







Nota técnica

Prototipo de dispensador automático para la optimización de ventas en diferentes sectores

Dispenser prototype for sales optimization in different sectors

Jonathan Alejandro Estrada Garibay , Benjamin Vázquez Martínez , David Jehosafath Castillo González ,
David Ernesto Ochoa Almazán 

Instituto Tecnológico de Tláhuac, Tecnológico Nacional de México, Av Estanislao Ramírez Ruiz 301, Amp. Selene, Tláhuac, 13420 Ciudad de México, México

Autor de correspondencia: Jonathan Alejandro Estrada Garibay, Instituto Tecnológico de Tláhuac, Tecnológico Nacional de México, Av Estanislao Ramírez Ruiz 301, Amp. Selene, Tláhuac, 13420 Ciudad de México, México. Correo electrónico: 16106667@tecnmtlahuac.onmicrosoft. ORCID: 0009-0001-3137-6233.

Recibido: 28 de Mayo del 2024

Aceptado: 13 de Julio del 2024

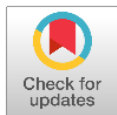
Publicado: 22 de Julio 2024

Resumen. - *El propósito de este trabajo es crear un prototipo de un sistema automatizado para el despacho de diversos productos, como semillas, cereales, clavos, tornillos, entre otros, con el objetivo de beneficiar tanto al consumidor como al proveedor. Se empleará una máquina dispensadora que utilizará la automatización y la dosificación para proporcionar un servicio eficiente. Además, se busca reducir el contacto directo entre el cliente y el vendedor, especialmente en el contexto de la pandemia de COVID-19, donde se ha identificado el intercambio de moneda como un medio de contagio [1]. Es importante destacar que el enfoque metodológico más adecuado para este proyecto es el cuantitativo, ya que se centra en la recolección de datos esenciales para un análisis y desarrollo más efectivos. Asimismo, el dispensador no se limitará a un solo tipo de producto, sino que será versátil y adaptable para su uso en diferentes industrias, permitiendo su funcionamiento las 24 horas del día. Para el desarrollo de este prototipo, los materiales propuestos son el MDF y acrílico, aunado a la impresión en 3D y el uso del software SolidWorks, la plataforma Wokwi para la simulación del sistema y los componentes que lo conforman, el hardware y los softwares que permitirán el funcionamiento de la dosificación, selección de producto y el cobro. Además, se utilizará el IDE Arduino para la programación y el código en el microcontrolador ESP32, lo que coadyuva a que el prototipo sea beneficioso en cuanto a la relación costo-calidad, posicionándolo como una opción viable respecto a su categoría: las máquinas de vending.*

Palabras clave: Automatización; Dosificación; Expendedora; Prototipo; Ventas.

Abstract. - *The purpose of this work is to create a prototype of an automated system for the dispensing of various products, such as seeds, cereals, nails, screws, among others, with the objective of benefiting both the consumer and the supplier. A dispensing machine will be used that will use automation and dosing to provide an efficient service. In addition, it seeks to reduce direct contact between the customer and the vendor, especially in the context of the COVID-19 pandemic, where the exchange of currency has been identified as a means of contagion [1]. It is important to note that the most appropriate methodological approach for this project is quantitative, as it focuses on collecting essential data for more effective analysis and development. Also, the dispenser will not be limited to a single type of product, but will be versatile and adaptable for use in different industries, allowing its operation 24 hours a day. For the development of this prototype, the proposed materials are MDF and acrylic, together with 3D printing and the use of SolidWorks software, the Wokwi platform for the simulation of the system and its components, hardware and software that will allow the operation of dosing, product selection and charging. In addition, the Arduino IDE will be used for the programming and the code in the ESP32 microcontroller, which will help the prototype to be beneficial in terms of the relationship between the system and the customer.*

Keywords: Automation; Dispensing; Vending; Prototype; Sales.





1. Introducción

La automatización en máquinas ha ido evolucionando a gran escala, en décadas pasadas el hecho de pensar en tener una computadora, celular o algún otro aparato tecnológico que brinde un servicio, incluso alguna comodidad, como tan solo ingresar una moneda, era inimaginable. Sin embargo, la automatización ha ido desarrollando procesos más efectivos, en este contexto, el prototipo presentado se enfoca en el uso de los comerciantes que por factores externos a ellos pueden verse afectados por contingencias mundiales o inseguridad; ya que como indica [2] “A nivel nacional, en diciembre de 2023, 59.1 % de la población de 18 años y más consideró inseguro vivir en su ciudad”. por estos factores se desea implementar la automatización del servicio a granel de diferentes insumos a cualquier hora del día sin interacción humana.

Es importante destacar que los elementos deseables del prototipo son los siguientes:

- Atractivo
- Accesible
- Dinámico

Esto se implementará a través de un software de control simple para el usuario cotidiano, acompañado del armado de un prototipo demostrativo con la intención de probar su funcionamiento. Con este dispositivo, se espera que los dueños de negocios puedan incrementar sus ventas, sin importar las condiciones de su entorno.

La automatización no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también tiene el potencial de transformar la experiencia del usuario. Al eliminar la necesidad de interacción humana para la compra de productos a granel, se reduce el tiempo de espera y se mejora la precisión en la dispensación de productos. Además, en un

contexto post-pandemia, la reducción del contacto físico se convierte en un factor crucial para la seguridad sanitaria. Otro aspecto relevante es la adaptabilidad del sistema a diferentes tipos de productos y entornos comerciales. La versatilidad del prototipo permite su uso en una amplia gama de industrias, desde tiendas de comestibles hasta ferreterías, ofreciendo una solución única y adaptable a las necesidades específicas de cada comercio. El uso de materiales como MDF y acrílico, junto con la tecnología de impresión 3D y el software SolidWorks, permite la creación de un prototipo robusto y estéticamente agradable. La plataforma Wokwi facilitará la simulación del sistema y sus componentes, asegurando que el diseño sea funcional y eficiente antes de su implementación real. El microcontrolador ESP32, junto con el IDE Arduino, proporcionará la base tecnológica necesaria para la programación y el control del dispensador, asegurando un rendimiento óptimo y fiable.

