de registros y licencias, así como el régimen de vigilancia sanitaria y control de calidad de los productos de qué trata el objeto del INVIMA,

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

dentro del cual establecerá las funciones a cargo de la Nación y de las entidades territoriales, de conformidad con el régimen de competencias y recursos.”

- Decreto 677 de 1995: Por el cual se reglamenta parcialmente el Régimen de Registros y Licencias, el Control de Calidad, así como el Régimen de Vigilancia Sanitaria de Medicamentos, Cosméticos, Preparaciones Farmacéuticas a base de Recursos Naturales, Productos de Aseo, Higiene y Limpieza y otros productos de uso doméstico y se dictan otras disposiciones sobre la materia.

- Artículo 22 del Decreto 677 de 1995 modificado por el Decreto 1505 de 2014, exige a los interesados dentro del trámite de expedición de registros sanitarios de medicamentos, en la etapa de evaluación farmacéutica.

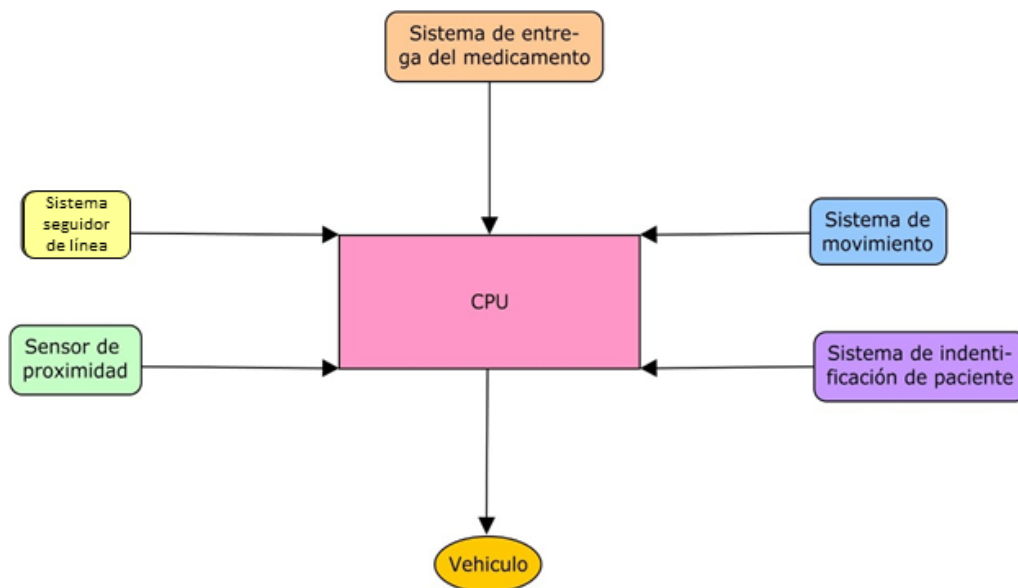
- Decreto 843 del 2016: Por el cual se simplifica el procedimiento para la renovación y modificación de los registros sanitarios de los medicamentos de síntesis química y gases medicinales y se dictan medidas para garantizar la disponibilidad y control de los medicamentos en el país.

- Resolución 1124 del 2016: Por la cual se establece la Guía que contiene los criterios y requisitos para el estudio de Biodisponibilidad y Bioequivalencia de medicamentos, se define el listado de los que deben presentarlos y se establecen las condiciones de las Instituciones que los realicen.

## **METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS**

En la realización de este proyecto se hizo necesario realizar una segmentación del mismo por etapas. Está es la primera etapa, la cual consiste en la búsqueda de la información bibliográfica y análisis de la literatura necesaria para abordar esta temática para así dar paso a la segunda fase más exploratoria en la cual se abordarán los materiales adecuados, las estadísticas de los eventos adversos por error de dosificación y de dispensación que ocurren en la ciudad de Barranquilla, para así poder llegar a la realización esquemática del diseño de esta propuesta. Así mismo, en esta segunda etapa se realizará un estudio de campo con el cual analizaremos la viabilidad de esta propuesta en las instituciones prestadoras de salud (IPS) a nivel local y cuáles son las medidas que estas deben tomar, todo esto es con el fin de poder realizar el diseño adecuado para las IPS y como se amolda toda la cadena de suministros farmacéuticos con este nuevo dispositivo.

En esta primera etapa luego de realizar toda la búsqueda de información podemos concluir que no existe una tecnología igual o parecida que realice la misma función que la descrita en este proyecto. Por consiguiente, elaboramos un diagrama de bloque de las estructuras que comprenderían el diseño de esta propuesta en el punto de tecnologías que este tendría.



**Imagen 2.** Diagrama CPU

Este diagrama es esencial para la etapa hacia la elección los materiales idóneos que permitan el correcto funcionamiento del equipo, también fue necesario elaborar un cronograma para esta etapa y las siguientes en el cual se basa en la búsqueda de información, en el estudio de campo para obtener las estadísticas correctas del dispositivo que nos determine la viabilidad para su posterior diseño y la selección de los materiales.

El método que se seleccionó fue la encuesta vía electrónica debido a las circunstancias ocurridas durante este año vigente, la cual fue una pandemia por el virus COVID-19 que no permitió a mayor escala desarrollar unos métodos de investigación más contundentes.

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

## **DISEÑO**

Basado en el concepto de Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M.P. (2010)<sup>40</sup>

## **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

**Investigación aplicada:** Este proyecto corresponde al tipo de investigación aplicada, debido a que se busca la generación de un nuevo producto el cual mejora la cadena de distribución de la medicación y reducirá la carga laboral del personal asistencial.

**Investigación cualitativa:** Para la elaboración de este proyecto, se tuvieron en cuenta todos los datos obtenidos de bases de información sobre los procesos de distribución de los medicamentos por servicio y las dosificaciones utilizadas, también se tuvo en cuenta el análisis de información secundaria, como los datos e información resultantes del proceso de observación, análisis y síntesis de este.

**Investigación cuantitativa:** Este proyecto tiene como bases en la comparación de datos de una encuesta que se realizará al personal asistencial el cual se beneficiará con la propuesta del dispositivo presentado aquí, no obstante, esos datos deben ser recopilados, analizados, tabulados y graficados, para que su incorporación en el presente documento.

## **TIPO DE ESTUDIO**

**Investigación documental:** Para la construcción de esta propuesta se tomó como punto de referencia toda la documentación pertinente sobre procesos de distribución por parte de los servicios farmacéuticos de instituciones de servicios de salud; las dosificaciones y métodos para el diagnóstico de las mismas. Tecnologías existentes e información basadas en el sobrecargo laboral del personal asistencial.

**Investigación exploratoria:** Este tipo de investigación experimental pretende dar un acercamiento a la problemática e identificar cuáles son los obstáculos que afectan directamente a un sistema de distribución de medicación de una IPS, logrando abstraer parte de la cadena de suministros de medicamentos, en la cual el equipo se incorpora, y busca puntualizar la temática del proyecto para implementar un análisis y explicación con respecto a las causalidad de los errores en las dosificaciones y la entrega de los pacientes.

En la siguiente sección del documento se podrá acceder a la información acerca del desarrollo y los elementos que se implementarán para el diseño del vehículo, por ende, incluirá la identificación de la tecnología, materiales y los sistemas a utilizar en la propuesta.

Los elementos a escoger a nivel tecnológico son:

1. El controlador permite la interacción de un hardware o periférico y un sistema operativo de una computadora con una interfaz que permite su uso. Este debe contener los pines necesarios para la conexión de todos los otros elementos que conforman la parte eléctrica.
2. Motores los cuales impulsan las ruedas para que el vehículo avance y se desplace a realizar la ruta establecida, estos deben soportar el peso total del vehículo con o sin carga.
3. Una tarjeta para la identificación de los pacientes, esta herramienta contribuirá a la identificación del paciente al cual se le suministrará el medicamento, esta parte siendo de las más importantes debido a que permitirá que sea abierto el compartimento correspondiente.
4. Un driver para los motores que es un controlador independiente para los motores que funcione como amplificador de corriente, y sea compatible con el controlador principal

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

5. Sensores para la evasión de obstáculos para evitar coaliciones entre cualquier individuo y el vehículo, que podrían generar eventos adversos.
6. Sistema de alarma: para dar aviso del tiempo de cerrado del compartimento, y el exceso de tiempo con un obstáculo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Para el desarrollo de esta propuesta, se utilizan dos tipos de fuentes de información secundaria y terciaria; ya que, para la recolección, tratamiento y su posterior estudio se tomaron los materiales bibliográficos de soporte, tales como libros y artículos de revistas especializadas en salud, los cuales facilitarían la comprensión del contenido. El método de investigación primaria será la encuesta la cual lleva el título de nuestro proyecto una breve introducción de este luego se despliega el contenido de la encuesta que se divide en tres partes, la primera requiere los datos personales del encuestado (nombre, género, estado socioeconómico, entre otras) , la segunda parte se enfoca en el dominio laboral del encuestado que son de interés para el proyecto y la última parte comprende en la opinión del encuestado sobre el proyecto en cuestión.

Esta estaba pensada en realizarse de manera presencial al personal asistencial de la ciudad de Barranquilla lo cual iba a ser de vital importancia para la obtención de datos estadísticos sobre su carga laboral y su acuerdo o desacuerdo con nuestra propuesta pero esta no se pudo hacer en esta modalidad debido a las circunstancias actuales (Covid 19) que no permitió el acceso a centros de salud ni al personal asistencial, se realizó de manera virtual y hasta la hora seguimos en la espera de las respuestas de los encuestados.

### Vehículo dispensador autónomo de medicamentos

Dando inicio a esta fracción se realizará la justificación de las tecnologías a utilizar, como primera medida es necesario establecer un controlador para nuestro sistema, en esta ocasión se toma la decisión de ir por uno de la marca Arduino y no por otra de alguna otra marca por su fácil adquisición en el mercado, además de contar con los conocimientos previos en el uso de esta herramienta y su software. Debido a que existen varios modelos, se debe realizar una comparativa de estos para escoger cual es la que más se ajusta a las necesidades, por esto se tomó la siguiente tabla.<sup>25</sup>






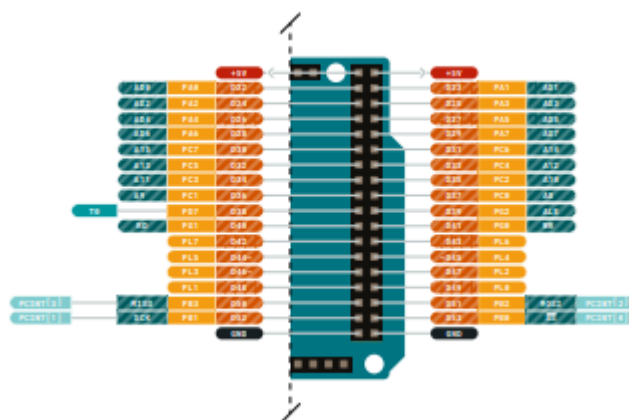
							
<b>Fabricante</b>	Arduino	Arduino	Arduino	Arduino	Arduino	Arduino	Arduino
<b>Modelo</b>	Pro Mini	Nano	Uno	Mega / Mega 2560	Leonardo	Micro	Due
<b>Microcontrolador</b>	AVR Atmega 168 ó 328 8bits	AVR ATmega 168 ó 328 8bits	AVR ATmega 328 8bits	AVR ATmega2560 8bits	AVR ATmega 32u4 8bits	AVR ATmega 32u4 8bits	ARM SAM3X8E Cortex-M3 32bits
<b>Frecuencia</b>	16Mhz	16Mhz	16Mhz	16Mhz	16Mhz	16Mhz	84Mhz
<b>Memoria RAM</b>	2KIB	2KIB	2KIB	8KIB	2.5KIB	2.5KIB	96KIB (64-32KIB)
<b>Memoria EEPROM</b>	1KIB	1KIB	1KIB	4KIB	1KIB	1KIB	0
<b>Memoria FLASH</b>	16 ó 32KIB	16 ó 32KIB	32KIB	128 ó 256KIB	32KIB	32KIB	512KIB
<b>Pines digitales entradas/salidas</b>	14/14	14/14	14/14	54/54	20/20	20/20	54/54
<b>Tensión/corriente pines digitales</b>	3.3v ó 5v 40mA	5v 40mA	5v 40mA	5v 40mA	5v 40mA	5v 40mA	3.3v 3~15mA (130mA entre todos)
<b>Pines analógicos entradas/salidas</b>	6/0	8/0	6/0	16/0	12/0	12/0	12/2
<b>Tensión/resolución pines analógicos</b>	3.3v ó 5v 10bits (1024 valores)	5v 10bits (1024 valores)	5v 10bits (1024 valores)	5v 10bits (1024 valores)	5v 10bits (1024 valores)	5v 10bits (1024 valores)	3.3v 12bits (4096 valores)
<b>Pines con interrupción externa</b>	2	2	2	6	2	2	-
<b>Pines PWM</b>	6	6	6	15	7	7	12
<b>Conexiones Serial / UART</b>	1	1	1	4	1	1	4
<b>Conexiones I2C / TWI</b>	1	1	1	1	1	1	2
<b>Conexiones ISP / ICSP</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>Conexión USB</b>	No (necesita adaptador externo)	Si	Si, USB-B	Si, USB-B	Si, Nativa, MicroUSB	Si, Nativa, MicroUSB	Si, Nativa, MicroUSB
<b>Conexión USB de depuración</b>	No	No	No	No	No	No	Si, MicroUSB
<b>Conexión Bluetooth</b>	No	No	No	No	No	No	No
<b>Conexión WIFI</b>	No	No	No	No	No	No	No
<b>Conexión Ethernet</b>	No	No	No	No	No	No	No
<b>Conexión USB Host</b>	No	No	No	No	No	No	Si
<b>Almacenamiento por SD</b>	No	No	No	No	No	No	No
<b>Corriente en el pin de 5v</b>	-	500mA	500~800mA	500~800mA	500~800mA	500mA	800mA
<b>Corriente en el pin de 3.3v</b>	-	50mA	50mA	50mA	50mA	50mA	800mA
<b>Voltaje de alimentación por el USB</b>	3.3v ó 5v (sin usb)	5v	5v	5v	5v	5v	5v
<b>Voltaje de alimentación recomendado por el Jack</b>	3.35 -12 V (modelo 3.3v) ó 5 - 12 V (modelo 5v)	7~12v	7~12v	7~12v	7~12v	7~12v	7~12v
<b>Voltaje de alimentación limite por el Jack</b>	-	6~20v	6~20v	6~20v	6~20v	6~20v	6~20v

Imagen 4. Comparación de Arduinos.





**Imagen 6.** Tomada de: Arduino (2020).<sup>26</sup>

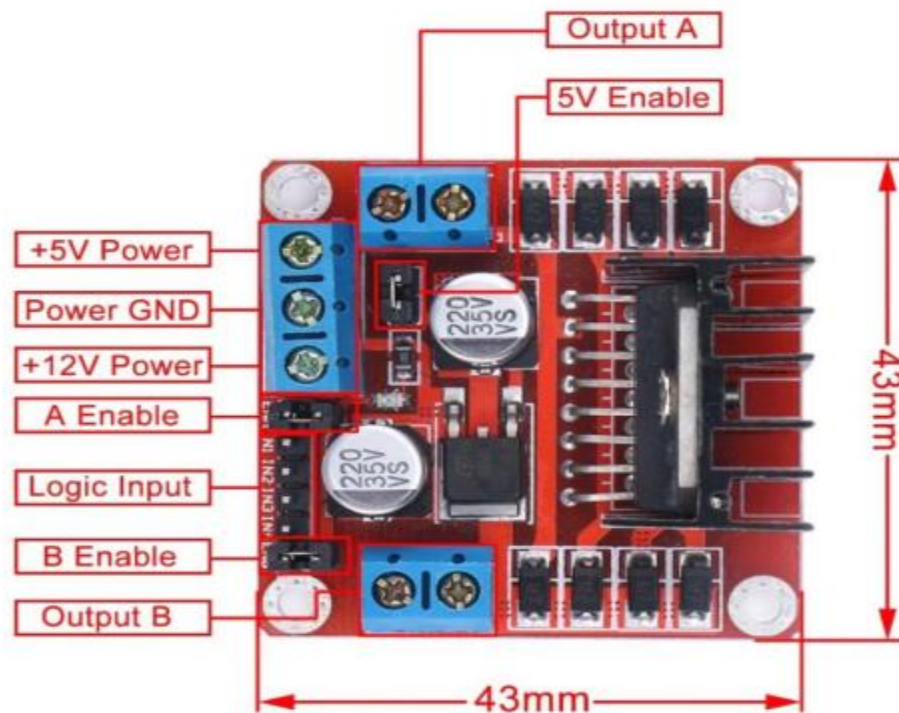
Estos diagramas se tendrán en cuenta al momento de realizar la programación y la posterior conexión del resto de elementos del proyecto.

Continuando con los controladores se pasa al de los motores, que va unido a nuestro Arduino y debe trabajar a 5V. El driver L298N motor DC de doble puente H, es la elección para este proyecto, debido a que se pueden controlar dos motores de manera independiente, tiene las siguientes características básicas y la guía de conexiones, tomado de: Los Productos De Promoción Controlador De Motor Paso A Paso L298n Alibaba.com. (s.f.).<sup>34</sup>

- *“Fuente de alimentación: DC 5 V - 35 V*
- *Corriente máxima: 2 Amperios*
- *Rango de corriente de operación: 0 ~ 36mA*
- *Rango de tensión de entrada de la señal de control:*
- *Bajo:  $-0,3V \leq V_{in} \leq 1,5V$ .*
- *Alto:  $2.3V \leq V_{in} \leq V_{ss}$ .*

Vehículo dispensador autónomo de medicamentos

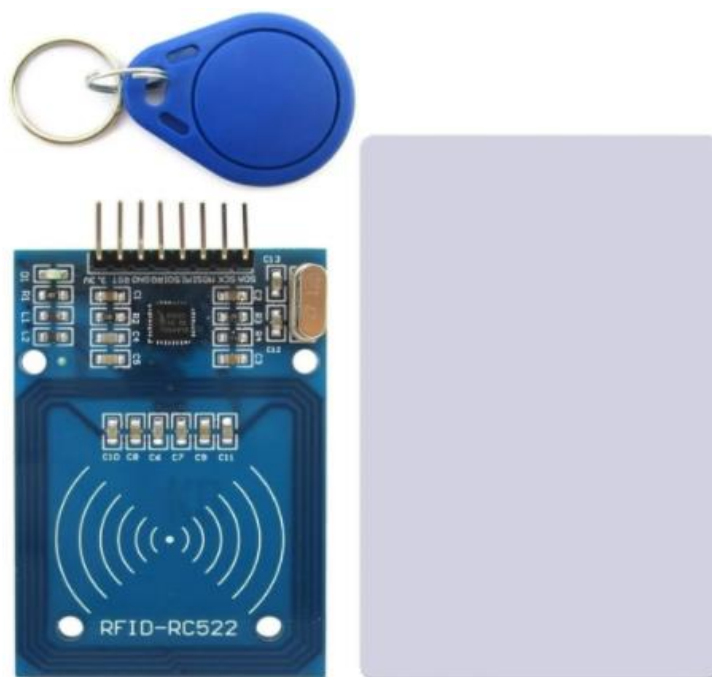
- *Habilitar el rango de tensión de entrada de la señal:*
- *Bajo:  $-0,3 \leq V_{in} \leq 1,5V$  (la señal de control no es válida).*
- *Alto:  $2.3V \leq V_{in} \leq V_{ss}$  (señal de control activa).*
- *Consumo máximo de energía: 20W (cuando la temperatura  $T = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).*
- *Temperatura de almacenamiento:  $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +130\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*
- *Alimentación de salida regulada de +5V a bordo (alimentación a la placa de control, es decir, Arduino).*
- *Tamaño: 3.4cm x 4.3cm x 2.7cm”*



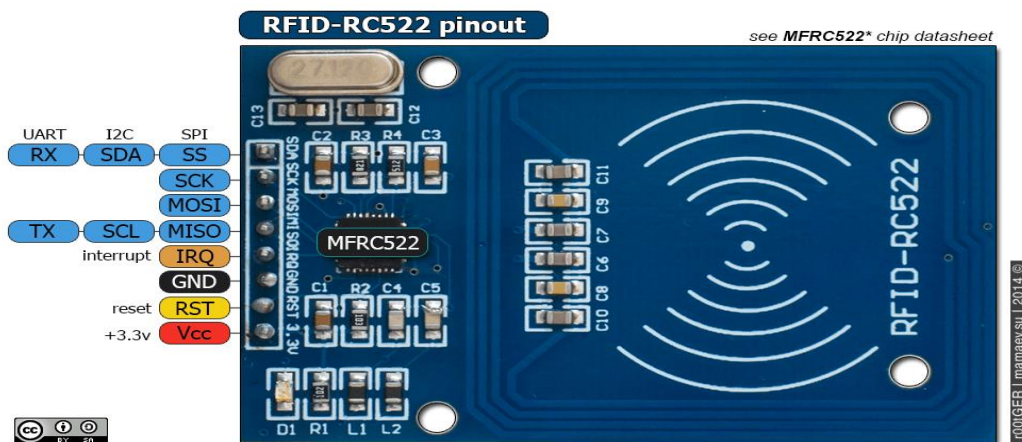
**Imagen 7.** Tomada de: Los Productos De Promoción Controlador De Motor Paso A Paso L298n Alibaba.com. (s.f.).<sup>34</sup>

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

Para la parte de la tarjeta para la identificación de los pacientes punto se identificó como la tecnología más adecuada es la tarjeta de identificación Rfid, debido a que esta quedaría instalada en la piecera de la cama o camilla de la institución permitiendo un programación menos compleja a la hora de ingresar el historial médico del paciente correspondiente a su suministro de medición también de esta forma evitaríamos el daño o extravío de estos chip de identificación y bajando el costo de imprimir códigos de barra para los pacientes, a su vez facilita el proceso de movilidad del vehículo entre los cuartos o cubículos en el que esté programado. La tarjeta Rfid ofrece también una ventaja la cual es una lectura la cual se hace de forma muy rápida y precisa, permitiendo también disminuir el riesgo de falsificación.