Es importante destacar que el desarrollo de este prototipo no solo beneficiará a los comerciantes al permitirles operar de manera más segura y eficiente, sino que también ofrecerá a los consumidores una experiencia de compra mejorada y más conveniente. Con la implementación de tecnologías avanzadas y un enfoque en la seguridad y la eficiencia, este proyecto tiene el potencial de revolucionar la forma en que se dispensan los productos a granel

2. Justificación

El proyecto presente busca resolver los impactos referentes al problema de propagación del COVID-19, debido a que, como menciona el estudio [3], la suspensión de actividades no esenciales tendría un impacto significativo en los ingresos de México, equivalente al 23.0% del Valor Agregado Bruto en abril de 2020. En términos anuales, cada mes de paro reduciría el



VAB nacional de 2020 en un 1.9%, esto habría tenido efectos dentro de miles de pequeñas empresas, como tiendas familiares y almacenes minoristas que a pesar de las medidas de protección vieron disminuidas sus ventas.

En el artículo de la OMS menciona que la transmisión del virus de la COVID-19 puede ocurrir de varias formas. Una de ellas es a través de gotículas que se liberan cuando una persona con síntomas respiratorios, como tos o estornudos, está cerca de otra persona. Esto puede resultar en la exposición a través de las mucosas de la boca, nariz u ojos a estas gotículas infecciosas.

Además, el virus puede transmitirse indirectamente al entrar en contacto con superficies u objetos que una persona infectada haya tocado o que estén en su entorno inmediato. Por lo tanto, tanto el contacto directo con una persona infectada como el contacto indirecto con su entorno pueden resultar en la transmisión del virus [4], es por esto que diseñar y construir un prototipo dispensador para futuras contingencias globales tan importante para los pequeños negocios un sistema que pueda distribuir diversos productos permitiendo escoger la cantidad deseada de cada uno de ellos, esta es una alternativa que brinda al usuario un manejo interactivo, facilitando la compra y venta durante periodos prolongados de ausentismo e inseguridad que como redacta en un reporte del financiero que toma los parámetros de ALTO, una firma de seguridad y asesoría legal, el robo con violencia del año pasado subió 40 por ciento a mano de bandas de farderos a los locatario [5], esto exponiendo a los locatarios que cuentan con horarios de altas horas de la noche, para esto nuestro dispensador podrá dosificar automáticamente cualquier producto durante las 24 horas del día.

En el artículo de la OMS menciona que la transmisión del virus de la COVID-19 puede

ocurrir de varias formas. Una de ellas es a través de gotículas que se liberan cuando una persona con síntomas respiratorios, como tos o estornudos, está cerca de otra persona. Esto puede resultar en la exposición a través de las mucosas de la boca, nariz u ojos a estas gotículas infecciosas. Además, el virus puede transmitirse indirectamente al entrar en contacto con superficies u objetos que una persona infectada haya tocado o que estén en su entorno inmediato.

Por lo tanto, tanto el contacto directo con una persona infectada como el contacto indirecto con su entorno pueden resultar en la transmisión del virus [4], es por esto que diseñar y construir un prototipo dispensador para futuras contingencias globales tan importante para los pequeños negocios un sistema que pueda distribuir diversos productos permitiendo escoger la cantidad deseada de cada uno de ellos, esta es una alternativa que brinda al usuario un manejo interactivo, facilitando la compra y venta durante periodos prolongados de ausentismo e inseguridad que como redacta en un reporte del financiero que toma los parámetros de ALTO, una firma de seguridad y asesoría legal, el robo con violencia del año pasado subió 40 por ciento a mano de bandas de farderos a los locatario [5], esto exponiendo a los locatarios que cuentan con horarios de altas horas de la noche, para esto nuestro dispensador podrá dosificar automáticamente cualquier producto durante las 24 horas del día.

3. Metodología

El proyecto se elaborará bajo el paradigma cuantitativo, ya que se busca crear un prototipo para el problema establecido.

3.1. El enfoque cuantitativo

De acuerdo con [6] el paradigma cuantitativo se caracteriza por la “recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y



probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamientos”. Lo que permite demostrar, a través del método científico las hipótesis planteadas y cuantificar los datos obtenidos para un análisis a profundidad.

Desarrollo mecánico del prototipo

Diseño de prototipo en software SolidWorks

Una máquina vending pretende conservar y almacenar distintos productos, además de los componentes mismos de la máquina, por este motivo se inicia el diseño en SolidWorks con un dibujo a escala.

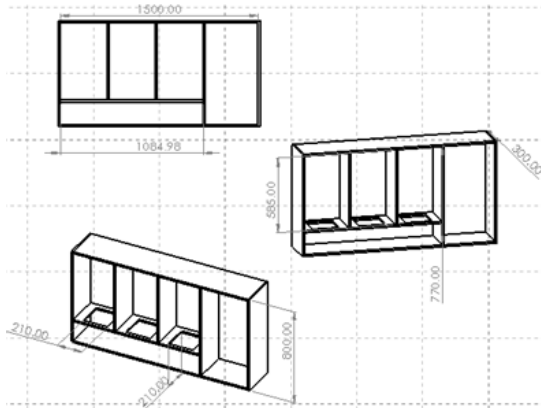


Figura 1. Dimensiones de prototipo en *software SolidWorks*.

El mismo cuenta con las siguientes características:

- Las cotas y mediciones están dadas en milímetros.
- La imagen es una descripción gráfica del prototipo.
- El diseño real se realizará con hojas de acrílico transparente.
- El diseño refleja las características del prototipo.

Como elemento dosificador se utiliza la tolva, pues a través de este conducto viajan los

elementos a dosificar. Sus características son las siguientes:

- A tolva será un elemento que se podrá ensamblar la estructura de acrílico.
- El dibujo mostrado fue realizado en *SolidWorks*.
- Será construida con material acrílico.

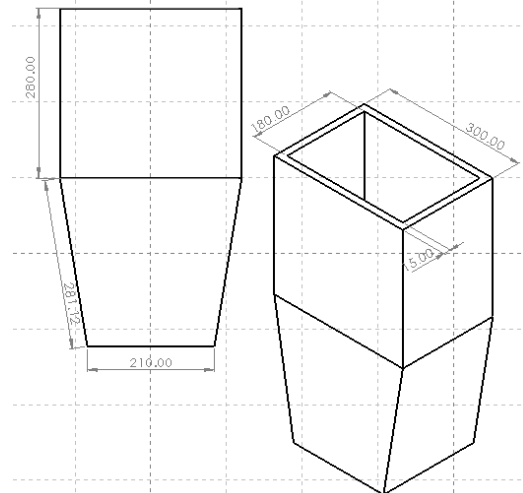


Figura 2. Diseño de tolvas de almacenamiento.