**Imagen 8.** Tomad de: Kit Lector Arduino Módulo Sensor Rfid RC522 NFC Tarjeta + Llavero - Drones, Repuestos y Accesorios - Tienda Online de Radio Control en Colombia. (2020, 17 julio).<sup>36</sup>



**Imagen 9.** Tomada de: Designthemes. (2019, 25 octubre).<sup>35</sup>

Estas tarjetas tienen un voltaje de alimentación de 3.3 V y sus pines lógicos soportan 5V.

A continuación, explicaremos las características técnicas de todo el conjunto de identificación que escogimos basados en RFID RC522 13.56MHz NFC. (2019, 17 septiembre).<sup>27</sup>

#### “RC522

- *Voltaje de Operación: 3.3V DC*
- *Corriente de Operación: 13-26mA/3.3V DC*
- *Corriente de Standby: 10-13mA/3.3V DC*
- *Corriente de Sleep: <80uA*
- *Corriente pico: <30mA*
- *Frecuencia de operación: 13.56 MHz*
- *Transferencia de datos: Max. 10Mbit/s*

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

- *Tipos de tarjetas compatibles: Mifare1 S50, S70 Mifare1, MIFARE*

*Ultralight, Mifare Pro, Mifare DESFire, Mifare Classic.*

- *Dimensiones RFID-RC522: 40 mm x 60 mm*
- *Dimensiones Tarjeta: 85 mm x 54 mm*
- *Temperatura de funcionamiento: -20 a 80 grados centígrados*
- *Temperatura de almacenamiento: -40 a 85 grados centígrados*
- *Humedad relativa: 5% hasta 95 %*
- *La tasa de transmisión por defecto: 9600bps, velocidad de transferencia*

*máxima : 1228800bps*

*Características De La Tarjeta IC:*

- *Chip: Philips Mifare 1 S50*
- *Capacidad: 8Kbit EEPROM*
- *Cada tarjeta tiene un único número de serie de 32-bit*
- *Incorpora mecanismo de anti-colisión lo que permite concurrencia en la*

*lectura*

- *No requiere de conexión a fuente de alimentación externa.*
  - *Cuenta con un período de almacenamiento de 10 años, puede*
- sobreescribirse 100000 veces y leerse ilimitadamente.*
- *Temperatura de operación: -20 °C ~ 50 °C.*
  - *Humedad: 90%.*
  - *Frecuencia de operación: 13.56MHz*
  - *Protocolo RF: ISO14443A*

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

- *Velocidad de comunicación: 106KBPS*
- *Distancia de lectura/escritura :  $\leq 10\text{cm}$*
- *Características Del Llaveró NFC:*
- *También llamados tags RFID.*

### *Chip: Philips Mifare 1 S50*

- *Capacidad de almacenamiento: 8Kbit*
- *Frecuencia de operación: 13.56 MHz*
- *Velocidad de comunicación: 106Kbps*
- *Distancia de lectura/escritura: 2.5 ~ 10cm*
- *Tiempo de Lectura/escritura: 1 ~ 2ms*
- *Temperatura de operación: -20 °C ~ 85°C*
- *Capacidad de sobreescritura: > 100,000 times”*

Por otra parte, los sensores para la evasión de obstáculos que seleccionamos fue el Hc-sr04, es necesario tener esta tecnología porque estos facilitan la información necesaria para que el vehículo autónomo dispensador de medicamentos pueda hacer su recorrido evitando todo tipo de obstáculos y evitando así algún daño en este o en la institución. El sensor de distancia por ultrasonidos Hc-sr04 es capaz de identificar los objetos y sí mismo puede calcular su distancia hasta en un rango de 2 cm a 450 cm. Es ideal por su bajo consumo, su gran precisión y el costo accesible. Es fácil de programar con las tarjetas Arduino y es compatible con la que escogimos para este proyecto.



**Imagen 10.** Tomada de: Diosdado, R. (s. f.). Zona Maker - Ultrasonido HC-SR04. <sup>28</sup>

Este sensor trabaja con una frecuencia de 40KHz y tiene 4 pines:

Características	
Alimentación	+5v DC
Frecuencia de trabajo	40 KHz
Consumo (suspendido)	< 2mA
Consumo (trabajando)	15mA
Ángulo efectivo	< 15°
Distancia	2cm a 400cm *
Resolución	0.3 cm

\*A partir de 250cm la resolución no es buena

**Imagen 11.** Tomado de: Diosdado, R. (s. f.). Zona Maker - Ultrasonido HC-SR04. <sup>28</sup>

Para la parte del sistema de alarma escogimos el buzzer pasivo 3-12V, el cual nos permitirá colocar una alarma si en el camino el vehículo encuentra un obstáculo, por ejemplo, la puerta cerrada para que así el acompañante pueda abrir y dejarlo pasar, también una alarma para contabilizar el tiempo con el cajón de medicamentos abierto y su finalización del suministro dentro de esa habitación o cubículo. Así será más fácil el proceso de administración de

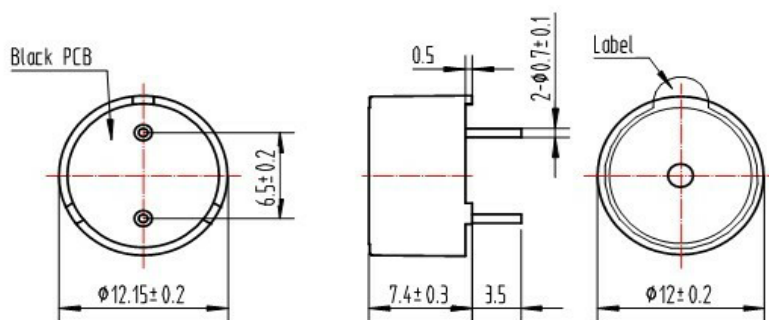
Vehículo dispensador autónomo de medicamentos

medicación y también se bajarían los costos dentro de la fabricación del vehículo. Para su uso y conexión es necesaria una resistencia de  $100\Omega$ .



**Imagen 12.** Tomada de: Buzzer pasivo 3-12v. (s. f.). Bigtronica sede centro. Recuperado 30 de septiembre de 2020.<sup>29</sup>

*“Está diseñado en tecnología de agujeros pasantes, requiere una tensión de trabajo de 3.5-12V con una corriente media de 35 mA máx. Estos altavoces también tienen una salida de sonido típico de 95 dBA y una resistencia de la bobina de  $42 \pm 6,3$  ohmios. Muchas personas llaman a esto un timbre, pero no lo es. El elemento pieza requiere una onda cuadrada (común de la mayoría de los microcontroladores) para producir un tono”.*<sup>31</sup>



**Imagen 13.** Tomada de: Buzzer pasivo 3-12v. (s. f.). Bigtronica sede centro. Recuperado 30 de septiembre de 2020.<sup>29</sup>

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

Para la parte de control y regulación de las gavetas, escogimos las mini Cerradura Electroimán Solenoide Eléctrico 6V ~ 12V, con estas se podrá programar el solo abrir 1 cajón, el cual corresponde a un paciente en específico controlando así el extravío o mala medicación. Estas cerraduras son en sí un electroimán.

Sus principales características son: Tomado de Mini Cerradura Electroimán Solenoide Eléctrico 6V ~ 12V. (2020).

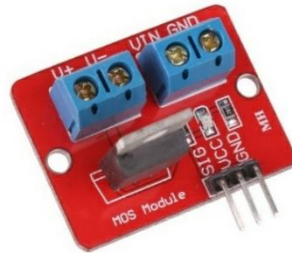
- *“Voltaje de operación DC: 6V ~ 12V*
- *Corriente de consumo: 600 mA*
- *Tiempo de desbloqueo: 1 Segundo*
- *Dimensiones:*
- *Ancho: 27 mm*
- *Largo (solo la base): 27 mm*
- *Largo (con pestillo): 32 mm*
- *Alto: 17 mm*
- *Peso: 35 gr”*



**Imagen 14.** Tomada de: Atraer objetos metálicos con Arduino y un electroimán. (2020).<sup>32</sup>

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

Para realizar la conexión con el electroimán al Arduino es necesario utilizar el datasheet LRF520N el cual nos servirá de interruptor para darle las señales al electroimán de cuándo debe abrir la gaveta y cuando debe permanecer cerrada.



**Imagen 15.** Tomada de: Módulo con MOSFET IRF520N. (2020, 28 agosto).<sup>33</sup>

Para finalizar una parte muy importante para el funcionamiento del vehículo son los motores que van conectados a su controlador, los utilizados para este proyecto son los DC de 4500 RPM que trabaja normalmente con un voltaje de 6 voltios. Este junto al driver L298N serán los encargados de movimiento del vehículo, a continuación, sus principales características:

Tomada de: ferretronica motor dc 10gr\*cm31

- *“Modelo: Motor DC 130*
- *Voltaje de Operación: 3V a 9V (Recomendado 6V)*
- *Corriente sin Carga: 70 mA (6V)*
- *Velocidad sin Carga: 9500 RPM (6V)*
- *Corriente con Carga: Aproximadamente 500 mA (6V)*
- *Velocidad con Carga: Aproximadamente 4500 RPM (6V)*
- *Torque: 10 gr\*cm (6V)*

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

- *Diámetro del Eje: 2 mm*
- *Longitud del Eje: 8 mm*
- *Dimensiones del Motor: 24.5 mm x 20 mm x 16.5 mm”.*

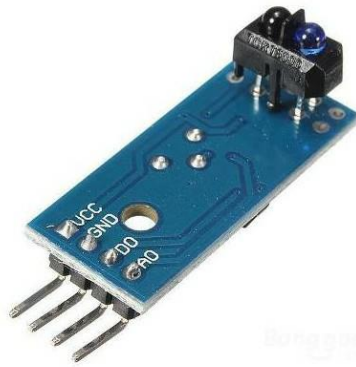


**Imagen 16.** Tomada de: ferretronica motor dc 10gr\*cm<sup>31</sup>

Para el mecanismo seguidor de línea se utilizará el sensor infrarrojo TCRT5000 el cual por medio de la luz detecta la diferencia entre una línea negra y el resto del suelo siguiendo de esta manera la ruta designada para él, es compatible con el controlador Arduino por esta razón será de gran ayuda y acoplable a todo sistema electrónico.

Especificaciones técnicas (Tomada de: merkatronix sensor infrarrojo)<sup>37</sup>

- *“Modelo: TCRT5000*
- *Voltaje operación: 3.5 ~ 5 VDC*
- *Corriente: 60 mA*
- *Distancia de detección: 1 ~ 25 mm*
- *Distancia focal: 2.5 mm*
- *Chipset: LM393*
- *Dimensiones: 32 x 14 x 10 mm*
- *Peso: 3 g*
- *Salida: Digital (0 ó 1)”*



**Imagen 17.** Tomada de: merkatronix sensor infrarrojo.<sup>37</sup>

Todo el sistema electromecánico descrito en esta parte será impulsado con una batería de 12V 9A/h con un cargador para su carga después del uso constante de 20 h continuas. Esta clase de baterías es ideal para el uso en equipos médicos. Dimensiones de la batería 15,1 cm x 6,5cm x 9,4cm. Especificaciones del cargador (Tomada de: Mercado libre - Cargador batería 12V)<sup>38</sup>

- *“Eficiencia: >74%*
- *Max Carga Voltaje: 14.8 V*
- *Max Constante de carga: 1000 mA*
- *Carga en tiempo: Capacidad (Ah) \*1.5 Horas*
- *Baterías que aplica: 12B 2.5 Ah - 20 Ah*
- *Voltaje de entrada Rango: 100-240 v Ac; 50/60 Hz*
- *Indicación por led: Rojo=Cargando / Verde=Carga Completa”*



**Imagen 18.** Tomada de: Mercado libre - Cargador batería 12V<sup>38</sup>

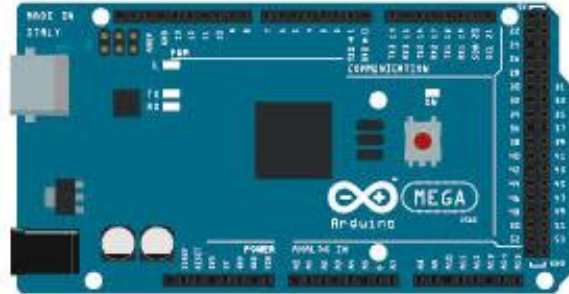


**Imagen 19.** Tomada de: Mercado libre – Batería 12v 9ah<sup>39</sup>

Las ilustraciones continuas fueron realizadas mediante software tradicionales como Paint y PowerPoint, mediante la licencia otorgada por la institución de Microsoft office 365. A continuación, se presentan las figuras correspondientes:

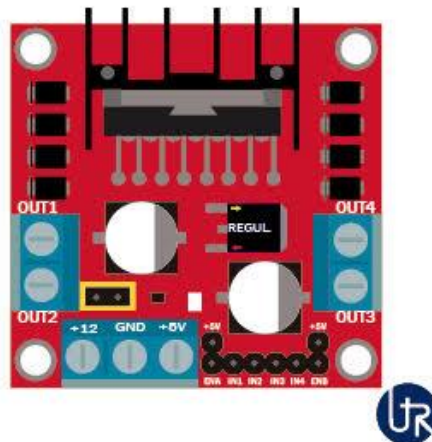
### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

La siguiente ilustración corresponde al Arduino Mega, que hace la función de tarjeta madre en nuestro dispositivo.



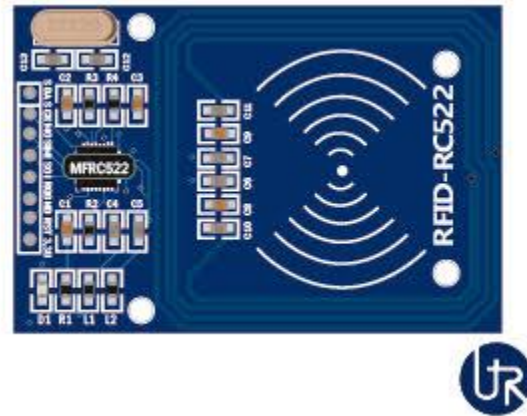
**Imagen 20.** Arduino mega

La siguiente ilustración corresponde a la tarjeta L298N, que es el controlador de para motores DC y es necesario para controlar nuestros motores de manera independiente y eficazmente.



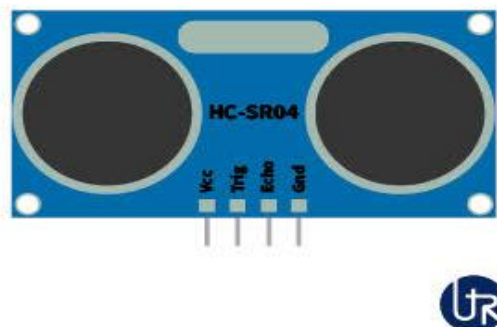
**Imagen 21.** L298N

La siguiente ilustración corresponde a la tarjeta RFID, la cual permitirá la identificación oportuna de los pacientes.



**Imagen 22.** Tarjeta RFID

La siguiente ilustración corresponde al sensor de distancia por ultrasonido HC-SR04, este nos permitirá la evasión de obstáculos que se le presentarán al vehículo para una oportuna entrega de los medicamentos sin eventos adversos.



**Imagen 23.** HC-SR04

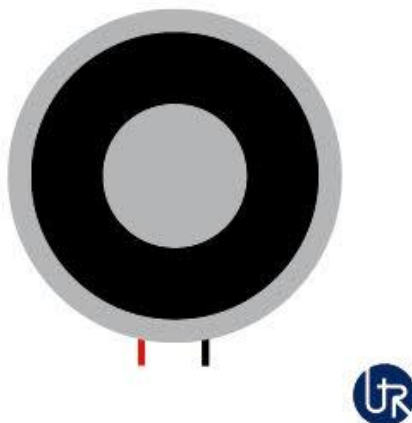
*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

La siguiente ilustración corresponde al Buzzer pasivo, el cual tiene como finalidad de alarma para avisar de los obstáculos presentados en el recorrido y contabilizar el tiempo restante para recibir el medicamento.



**Imagen 24.** Buzzer pasivo 3-12V

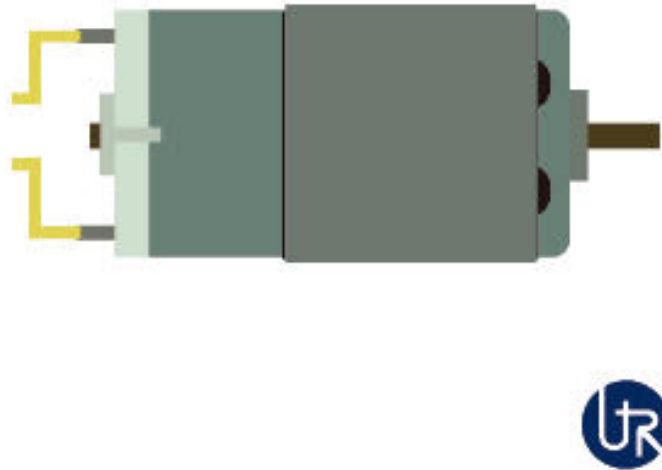
La siguiente ilustración corresponde al electroimán, el cual tiene como objetivo la seguridad de las gavetas permitiendo abrir solo la correspondiente al paciente en un tiempo específico.



**Imagen 25.** Electroimán

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

La siguiente ilustración corresponde a un motor DC de 4500 RPM, este cumplirá la función de impulsar las ruedas del vehículo dándole velocidad y aceleración.



**Imagen 26.** DC de 4500 RPM

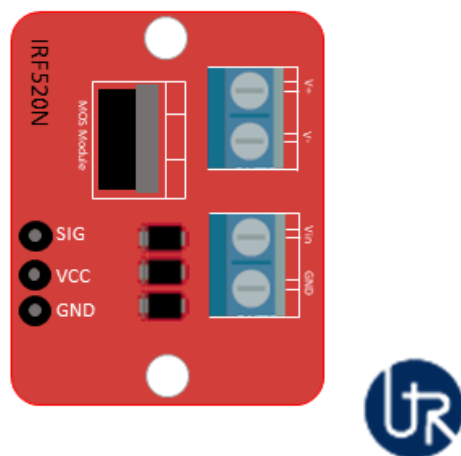
La siguiente ilustración corresponde a una Resistencia 100Ω, la cual es útil para el funcionamiento del Buzzer.



**Imagen 27.** Resistencia 100Ω

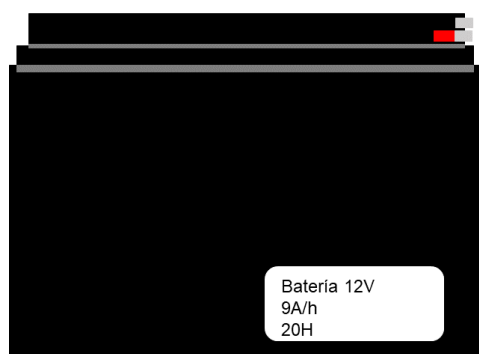
### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

La siguiente ilustración corresponde a la tarjeta IRF520N, la cual servirá de conexión entre los electroimanes y el Arduino, permitiendo conectar un electroimán por tarjeta dándole las señales al Arduino de cada gaveta.