3.2. Ensamblaje en software SolidWorks

En el ensamblaje se puede apreciar cómo es que quedarán acomodadas las tolvas para la distribución de los productos, a un lado queda vacío, ya que en esta parte es donde se añadirán los sistemas de control, el monedero y las pantallas.

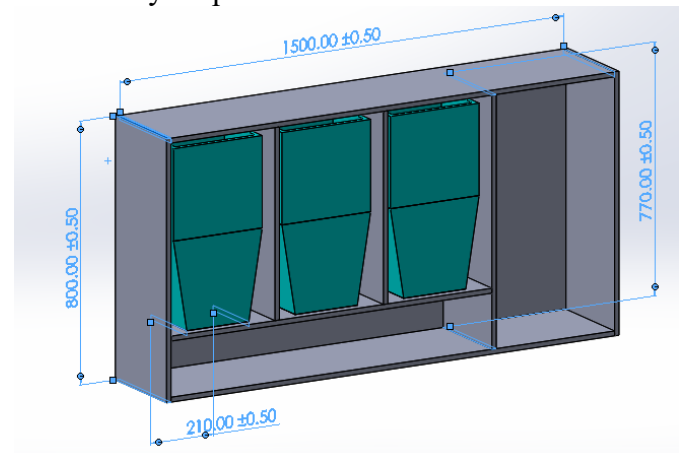


Figura 3. Diseño ensamblado del prototipo en *SolidWorks*.



3.3. Ajuste de tamaño de tolvas para envío a impresión

Durante el desarrollo se fueron ajustando las proporciones de diferentes componentes, en especial las tolvas que, por ser de un tamaño pensado para almacenar varios kilos, se redujeron para una mayor comodidad, facilitando la instalación en el prototipo demostrativo.

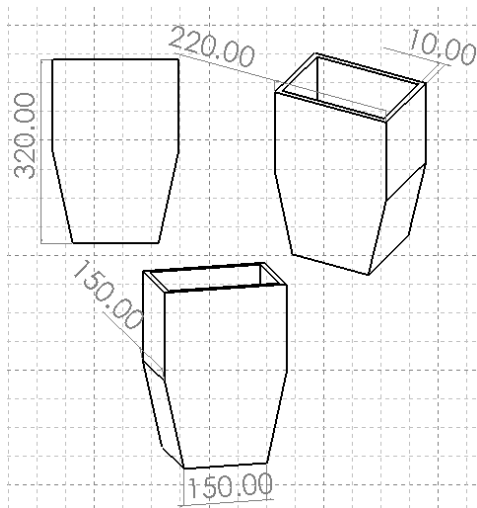


Figura 4. Tolva definida a impresión 3D.

4. Resultados y Discusiones

4.1. Pruebas sistema previo a implementar

Se construyó utilizando un triplay de 3 milímetros, un vaso plástico de medio litro que simula la tolva y el contenedor del prototipo.



Figura 5. Simulación de la tolva.

4.2. Recipiente de almacenamiento del producto para la simulación del sistema de dosificación

Se fabricó una pieza importante para el funcionamiento de la dosificación con **Macocel**, el cual proporciona el beneficio de simular el despachador que dosificará el producto del proveedor al cliente.



Figura 6. Palanca dosificadora.

Se construyó una base de madera para montar otra base donde estará la tolva y el contenedor de cada producto.



Figura 7. Estructura de soporte para despachador.

Al juntar las piezas se obtendrá como resultado un prototipo del sistema de dosificación, el cual



funcionará para realizar las pruebas necesarias del desarrollo y adecuación del prototipo final.



Figura 8. Modelo inicial de pruebas y experimentación.

El prototipo de dosificador será automatizado con la ayuda de un servomotor y algunos microcontroladores, que permitirán simular el funcionamiento, con ello comenzarán las primeras pruebas.

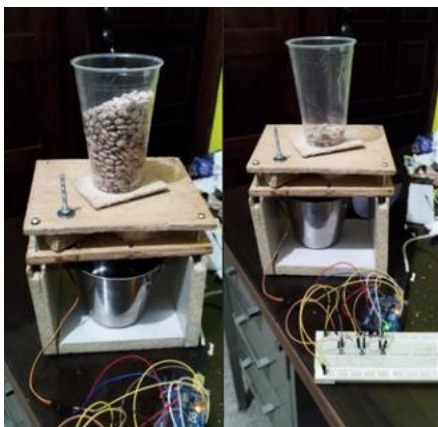


Figura 9. Automatización de prototipo.

4.3. Puesta en marcha con programación de 3 botones

Se probará otro tipo de material, el cual reemplazará las paredes de madera por acrílico junto a un servomotor más grande, ya que en las

primeras pruebas el servomotor no tenía el torque necesario para mover el mecanismo.



Figura 10. Palanca de dosificadora mecánica.

Se hace el mismo proceso de pruebas en el abanico al activar la dosificación, se observa que es más eficiente por el servomotor más grande.

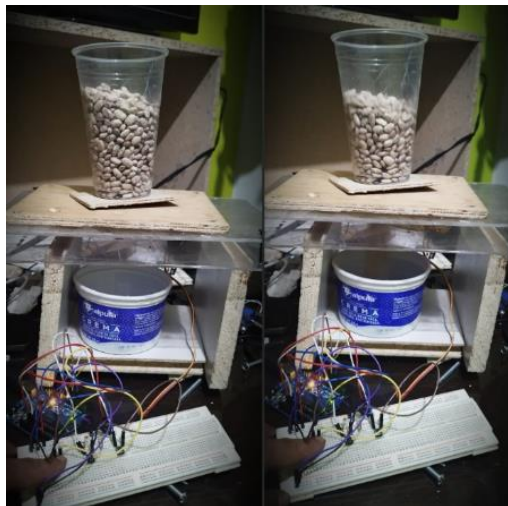


Figura 11. Activación de dosificación.

4.4. Control de palanca dosificación a través del programa simulado en Workwi

Una vez se obtuvieron los modelos preliminares, diseño y funcionamiento, se enviaron a cortar e imprimir las partes del prototipo principal. Buscando la eficiencia y un menor costo para la obtención de algunas de las piezas del prototipo, se optó por compra filamento para impresoras 3D, el cual resulta de gran utilidad



para el diseño de las piezas previamente creadas en el software, sin embargo, incrementa el tiempo debido a la técnica. Para este proceso se utilizaron las impresoras que se encuentran en el Instituto Tecnológico de Tláhuac. Se comenzó por imprimir las bases para los sensores de peso, las cuales permitirán introducir los sensores, protegiéndolo y brindando estabilidad.



Figura 12. Impresión de base para los sensores de peso.