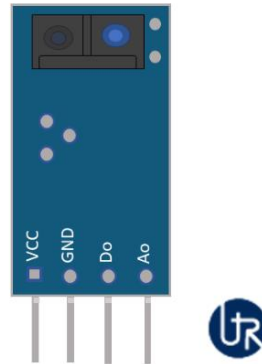
**Imagen 28.** IRF520N

La siguiente ilustración corresponde a una Batería 12V 9A/h, que tiene la función de ser la fuente de energía de nuestro vehículo permitiendo que sea autónomo y recargable.



**Imagen 29.** Batería 12V 9A/h

La siguiente ilustración corresponde al sensor infrarrojo Tcrt5000, este tiene la función de seguidor de línea, la cual dictamina la ruta que el vehículo realizará para la entrega de medicamentos.



**Imagen 30.** Sensor infrarrojo Tcrt5000

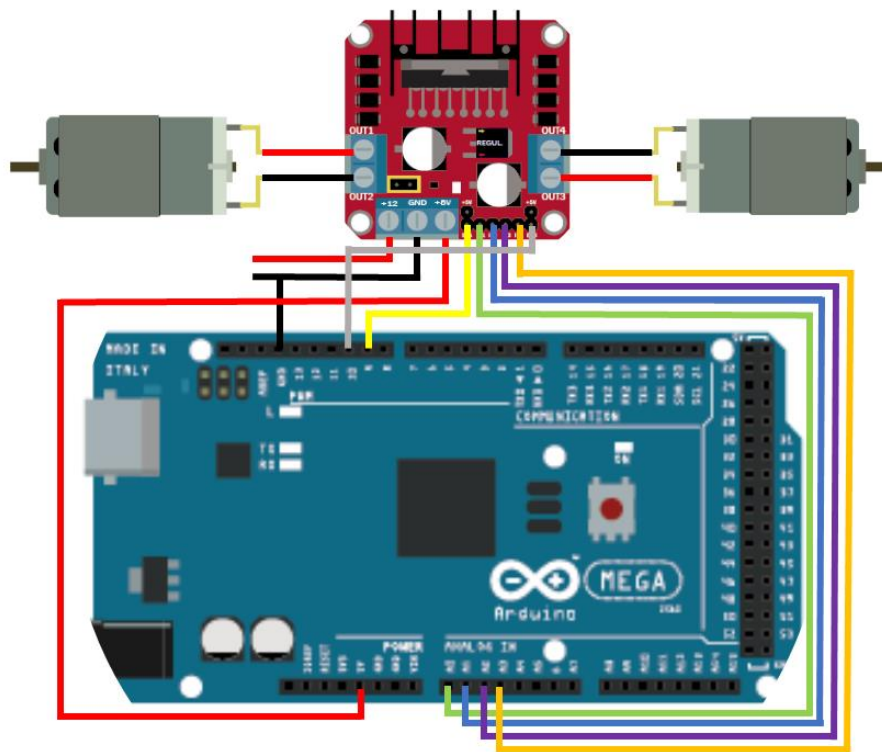
La siguiente ilustración corresponde al Cargador de la batería 12V, que cumple la función de recargar la batería del dispositivo cuando sus niveles estén bajos.



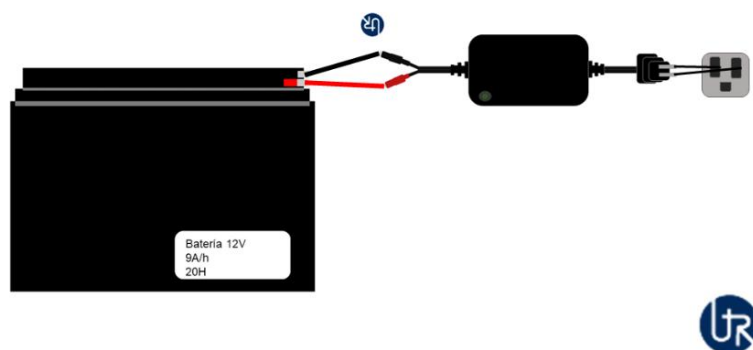
**Imagen 31.** Cargador de la batería 12V

## RESULTADOS

En esta sección se evidenciarán los diagramas de conexión electrónica interna que son parte del resultado final para la elaboración del vehículo, dando inicio está el de motores el cual está compuesto por el Arduino los dos motores y el Driver L298N, además del cableado necesario para realizar las conexiones, se utilizan los pines PWN 10 y 9, los pines analógicos A0-3, la alimentación 5v y una conexión a tierra, este se ve de la siguiente manera:

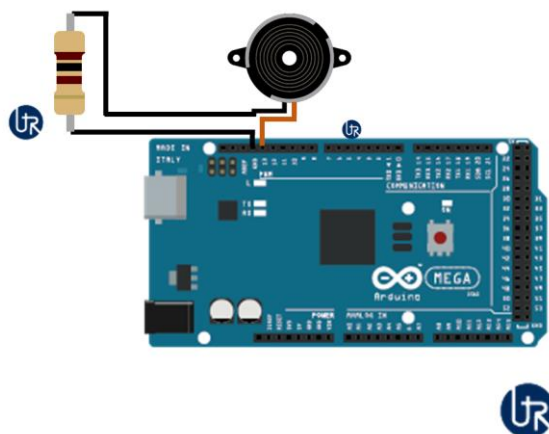
**Imagen 32.** Diagrama de conexión 1.

El siguiente diagrama corresponde al de conexión de batería a su cargador correspondiente una vez esta se allá descargado se conecta a la corriente de 110V.



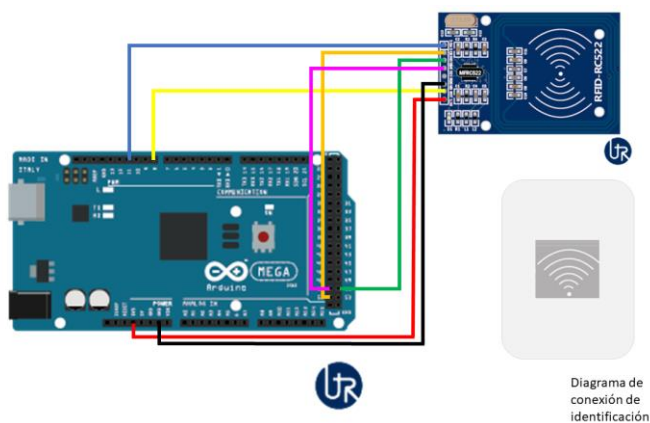
**Imagen 33.** Diagrama de conexión 2.

El diagrama de conexión para el buzzer del sistema de alarma consiste en la conexión de pin PWM 13 y una conexión a tierra que a su vez desde el dispositivo se conecta a una resistencia de  $100\Omega$ , la representación gráfica va así:



**Imagen 34.** Diagrama de conexión 3.

Continuando con las representaciones se da paso a la de identificación de paciente, son necesarias una conexión de 5v y tierra, pines PWM 8 y 11, pines digitales 50-52, y la tarjeta que va a recibir la señal, de esta manera:

**Imagen 35.** Diagrama de conexión 4.

Para la seguridad de las gavetas se utilizará la gráfica consecuente a este párrafo, la conexión positiva y negativa al driver IRF520N por parte del electroimán, igualmente hacia la tarjeta de Arduino adicionando la conexión al pin PWM 7, Pines digitales de 30-40.

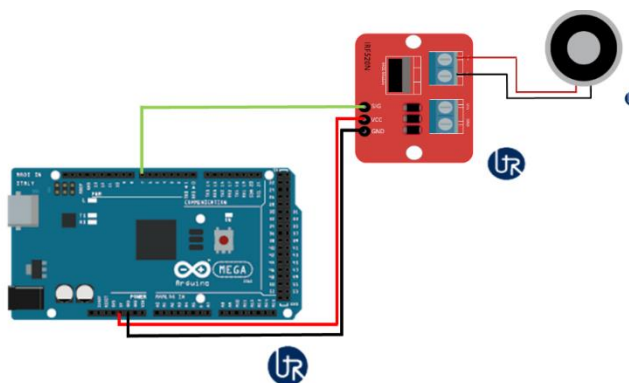


Imagen 36.

conexión 5.

Diagrama de

El diagrama encargado para el movimiento junto con los motores se maneja un sensor infrarrojo TC5000 conectado a nuestro Arduino pines digitales 41-44 como queda demostrado en la imagen.

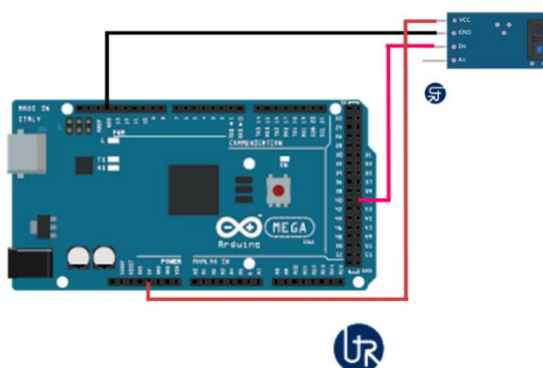
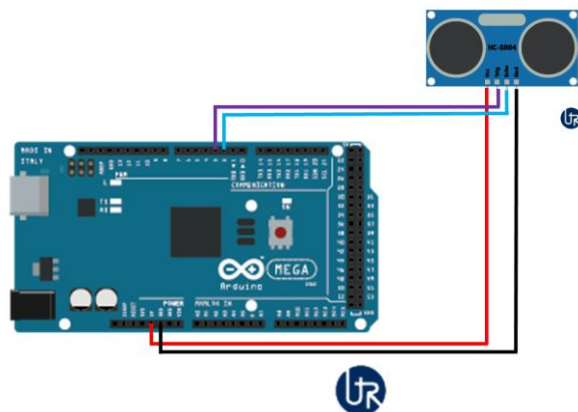


Imagen 37. Diagrama de conexión 6.

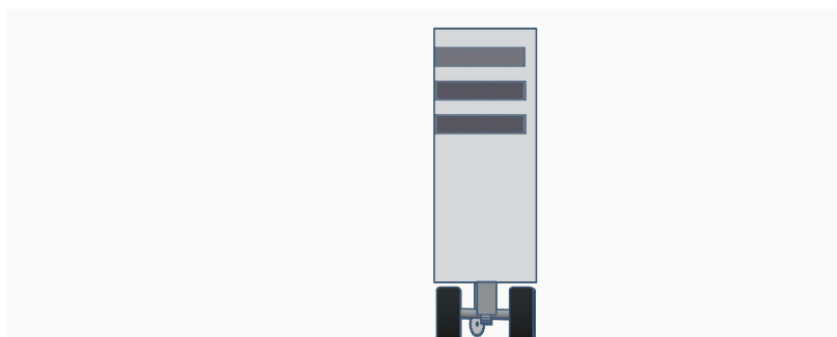
Para finalizar, para la detección de obstáculos está el sensor de proximidad HC-SR04 que tiene una salida positiva y una negativa, dos conexiones PWM 2 y 3, pines digitales del 22-27.



**Imagen 38.** Diagrama de conexión 7.

## DISEÑO 2D

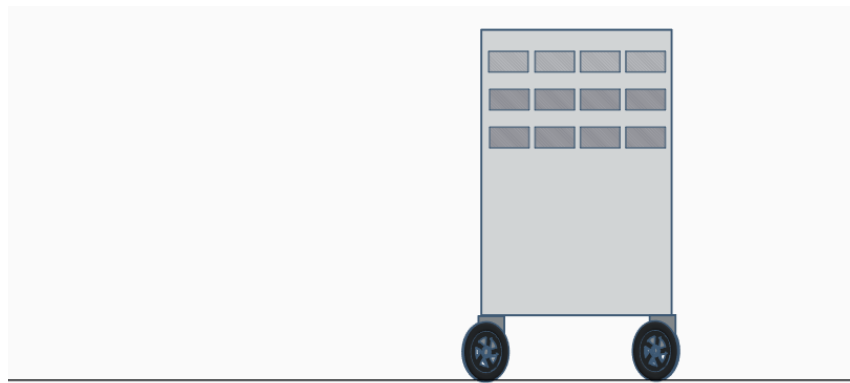
En la siguiente ilustración se puede observar cómo se vería las vistas laterales del vehículo donde se puede apreciar la profundidad de las gavetas y el largo o profundidad del vehículo que es de 0.3 metros; también es perceptible el mecanismo del soporte de las ruedas.



**Imagen 39.** Vistas Laterales: Tinkercad

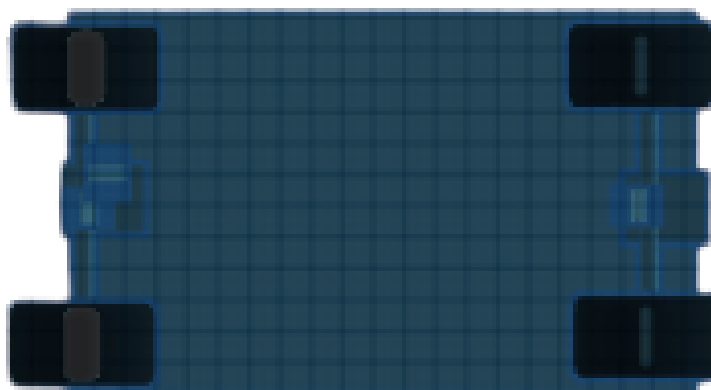
En la siguiente ilustración se puede observar cómo se vería la vista frontal y trasera del vehículo, en esta se pueden apreciar las medidas de ancho y alto del equipo las cuales son respectivamente 0.5 m y 1 m. Y la altura de las ruedas que es de 0.2 m desde el suelo.

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*



**Imagen 40.** Vista frontal y trasera: TinkerCad

En la siguiente ilustración se puede observar cómo se vería las vistas superior e inferior del vehículo, que permiten seguir ampliando a nivel visual el diseño de este equipo.



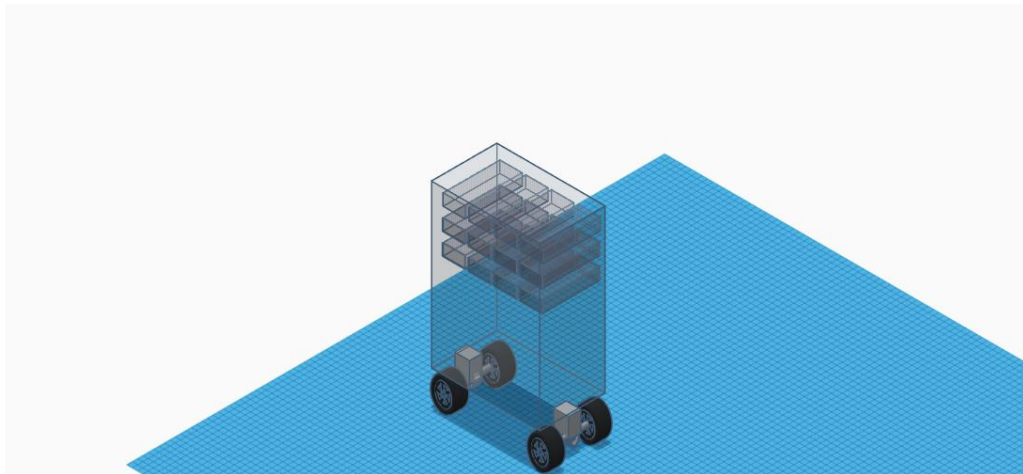
**Imagen 41.** Vista inferior: TinkerCad



**Imagen 42.** Vista superior: TinkerCad

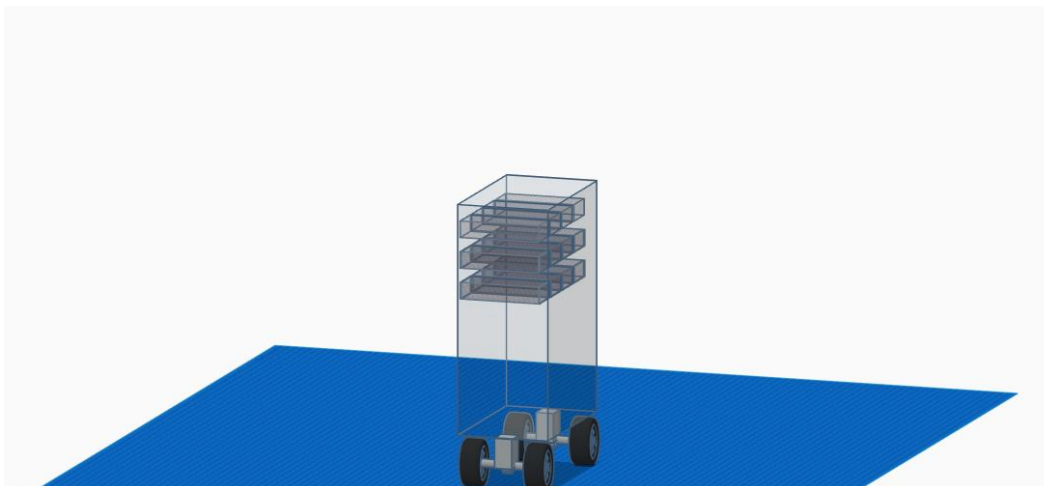
### **DISEÑO 3D**

En las siguientes ilustraciones se pueden apreciar las vistas anteriormente descritas en formato 3D, el cual permiten dar una idea real de cómo se vería el diseño final.

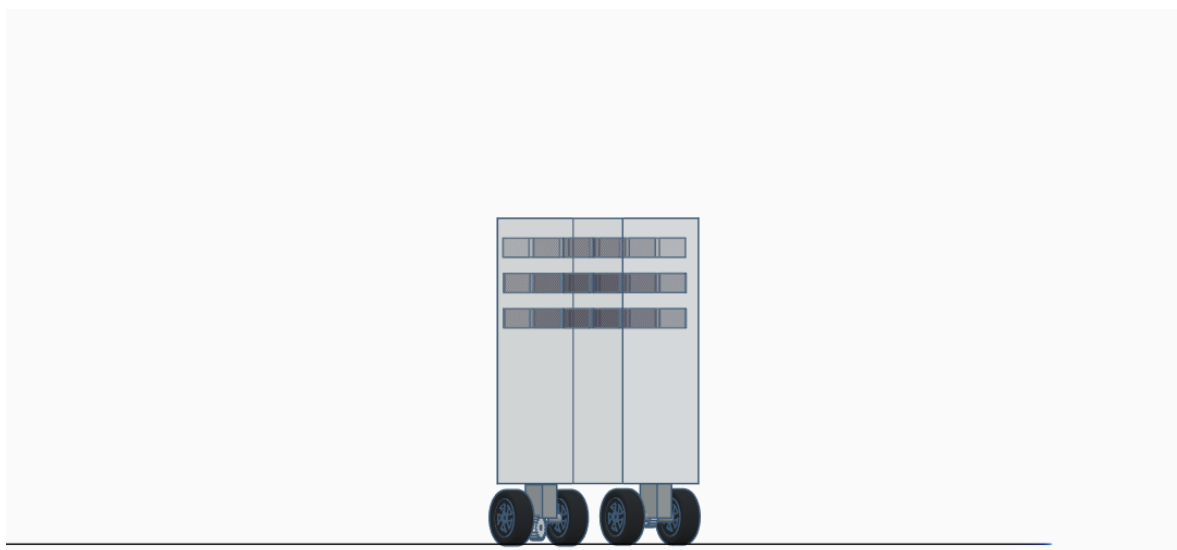


**Imagen 43.** Diseño 3D superior: TinkerCad

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*



**Imagen 44.** Diseño 3D lateral: TinkerCad



**Imagen 45.** Diseño 3D frontal: TinkerCad

## **DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos en este proyecto a nivel propuesto (diseño mecatrónico) cumplieron con los objetivos planteado, esto debido a que se logró seleccionar la tecnología más adecuada acorde a nuestra propuesta desarrollando así los esquemas mecatrónicos del vehículo y presentándolos de manera digitalizada en formato 2D y 3D. Superando los obstáculos presentados en el camino y dando la viabilidad oportuna a quien decida continuar con el proyecto en las fases que sean necesarias, brindando oportunamente dentro de este documento los esquemas y materiales necesarios para su construcción en toda la parte electrónica.

Se recomienda contar con los softwares electrónicos necesarios para ampliar oportunamente los diseños aquí ya presentados. Y aplicar los métodos de investigación para la obtención de datos estadísticos y el análisis de estos.

Las limitaciones que se presentaron en la elaboración de esta fase del proyecto en el cual se realizó la identificación de tecnologías existentes, los diseños 2D y 3D fueron:

1. Al no contar dentro de la universidad con programas que permitan simulaciones y esquemas completos no se lograron realizar. Ya que los esquemas aquí plasmados fueron hechos con PowerPoint una herramienta de office 365, la cual la universidad tiene la licencia. Y con esta herramienta la calidad de la imagen no era óptima y dificultaba el espacio para hacer un esquema completo.