Para el despacho del producto se imprimió la palanca previamente realizada con **Macocel** para brindarle estética, delgadez y la implementación para así poder conectarlo con el servo de manera más sencilla, se tomó en cuenta que esta se desplazará entre los 2 apoyos, tanto de la tolva como de la parte de recepción del despachador.



Figura 13. Impresión de palanca con una abertura para el montaje del servomotor.

Para las tolvas se decidió escalarlas a un tamaño más pequeño debido a que si se continuaba con el diseño de la tolva visto en la Figura 4, el prototipo sería de un tamaño difícilmente transportable. Con esto se pudieron emplear, agregando un pequeña “ventana” para que pueda ver el producto que contiene.

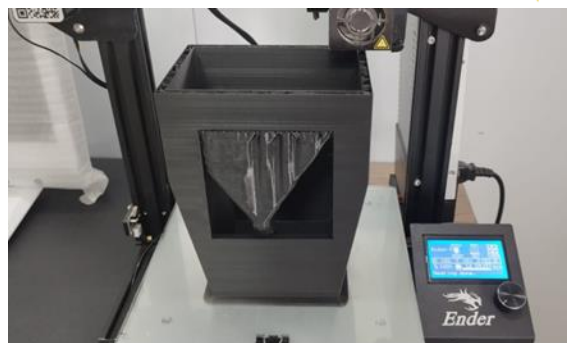


Figura 14. Tolva impresa con ranura para la visualización del producto.

Con todos los elementos ya impresos, se procedió con la limpieza y el previo armado.



Figura 15. Piezas limpias previas a instalación.

Se adquirió MDF previamente cortado para el armado de la estructura, se eligió este material debido a su costo y fácil manipulación, además las piezas fueron pintadas de color blanco.



Figura 16. Tablas MDF cortadas y pintadas.



Para el armado se emplearon pegamentos y pijas que sostendrán las conexiones. Como se aprecia en la Figura 16, posteriormente será colocado el acrílico que fungirá como barrera entre los productos y el cliente.

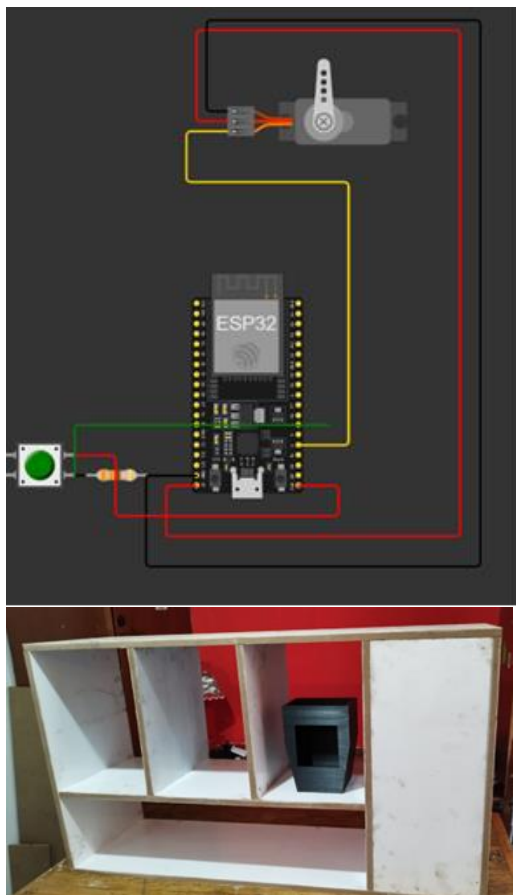


Figura 16. Compartimientos ya ensamblados.

Al terminar el ensamble de la se ranura y perfora para colocar los accesorios que se requieren para una máquina *vending*; un *display*, botones y un contenedor multimonedas para el cobro del producto.



Figura 17. Ensamblaje de accesorios.

La simulación en el programa *online Wokwi* muestra la conexión de un botón directamente al servo, si se presiona el botón se dará la instrucción al servo para iniciarse en una posición de 0 grados y posteriormente pasar a un ángulo de 45, posteriormente deberá de regresar a la posición de 0 grados, después tendrá que volver a su posición inicial en 100 milisegundos.

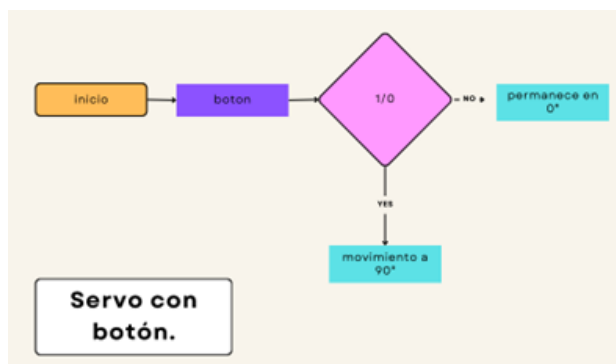


Figura 18. Diagrama de conexión del servomotor y diagrama de flujo del funcionamiento.



4.5. Programación Wokwi display, modulo hx711, diagrama de flujo de conexiones

La relación de los componentes a usar se realizó un diagrama de flujo previo para contemplar cómo funcionaría la máquina en esta interacción.

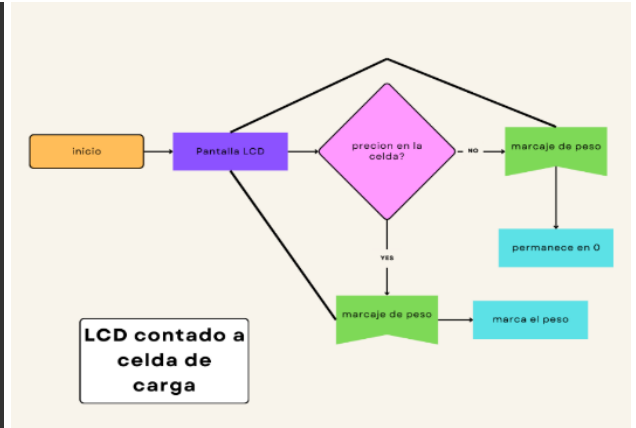
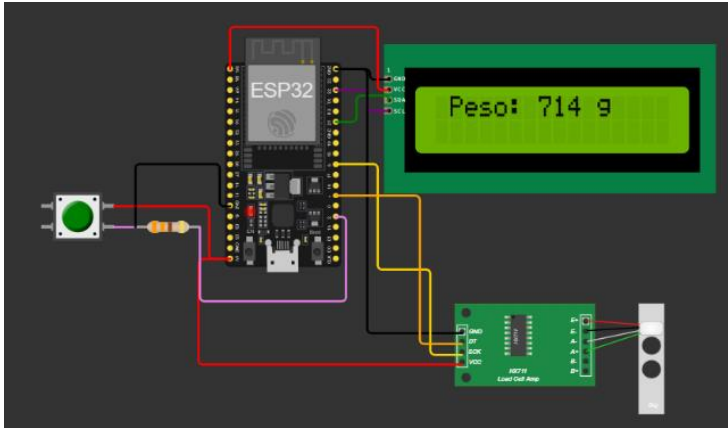


Figura 19. Diagrama de conexión de *display* con sensor de peso y diagrama de flujo del funcionamiento.

4.6. Programación del menú inicial

La programación se realizó primero un diagrama de flujo para la visualización del comportamiento de la máquina, analizando el cómo sería la visualización del cliente. En dicho diagrama es posible visualizar las pantallas agrupadas por el

servo1, servo2 y servo3 que establecen los productos y la selección 1, 2, 3 y “atrás” como la cantidad o el regreso en caso de que el cliente cambie de opinión; continuando con el *void*, donde se solicitará el dinero para poder despachar el producto.

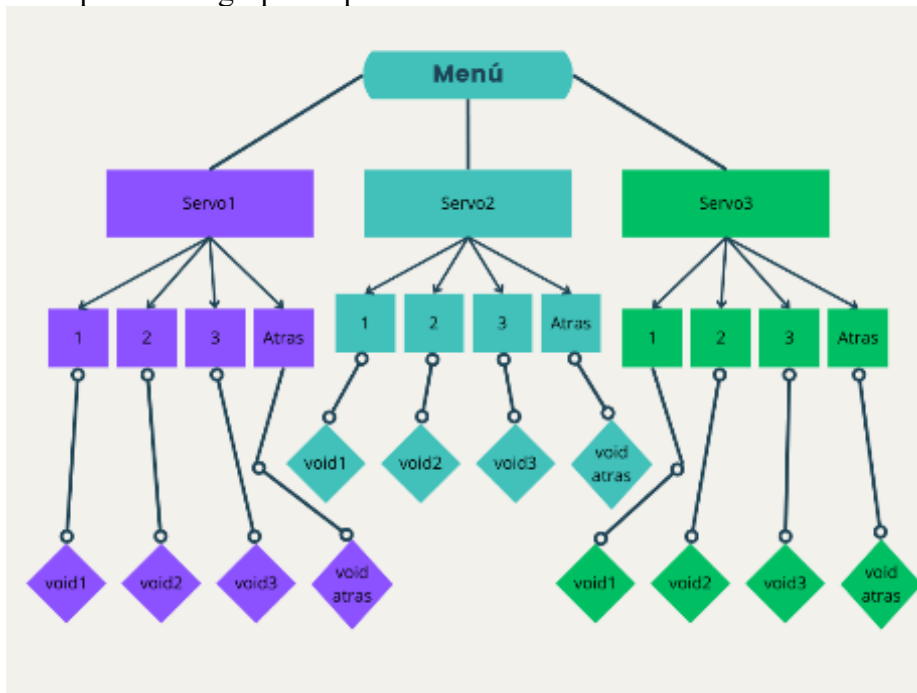


Figura 20. Diagrama del menú inicial.



Conexión 3 leds y botones independientes.

Se realizó la selección por LED de acuerdo a cada color con un tiempo haciendo referencia al Para este punto el proyecto se había modificado debido a que las bibliotecas que usaríamos como

tiempo de despacho, todo esto dependiendo del botón que se seleccione.

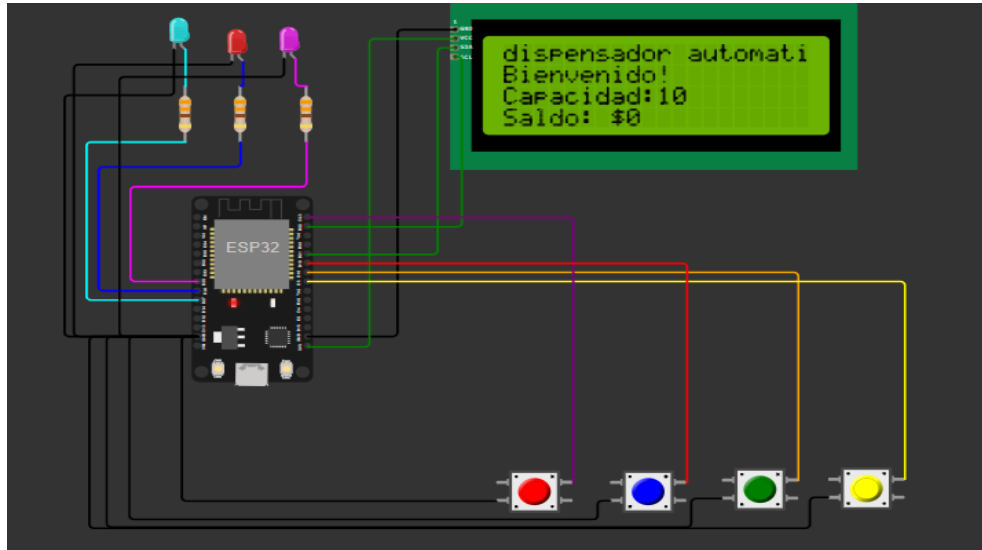


Figura 21. Conexión con 3 leds independientes.

LiquidMenu mostraran cierta incompatibilidad con el Esp32, por lo cual se optó por seguir con el menú de los leds simulado en la Figura, solo que ahora sustituido por motores lo cual

generó una extensión al código, ya que se debían de programar independientes cada motor. Se realizó un nuevo diagrama que expresaba la operación del menú a implementar, mostrando de primera la solicitud del dinero para generar la

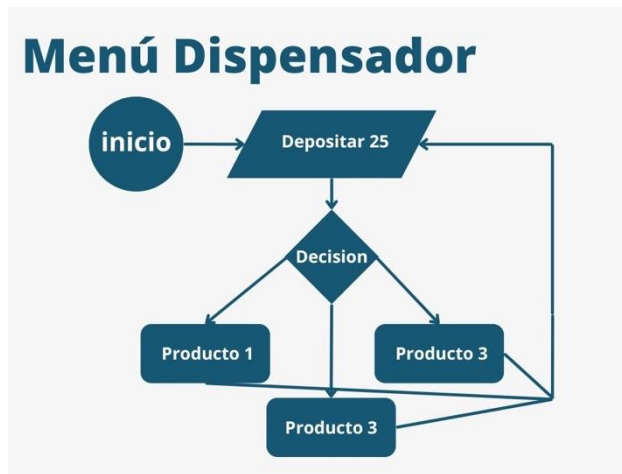


Figura 22. Diagrama de flujo de menú ajustado a la nueva programación.