2. Las encuestas con la cual se realizaría el análisis cuantitativo no tuvieron respuesta por la plataforma virtual por parte de los encuestados y la carga laboral que están manejando por la crisis de COVID-19.

### *Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

3. Se encontró una tecnología muy similar a nuestro proyecto, pero no se logró referenciar debido a que está no está en forma de proyecto escrito sino un video de publicidad de un proyecto en curso y al colocarnos en contacto con los creadores no tuvimos respuesta y al no haber documentos publicados no se pudo referenciar.

4. En los mecanismos de seguidores de línea es importante tener un circuito de líneas que seguir, la desventaja es el mantenimiento de estas para que no se borren con el tráfico de personas constante, es importante usar pinturas de tráfico y demarcación con extra blindaje para que su duración sea más larga.

## **CONCLUSIÓN**

Luego de hacer todo el proceso de investigación y detección de tecnología se puede evidenciar que este proyecto es de gran utilidad para los procesos de distribución de medicamentos dentro de cada pabellón o piso de hospitalización disminuyendo así la carga laboral al personal asistencial y optimizando los procesos. Es válido decir que una segunda etapa es apropiada para finalizar el vehículo y pasar a la fase de construcción, con esta primera parte se escogieron de manera oportuna los materiales a utilizarse para que su proyección financiera sea rentable y se pueda utilizar en institución tanto privadas como públicas sin dejar de lado la excelente calidad en la futura elaboración del vehículo permitiendo que su uso diario no afecte ni dañe físicamente.

Basados en la información recolectada hasta ahora podemos afirmar que la creación y viabilidad del prototipo representaría un gran avance en el área asistencial ya que facilitaría en gran medida la entrega de medicamentos a los pacientes, además de mejorar los estándares en la atención a pacientes en los pabellones de hospitalización.

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

El talento humano es la base estructural de toda organización y en el sector de la salud es aún más importante generar estrategias que ayuden a liberar los altos niveles de estrés que causa la sobrecarga laboral de este área en particular ya que en este se trata de forma directa con los usuarios por lo cual se vuelve una necesidad implementar este prototipo que asegure y suministre un buen servicio a los pacientes, además de ayudar a nivel la carga laboral mejorando la atención y la efectividad de los procesos.

Evidenciando las falencias y necesidades del sistema de dispensación de medicamentos junto con los sustentos presentados en la investigación podemos asegurar la viabilidad de esta iniciativa y lo provechosa que resulta para las entidades que imparten estos servicios, el personal y los pacientes, además de los beneficios que aporta al sector asistencial al reducir la probabilidad de enfrentar eventos adversos debido a confusión de medicamentos, además de ayudar a mitigar otras problemáticas como el robo de medicamentos que representa pérdidas ya que genera sobrecostos, este además facilita el inventariado y la facturación de medicamentos por lo cual sistematiza todo un proceso de forma simple para ejecutarlo en cualquier hospital o pabellón de hospitalización

## REFERENCIAS

- <sup>1,2,3</sup> Domínguez, F. J. T. (2011). Nuevos avances en la dispensación de medicamentos. *Revista eSalud.com*, 7(26), 6-12.
- <sup>4</sup> Servicio de Farmacia del Hospital La Mancha Centro: Sistemas de distribución de medicamentos en dosis unitarias. (2020). Retrieved 14 April 2020, from [https://www.serviciofarmaciamanchacentro.es/index.php?option=com\\_kb&task=article&article=15&Itemid=202](https://www.serviciofarmaciamanchacentro.es/index.php?option=com_kb&task=article&article=15&Itemid=202)
- <sup>5</sup> Perini VJ, Vermeulen LC. Comparison of automated medication-management systems. *Am J Hosp Pharm* 1994; 51:1883-91
- <sup>6</sup> Pontón, I. P., & Rico, C. R. (2017) >Sistemas automatizados avanzados de dispensación en pacientes ingresados. Recuperado [https://elfarmaceutico.es/index.php/revista-elfarmaceutico-el-farmaceutico-joven/item/8362-sistemas-automatizados-avanzados-de-dispensacion-en-pacientes-ingresados#.XpXUD\\_hKjIU](https://elfarmaceutico.es/index.php/revista-elfarmaceutico-el-farmaceutico-joven/item/8362-sistemas-automatizados-avanzados-de-dispensacion-en-pacientes-ingresados#.XpXUD_hKjIU)
- <sup>7</sup> D'Inca', M. D. (2016). ES 2 588 309 T3. España: Aparato para almacenar y suministrar medicamentos.
- <sup>8</sup> Asale, R. (2020, abril 26). autónomo, autónoma | Diccionario de la lengua española. Recuperado de <https://dle.rae.es/aut%C3%B3nomo>
- <sup>9</sup> Julián Pérez Porto y Ana Gardey. Publicado: 2017. Actualizado: 2018. Definicion.de: Definición de dispensar (<https://definicion.de/dispensar/>)
- <sup>10</sup> Dosificación Definición. (s. f.). Recuperado 26 de abril de 2020, de <https://infosida.nih.gov/understanding-hiv-aids/glossary/3804/dosificacion>
- <sup>11</sup> Colaboradores de Wikipedia. (2020, enero 26). Lector de código de barras. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Lector\\_de\\_c%C3%B3digo\\_de\\_barras](https://es.wikipedia.org/wiki/Lector_de_c%C3%B3digo_de_barras)

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

- <sup>12</sup> Julián Pérez Porto. Publicado: 2020. Definicion.de: Definición de interconexión (<https://definicion.de/interconexion/>)
- <sup>13</sup> Scolari, Carlos Alberto (2004). Hacer clic. Hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales. Barcelona: Gedisa.
- <sup>14</sup> Medicament, C. I. (2019, octubre 15). ¿Qué es un medicamento? Recuperado de <https://www.farmaceuticonline.com/es/medicamento-que-es/>
- <sup>15</sup> L. (2019, diciembre 22). ¿Qué es un seguidor de líneas?, materiales y tipos. Recuperado de <https://electronicastore.mx/que-es-un-seguidor-de-lineas-materiales-y-tipos/>
- <sup>16</sup> Significado de Software. (2019, agosto 1). Recuperado de <https://www.significados.com/software/>
- <sup>17</sup> Asale, R. (2020b, abril 26). stock | Diccionario de la lengua española. Recuperado de <https://dle.rae.es/stock>
- <sup>18</sup> Clase Software Empresarial. (2016, febrero 16). Enciclopedia Salud: Definición de Unidosis. Recuperado de <https://www.encyclopediasalud.com/definiciones/unidosis>
- <sup>19</sup> Jensong, Y. J. (2013). CN103558765A. China: Intelligent automatic medicine dispensing device.
- <sup>20</sup> Ley N°100. Diario Oficial de la Republica de Colombia No. 41.148, Bogotá, Colombia, 23 de diciembre de 1993.
- <sup>21</sup> Decreto N° 677. Diario Oficial No. 41.827, Bogotá, Colombia, 28 de abril de 1995.
- <sup>22</sup> Decreto N° 1505. Diario Oficial No. 49.241, Bogotá, Colombia, 12 de agosto de 2014.
- <sup>23</sup> Decreto N° 843. Ministerio de salud y protección social. Bogotá, Colombia, 20 de mayo del 2016.

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

- <sup>24</sup> Resolución N°1124. Diario Oficial de la Republica de Colombia No. 49.836, Bogotá, Colombia, 6 de abril de 2016.
- <sup>25</sup> García Camoira, C. (2015). Control de posicionamiento de vehículos mediante Arduino.
- <sup>26</sup> Arduino (2020), Pinout Mega diagram. 4/09/2020
- <sup>27</sup> RFID RC522 13.56mHz NFC. (2019, 17 septiembre). PatagoniaTec.  
<https://saber.patagoniatec.com/2016/07/lector-de-tarjetas-tags-rfid-rc522-13-56mhz-nfc/>
- <sup>28</sup> Diosdado, R. (s. f.). Zona Maker - Ultrasonido HC-SR04. Zona Maker. Recuperado 30 de septiembre de 2020, de <https://www.zonamaker.com/arduino/modulos-sensores-y-shields/ultrasonido-hc-sr04>
- <sup>29</sup> Buzzer pasivo 3-12v. (s. f.). BIGTRONICA SEDE CENTRO. Recuperado 30 de septiembre de 2020, de <https://www.bigtronica.com/centro/sensores/sonido/22-buzzer-pasivo-3-12v-5053212000226.html>
- <sup>30</sup> Mini Cerradura Electroimán Solenoide Eléctrico 6V ~ 12V. (2020). Retrieved 19 October 2020, from <https://ferretronica.com/products/mini-cerradura-electroiman-solenoide-electrico-6v-12v>
- <sup>31</sup> *MOTOR 10 GR\*CM-FERRETRONICA.* (s. f.). Ferretronica.  
<https://ferretronica.com/products/motor-dc-10-gr-cm-4500-rpm-6v?var>
- <sup>32</sup> Atraer objetos metálicos con Arduino y un electroimán. (2020). Retrieved 26 October 2020, from <https://www.luisllamas.es/electroiman-arduino/>

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

- <sup>33</sup>Módulo con MOSFET IRF520N. (2020, 28 agosto). Geek Factory.  
<https://www.geekfactory.mx/tienda/modulos-para-desarrollo/modulo-con-mosfet-irf520n/>
- <sup>34</sup>Los Productos De Promoción Controlador De Motor Paso A Paso L298n Alibaba.com. (s.f.).  
www.alibaba.com. Recuperado 26 de octubre de 2020, de  
<https://spanish.alibaba.com/product-detail/promotion-products-stepper-motor-driver-1298n-60861022490.html>
- <sup>35</sup>Designthemes. (2019, 25 octubre). RFID: Identificación por RF. Tienda y Tutoriales Arduino. <https://www.prometec.net/arduino-rfid/>
- <sup>36</sup>Kit Lector Arduino Modulo Sensor Rfid RC522 NFC Tarjeta + Llaverito - Drones, Repuestos y Accesorios - Tienda Online de Radio Control en Colombia. (2020, 17 julio). RC Extremo - Drones, Repuestos y Accesorios. <https://www.rcextremo.co/producto/kit-lector-arduino-modulo-sensor-rfid-rc522-nfc-tarjeta-llaverito/>
- <sup>37</sup>Sensor Infrarrojo Reflectivo Tcrt5000 - Seguidor De Línea- Merkatronix –Medellín, Colombia. (2020)  
[https://merkatronix.com/index.php?id\\_product=103&controller=product&id\\_lang=4](https://merkatronix.com/index.php?id_product=103&controller=product&id_lang=4)
- <sup>38</sup> Cargador de batería 12V - Mercado libre – Tunjuelito, Bogotá, Colombia (2020)  
[https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-562960249-cargador-de-bateria-12-voltios-para-motos-revo-\\_JM?quantity=1](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-562960249-cargador-de-bateria-12-voltios-para-motos-revo-_JM?quantity=1)

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

<sup>39</sup>Batería Para Ups 12 Voltios 9 Amperios 12v 9ah – Mercado libre- Engativá, Colombia (2020) [https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-591917886-bateria-para-ups-12-voltios-9-amperios-12v-9ah-sellada-nueva-\\_JM?quantity=1#redirectedFromSimilar](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-591917886-bateria-para-ups-12-voltios-9-amperios-12v-9ah-sellada-nueva-_JM?quantity=1#redirectedFromSimilar)

<sup>40</sup>Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M.P. (2010) Metodología de la Investigación (5<sup>a</sup> Ed.). México: McGraw Hill Educación.