Por lo tanto, se declararon nuevas variables y la posición inicial de los servomotores.

```
servo.attach(pinServo, 500, 2500);
servo1.attach(pinServo1, 500, 2500);
servo2.attach(pinServo2, 500, 2500);
int posServo = 0;
int posServo1 = 0;
int posServo2 = 0;
```

Figura 23. Código para declarar las variables del servomotor.

Se continúa declarando los void para operar los servos con los botones y si accionamiento.

```
moverServo(45);
delay(3000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Listo, vuelva pronto");
delay(3000);
void dispenseProduct1(String productName1
// Mostrar mensaje de dispensación de producto en la pantalla
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Despachando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(productName1);
```

Figura 24. Código de accionamiento del servomotor.

Para este punto se modificó la instrucción para que los leds se remplazasen por los servomotores que serán aquellos que recibirán la señal donde serán encargados de activar el sistema de dosificación el cual esta programado para que de 3 distintas porciones, cada servo abrirá su respectivo contenedor y efectuara le dosificación de cada tolva, la ayuda de la palanca dosificadora que fue creada por medio de una impresora 3D.

5. Pruebas y resultados

Uniando todas las partes de programación y mecanismos se obtuvo un prototipo totalmente funcional de un dispensador de productos. Abriendo la posibilidad de mejorar el prototipo en muchas formas, como menciona [7] utilizando una SBC para la mejora eficiente de la entrega de producto implementando un kernel de tiempo real.

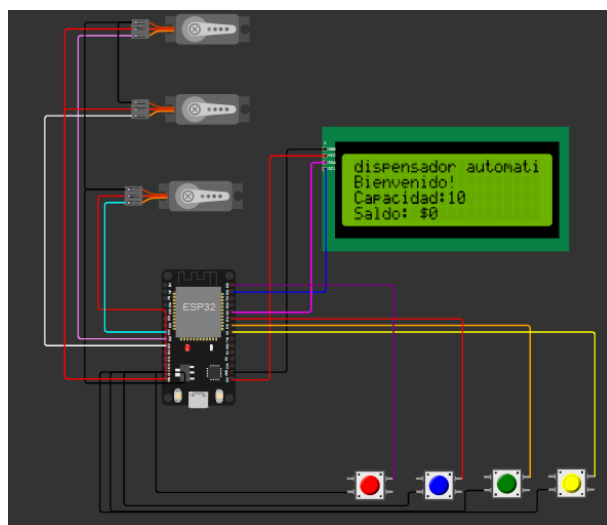


Figura 25. Conexión con 3 servos.



Figura 26. Dispensador terminado.

5.1. Pruebas con el monedero

En las pruebas con el monedero se tuvieron bastantes contratiempos, ya que, a pesar de hacer un programa individual para el mismo, al momento de conectarlos creaba una señal constante de respuesta, por la cual se generaba un conteo infinito.

Se identificó que fue debido a la corriente que ocupaba el monedero, con varias pruebas en las que se ocuparon distintas fuentes, se observa el funcionamiento esperado en varias ocasiones dentro de las pruebas, pero al momento de actualizar la programación aparecía nuevamente el *bug* del conteo.

Debido a los inconvenientes presentados, se propuso la implementación de una fuente correspondiente al voltaje necesario, se adquirió un Fuente Conmutada de 12 Volts, a 2 Amp, la cual fue directamente conectada al circuito, ya que le ESP32 puede soportar hasta 12V, una vez se realizaron las conexiones, dentro de las pruebas se observa el funcionamiento deseado en el circuito.

5.2. Pruebas del sensor de peso y conexión del hx711

La balanza, ya calibrada, refleja el peso correcto del producto, esto se obtuvo al calibrar y trabajar con distintos pesos, teniendo un peso de referencia.

5.3. Pruebas de la dosificación

Se realizaron las pruebas del despachado de cada producto con el sistema del cobro del monedero, que es activado por los *push button*. Los botones fungen para seleccionar la tolva o el producto que desea el usuario, después de depositar la cantidad de dinero que se solicita, se selecciona la tolva y se proporciona el producto.

Al hacer las diversas pruebas, el actuador dos presentó sobrecalentamiento y comenzó a hacer movimientos en falso, por tanto, se hizo el cambio de este, ya que, durante la selección de los productos, se presentaron interrupciones o caídas de voltaje que hacían que el sistema se reiniciara, se procedió con una búsqueda de la tensión alterada llevando a este Servo2, por lo



cual en este punto del desarrollo se realizó un cambio que eliminó los incidentes presentados.

6. Conclusiones

La tecnología evoluciona y con ella se conforman nuevas dinámicas de interrelación con el entorno y los otros, en este sentido, los comerciantes deben innovar de manera constante para ofrecer a los consumidores productos y experiencias de venta que se adapten a sus necesidades y estilos de vida. Retomando lo anterior, las máquinas de vending se posicionan como una opción altamente viable, pues además de no requerir un gran espacio para su instalación, pueden expender cualquier tipo de producto, no requiere de personal para su operación, más que para su mantenimiento, lo cual reduce los costos de operación para el comerciante, al poder ser colocada en distintos espacios, ofrece mayores puntos de venta y, por tanto, incrementan las posibilidades de compra.

En conclusión, el prototipo de dispensador de alimentos es un testimonio de la ingeniería aplicada y la innovación centrada en el usuario. Representa un paso adelante en la automatización de las ventas a granel y la gestión de los productos, ofreciendo una solución práctica y sostenible que se alinea con las expectativas modernas de conveniencia y responsabilidad. A medida que continuamos desarrollando y mejorando este dispositivo, estamos seguros de que encontrará un lugar valioso en muchas micro, pequeñas y medianas 86 empresas, mejorando la vida de los vendedores y brindándoles más oportunidades para poder crecer. Retomando lo anterior, las máquinas de vending se posicionan como una opción altamente viable, pues además de no requerir un gran espacio para su instalación, están disponibles las 24 horas, pueden expender cualquier tipo de producto, no requiere de personal para su operación, más que para su mantenimiento, lo cual reduce los costos de

operación para el comerciante, al poder ser colocada en distintos espacios, ofrece mayores puntos de venta y, por tanto, incrementan las posibilidades de compra. El prototipo presentado busca mejorar las máquinas de vending existentes, a través de la disminución de costos en su fabricación, la mejor portabilidad y la diversidad de productos que ponga a disposición del consumidor, por tanto, es un proyecto que puede enriquecer distintos sectores del comercio, repercutiendo una en mayor margen de ganancias evitando y reduciendo la interacción con dinero u objetos que pueden llegarse a verse contaminados de algún agente infeccioso

7. Reconocimiento de autoría

Jonathan Alejandro Estrada Garibay: Idea; Recursos; Estado del arte; Introducción; Desarrollo; Edición. *Benjamín Vázquez Martínez:* Revisión de documentación; Análisis; Ideas; Desarrollo; Programación; Edición. *David Jehosafath Castillo González:* Análisis formal; Conceptualización; Programación; Recursos; Construcción; Análisis formal; Análisis de datos. *David Ernesto Ochoa Almazán:* Borrador Original; Administración del proyecto; Metodología.

Referencias

- [1] Impacto económico del COVID-19 en las regiones de México, p. <https://cienciauanl.uanl.mx/ojs/index.php/revista/article/view/153/158>, 2020.
- [2] INEGI, «INICIARON LOS CENSOS ECONÓMICOS 2024 EN TODO MÉXICO,» p. https://www.inegi.org.mx/contenidos/salade prensa/boletines/2024/Inc_CE2024/Inc_CensosEconomicos2024_Nal.pdf, 2024.
- [3] «Impacto económico del COVID-19 en las regiones de México,» p.



- <https://cienciauanl.uanl.mx/ojs/index.php/revista/article/view/153/158>, 2020.
- [4] «Vías de transmisión del virus de la COVID-19: repercusiones para las recomendaciones relativas a las precauciones en materia de prevención y control de las infecciones,» 29 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>.
- [5] A. Rodríguez, «Robos a tiendas con violencia aumentan 40 por ciento en México,» 23 junio 2023. [En línea]. Available: <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/2023/06/23/robos-a-tiendas-con-violencia-aumenta-40-por-ciento-en-mexico/>.
- [6] F. & B. Hernández, «metodologia de la investigacion,» 2003. [En línea]. Available: http://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/197667/mod_resource/content/0/Hernandez%20Sampieri%20Metodologia%20de%20la%20Investigacion%20B3n.
- [7] B. V. L. P. G. G. L. H. Á. M. T. Z. & E. J. D. M. Martínez, «Comparativa y análisis de tiempos de respuesta y latencia, linux CNC vs. Raspberry Pi OS RT. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(1), 7673-7685.,» 2023. [En línea]. Available: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4998>.
- [8] Huamanchumo, «Singularidad tecnológica y transhumanismo. Teknokultura.,» *Revista de Cultura Digital y Movimientos Sociales*, 200, 2021.
- [9] E. A., «Conversión de máquinas herramienta de accionamiento manual en centros de mecanizado CNC mediante la utilización de sistemas electrónicos embebidos. (Tesis de Grado. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA MATANZA), Repositorio Digital UNLaM.,» p. <http://repositoriocyt.unlam.edu.ar/handle/123456789/550>, 2017.
- [10] «Tipos de máquinas de vending,» pp. <https://euskovazza.com/maquinas-de-vending/tipos-de-maquinas-de-vending/>, 2013.
- [11] Euskovazza., «Tipos de máquinas de vending.,» pp. <https://euskovazza.com/maquinas-de-vending/tipos-de-maquinas-de-vending/>, mayo 2019.
- [12] P. D. Madrigal Solis, «Dispensador automático para pollos.,» p. <http://localhost:8080//handle/123456789/230>, 2013.
- [13] R. Adeva, «Todo lo que debes saber sobre la impresión 3D y sus utilidades,» pp. <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/impresion-3d/>, 2023 .
- [14] C. UANL, «Impacto económico del COVID-19 en las regiones de México,» p. <https://cienciauanl.uanl.mx/ojs/index.php/revista/article/view/153/158>, 2023.
- [15] «Arduino IDE: Imprescindible para los entusiastas de la electrónica,» p. <https://arduinodesdecero.com/tipos/ide/>, 2023.
- [16] assemblerinstitute, «¿Qué es la programación y para qué sirve?,» pp. <https://assemblerinstitute.com/blog/que-es-la-programacion>, 2022.



- [17] «Comercio al por Menor de Abarrotes y Alimentos,» pp.
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/industry/retail-trade-of-groceries-and-food#:~:text=Las%20entidades%20federativas%20con%20mayor,fue%20de%20%24223%2C373M%20MX.> , 2023.
- [18] d. gutierrez, «Software de programación,» pp. .
<https://www.velneo.com/blog/software-de-programacion> , 2024.
- [19] «Población total (Número de habitantes),» p.
<https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P> , 2020.
- [20] «Wowki, un simulador online gratuito para Arduino o ESP32,» p.
<https://www.luisllamas.es/wowki/>, 2022.
- [21] questionpro, «Tamaño de muestra,» pp.
<https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html>.
- [22] «Todo lo que debes saber sobre el software 3D Cura: la herramienta indispensable para tus proyectos de impresión 3D.,» pp.
<https://softwarepara.es/software-3d-cura/>, 2023.
- [23] «¿Qué es la programación y para qué sirve?,» pp.
<https://assemblerinstitute.com/blog/que-es-la-programacion/> , 2022.
- [24] J. Bautista, «Evolución de los softwares de simulación para el Diseño y Construcción en la Industria. Esmeraldas: Polo del Conocimiento. doi:10.23857/pc.v5i8.1665,» 2020.
- [25] P. D. Madrigal Solis, «Dispensador automático para pollos.,» p.
<http://localhost:8080//handle/123456789/230> , 2013.
- [26] T. M. H. Melissa A. Matthews, «Vending machine assessment methodology. A systematic review,» pp.
https://www.researchgate.net/profile/Thara-ga-Sharmilan/publication/357577286_Vending_Machine_Technologies_A_Review_Article/links/61d544a5b8305f7c4b23188d/Vending-Machine-Technologies-A-Review-Article.pdf, 2015.
- [27] K. Segrave, «Vending Machines,» p.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iCSqgzfy38QC&oi=fnd&pg=PP1&dq=machine+VENDING&ots=rtib0cl7Og&sig=55oleRDntZcYi5Wk8SuCv1PfEM4#v=onepage&q=machine%20VENDING&f=false>, 2002.
- [28] L. M. ., K. M. ., E. M. ., J. T. Vennan Sibanda, «Design of a high-tech vending machine,» p.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827120308829>, 2020.
- [29] S. A. PhD, P. J. M. S. Hannan, L. J. P. Harnack, N. R. M. Mitchell, T. L. P. Toomey y A. R. M. Gerlach, «Pricing and Availability Intervention in Vending Machines at Four Bus Garages,» p.
https://journals.lww.com/joem/abstract/2010/01001/pricing_and_availability_intervention_in_vending.6.aspx.
- [30] J. L. W. PhD, «School Vending Machine Use and Fast-Food Restaurant Use Are Associated with Sugar-Sweetened Beverage Intake in Youth,» p.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002822306016956>, 2006.