<sup>41</sup>Hospitalización. (s. f.). AngiOs. Recuperado 30 de octubre de 2020, de <http://angios.com/servicios/hospitalizacion/#:%7E:text=El%20servicio%20de%20hospitalizaci%C3%B3n%20contempla%20estad%C3%ADas%20de%204%20horas,del%20d%C3%ADa%20de%20los%207%20d%C3%ADas%20de%20la%20semana.>

## ANEXOS

### Vehículo de dispensación

Estimado/a ciudadano profesional de la salud, a continuación encontrará una serie de breves preguntas relacionadas con su experiencia en su área laboral. Agradecemos su colaboración diligenciando esta corta encuesta para la recolecta de información, la cual es esencial para la realización del proyecto de dos de las estudiantes de nuestra institución del programa de Ingeniería Biomédica, María Camila Almendrales Macías, cc. 1.044.433.799 y María Camila Moya Villalobos cc. 1.234.093.205 . La información aquí será de manera anónima y protegida por las leyes vigentes. Gracias por su ayuda y honestidad.

Hola, MARIA CAMILA: al enviar este formulario, el propietario podrá ver su nombre y dirección de correo electrónico.

\* Obligatorio

#### Datos personales

En esta sección se proporcionaran datos personales de la persona encuestada.

##### 1. Nombre completo \*

##### 2. Género \*

Femenino

Masculino

Otras

##### 3. Edad \*

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

## 4. Estado civil \*

- Soltero/a
- Casado/a
- Unión libre
- Divorciado/a
- Viudo/a
- Otro

## 5. Estrato socio-económico \*

- 0-1
- 2-3
- 4-5
- 6

## 6. Ciudad o municipio de residencia \*

## 7. Cargo dentro de su institución \*

## 8. Tiempo dentro de la institución \*

[Siguiente](#)

## Vehículo de dispensación

\* Obligatorio

## Preguntas laborales

Aquí estarán las preguntas que son necesarias para el proyecto de su parte laboral.

El sistema de evaluación aplicado a esta encuesta es del 1-3 siendo así:

La opción 1: En desacuerdo

La opción 2: Ni de acuerdo ni en desacuerdo

La opción 3: De acuerdo

9. ¿Cuántas hora diarias trabaja? \*

4 o menos

Entre 6 y 8

Entre 9 y 12

Más de 12

10. Usted esta encargado del suministro, dispensación o entrega de medicamentos \*

Si

No

11. Si su respuesta a la anterior es afirmativa. En alguna ocasión se ha equivocado en la entrega del mismo. \*

Si

No

12. En alguna ocasión se ha equivocado en la dosificación del mismo. \*

Si

No

13. Me he equivocado por exceso de pacientes

1      2      3  
     

14. Me he equivocado por exceso de obligaciones

1      2      3  
     

Atrás

Siguiente

## Vehículo de dispensación

\* Obligatorio

## Dispositivo

En esta sección se dará paso a las preguntas a cerca de la viabilidad de nuestra propuesta. La cual consiste en un vehículo dispensador de medicamentos autónomo, que permita hacer la dispensación de medicamentos a los pacientes de manera garantizada y oportuna en tiempo y dosificación.

15. Le ayudaría en su trabajo un equipo que dispense y entregue medicamentos por usted \*

Si

No

16. ¿En qué servicio le beneficiaría más? \*

Escriba su respuesta

17. ¿Qué sugerencia tendría a cerca de este? \*

Escriba su respuesta

Atrás

Enviar

Ficha técnica Vehículo dispensador	
Dimensiones	1,0 x 0,5 x 0,3 m (h*a*l)
Dimensiones gavetas	0.1*0,1*0,1
Peso	Aprox. 25Kg
Volumen	0,008 m <sup>3</sup>
L=2*0,0015    F=2*0,0016	L(1*0,3*0,005) y F(1*0,5*0,005)
Materiales	Acero electrolgalvanizado y polietileno
Voltaje de alimentación	100-240V AC 50/60Hz
Voltaje de operación	12v 1000mA
Batería	12V 9A/h

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

Vehiculo\_autonomo\_dispensador\_V1.0

```
/*
CORPORACION UNIVERSITARIA REFORMADA
PROGRAMA DE INGENIERIA BIOMEDICA
PROYECTO DE GRADO VEHICULO AUTONOMO DISPENSADOR DE MEDICAMENTOS
AUTORES: MARIA CAMILA ALMENDRALES, MARIA CAMILA MOYA
TUTORES: PEDRO PACHECO, JOSE NAVARRO P
2020
*/

#include<NewPing.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

// Se definen conexiones de los motores al Motor Driver
// Se reserva el pin 4 PWM para el Speech de Arduino

// Motor A - Derecho
int ENA = 9; // ENA conectado al pin digital 9
int IN1 = A0; // conectado al ping analogo A0
int IN2 = A1; // conectado al ping analogo A1

// Motor B - Izquierdo
int ENB = 10; // ENB conectado al pin digital 10
int IN3 = A2; // conectado al ping analogo A2
int IN4 = A3; // conectado al ping analogo A3
```

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

```
// Se definen conexiones de los sensores infrarojos a los puertos Digitales

int RIGHT = 41; // Sensor Derecho conectado al pin digital 41
int LEFT = 42;  // Sensor Izquierdo conectado al pin digital 42

// Se definen conexiones del Sensor HC-SR04 con Arduino

#define TRIG 3// PIN TRIGGER conectado al pin digital 3
#define ECHO 2// PIN ECHO conectado al pin digital 2
#define MAX_DISTANCE 100 // Define la Maxima Distancia
#define TRIG 22 // PIN TRIGGER conectado al pin digital 23
#define ECHO 23 // PIN ECHO conectado al pin digital 22
#define MAX_DISTANCE 100 // Define la Maxima Distancia

NewPing sonar(TRIG, ECHO, MAX_DISTANCE);

// Lector de tarjetas Rfid
#define RST_PIN 8 //Pin 8 para el reset del RC522
#define SS_PIN 50 //Pin 50 para el SS (SDA) del RC522
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); //Creamos el objeto para el RC522

void setup() {

SPI.begin(); //Iniciamos el Bus SPI
mfrc522.PCD_Init(); // Iniciamos el MFRC522
Serial.println("Lectura del UID");
```

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

```
// Se inicializan los pines como Entradas o Salidas

pinMode(ENA, OUTPUT);
pinMode(ENB, OUTPUT);
pinMode(IN1, OUTPUT);
pinMode(IN2, OUTPUT);
pinMode(IN3, OUTPUT);
pinMode(IN4, OUTPUT);
pinMode(RIGHT, INPUT);
pinMode(LEFT, INPUT);

}

byte ActualUID[4]; //almacenará el código del Tag leído
byte Usuario1[4]= {0x4D, 0x5C, 0x6A, 0x45} ; //código del usuario 1
byte Usuario2[4]= {0xC1, 0x2F, 0xD6, 0x0E} ; //código del usuario 2

void loop() {

delay(70);
int distance = sonar.ping_cm();
if (distance == 0) {
    distance = 30;
}
if(distance <=15) { // Se define la distancia para etectar un obstaculo y las acciones a tom
    Stop();
    delay(100);
```

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

```
- turnRight();
  delay(580);
  moveForward();
  delay(450);
  turnLeft();
  delay(550);
  moveForward();
  delay(700);
  turnLeft();
  delay(500);
  moveForward();
  delay(480);
  turnRight();
  delay(500);

}
if (analogRead(RIGHT)<=35 && analogRead(LEFT)<=35) { // en el Centro de la linea negra avanza
  analogWrite(ENA, 80); // Setea la velocidad a 80 en el rango posible de 0~255
  analogWrite(ENB, 80);
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);

}else if (analogRead(RIGHT)<=35 && !analogRead(LEFT)<=35) { // a la derecha de la linea girar
  analogWrite(ENA,80);
  analogWrite(ENB, 80);
  digitalWrite(IN1, HIGH);
```



*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

```
        ActualUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];
    }
    Serial.print(" ");
    //comparamos los UID para determinar si es uno de nuestros usuarios
    if(compareArray(ActualUID,Usuariol))
        Serial.println("MEDICAMENTO DISPENSADO");
    else if(compareArray(ActualUID,Usuario2))
        Serial.println("MEDICAMENTO DISPENSADO");
    else
        Serial.println("NO DISPENSADO");

    // Terminamos la lectura de la tarjeta tarjeta actual
    mfrc522.PICC_HaltA();

}

}

}

void Stop() { // Detiene los motores
    analogWrite(ENA, 0);
    analogWrite(ENB, 0);
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}
```

*Vehículo dispensador autónomo de medicamentos*

```
void turnRight() { // Gira a la derecha
  analogWrite(ENA, 100);
  analogWrite(ENB, 100);
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}

void turnLeft() { // Gira a la izquierda
  analogWrite(ENA, 100);
  analogWrite(ENB, 100);
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, HIGH);
}

void moveForward() { // Avanza de frente
  analogWrite(ENA, 100);
  analogWrite(ENB, 100);
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}

//Función para comparar dos vectores
boolean compareArray(byte array1[],byte array2[])
{
  if(array1[0] != array2[0])return(false);
  if(array1[1] != array2[1])return(false);
  if(array1[2] != array2[2])return(false);
  if(array1[3] != array2[3])return(false);
  return(true);
}
```