- [31] N. D. R. D. A. Solano, «Smart vending machines in the era of internet of things,» p. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X16304757>, 2016.
- [32] A. Rusdiansyah, «An integrated model of the periodic delivery problems for vending-machine supply chains,» p. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026087740400490X>, 2005.
- [33] A. Rusdiansyah, «An integrated model of the periodic delivery problems for vending-machine supply chains,» p. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026087740400490X>, 2005.
- [34] J. A. S. B. F. A. J R DiFranza, «Youth access to tobacco: the effects of age, gender, vending machine locks, and "it's the law" programs.,» p. <https://ajph.aphapublications.org/doi/abs/10.2105/AJPH.86.2.221>, 2011.
- [35] M. D. S. G. Ravi Anupindi, «Estimation of Consumer Demand with Stock-Out Based Substitution: An Application to Vending Machine Products,» p. <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mksc.17.4.406>, 1998.
- [36] S. Gruber, «THE COMMODITY VENDING MACHINE,» pp. https://www.researchgate.net/publication/265079551_THE_COMMODITY_VENDING_MACHINE?enrichId=rgreq-f8092fb8047fca93350f5906e9456574-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIoZl2NTA3OTU1MTtBUzozMjl4MTIxNDM3MDEwMTdAMTQ1Mzk3NTgyMTAyMQ%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPd, 2005.
- [37] J. G. Rohr, «Smart Contracts and Traditional Contract Law, or: The Law of the Vending Machine,» p. [https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/clevslr67&div=9&id=&page=](https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/clevslr67&div=9&id=&page=,), 2019.
- [38] V. S. ., S. S. ., K. M. Eriyeti Murena, «Design of a Control System for a Vending Machine,» p. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827120308970>, 2020.
- [39] A. B. ., S. G. ., N. V. ., L. C. ., M. C. ., L. D. Daniela Manila Bianchi, «Monitoring of foodborne pathogenic bacteria in vending machine raw milk in Piedmont, Italy,» p. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713513000194>.
- [40] D. S. R. J. C. M. J. A. S. H. Wahidul Alam, «Internet of Things Based Smart Vending Machine using Digital Payment System,» p. <https://section.iaesonline.com/index.php/IJEI/article/view/3133>, 2018.
- [41] T. W. Haim Permuter, «Source Coding With a Side Information "Vending Machine",» p. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5895085>, 2011.
- [42] C. B. W. Nicholas A. Meisel, «Design and assessment of a 3D printing vending machine,» pp. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/RPJ-07-2014-0081/full/html>, 2015.
- [43] L. Llamas, «Wowki, un simulador online gratuito para Arduino o ESP32,» 14 Diciembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/wowki/>.
- [44] assemblerinstitute, «¿Qué es la programación y para qué sirve?,» 14 Julio 2022. [En línea]. Available:



- <https://assemblerinstitute.com/blog/que-es-la-programacion/>.
- [45] D. Gutierrez, «Software de Programacion,» 02 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.velneo.com/blog/software-de-programacion>.
- [46] arduinodesdecero, «Arduino IDE: Imprescindible para los entusiastas de la electrónica,» 23 Junio 2023. [En línea]. Available: <https://arduinodesdecero.com/tipos/ide/>.
- [47] circuitos-electricos, «ESP32 – ESPECIFICACIONES Y DISEÑOS,» [En línea]. Available: <https://www.circuitos-electricos.com/esp32-especificaciones-y-disenos/>.
- [48] Arduino, «UNO R3,» [En línea]. Available: <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3/>. [Último acceso: 2024].
- [49] A. Rodriguez, «Sensores electrónicos: ¿Qué son y cómo funcionan?,» 08 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.diarioelectronico hoy.com/sensores-electronicos-que-son-y-como-funcionan/#:~:text=Los%20sensores%20electr%C3%B3nicos%20son%20dispositivos%20que%20detectan%20y,la%20electr%C3%B3nica%20hasta%20la%20medicina%20y%20la%20rob%C3%B3tica>.
- [50] Isaac, «Pantalla LCD: todo lo que necesitas saber,» [En línea]. Available: <https://www.hwlibre.com/pantalla-lcd/>. [Último acceso: 01 Abril 2024].
- [51] Ingeniería Mecafenix, «Que es una pantalla LCD y para que sirve,» 22 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://www.ingmecafenix.com/electronica/componentes/lcd/>.
- [52] Sensores Tec, «Descubre el sensor de peso HX711 y todas sus ventajas,» 2024. [En línea]. Available: <https://sensorestec.com/otros-sensores/sensor-de-peso-hx711/>.
- [53] Flintec, «¿Cómo Funciona Una Celda De Carga?,» [En línea]. Available: <https://www.flintec.com/mx/sensores-de-peso/celulas-de-carga/what-is-a-load-cell-and-how-does-it-work>.
- [54] B. V. L. P. G. G. L. H. H. J. R. & E. J. D. M. Martínez, «Sistemas de telemetría y teleoperación en tiempo real usando VPS y API Fetch. Caso de estudio: variables eléctricas de una casa habitación. Ciencia Latina Revis,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/3451>.
- [55] A. M. Ferrer, «Máquinas expendedoras automáticas.,» 2000. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=228935>.
- [56] T. S. Nilani Ratnasri, «Vending Machine Technologies: A Review Article,» 2021. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Tharanga-Sharmilan/publication/357577286_Vending_Machine_Technologies_A_Review_Article/links/61d544a5b8305f7c4b23188d/Vending-Machine-Technologies-A-Review-Article.pdf.



Derechos de Autor (c) 2024 Benjamin Vázquez Martínez, Jonathan Alejandro Estrada Garibay, David Jehosafath Castillo González, David Ernesto Ochoa Almazán



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)