



"Tecnología al Servicio de la Salud: El Futuro de la Automedicación con el Pastillero Electrónico"

Nombre de los autores: Chávez-Gómez Jorge Alejandro, Rivero-Gómez Gabriel, Martínez-Vargas Emiliano, Cu-Barrera Jojhan Eliezer, Monterrubio-Antonio María Fernanda

Nombre de la institución: Universidad Modelo. Carrera: Ingeniería Biomédica. Dirección de la institución con CP: Carretera a Cholul, 200 mts. después del periférico, Mérida, Yucatán México, C.P. 97305. Teléfono: 999 930-1900, Correo del autor de correspondencia: 15233676@modelo.edu.mx

Palabras clave: pastillero electrónico, tratamiento, calidad de vida.

Resumen. Este proyecto se centra en desarrollar un pastillero electrónico que va más allá de ser un simple recordatorio, aspirando a convertirse en un compañero integral para mejorar la adherencia a la medicación. Comenzamos entendiendo las necesidades de los usuarios, fundamental para diseñar un producto que no solo cumpla con sus expectativas, sino que también se integre de manera armoniosa en sus vidas. La fase de diseño abarca desde la concepción inicial hasta la toma de decisiones técnicas clave, priorizando no solo la funcionalidad, sino también la estética y la usabilidad del pastillero.

La sinergia entre el desarrollo del software y la ingeniería de hardware es crucial para garantizar que el pastillero sea inteligente, eficiente y, sobre todo, resistente y confiable. Las pruebas exhaustivas son fundamentales, sometiendo al dispositivo a rigurosos escrutinios para evaluar tanto su eficacia como su seguridad antes de avanzar hacia la implementación piloto en entornos del mundo real.

La retroalimentación de los usuarios se coloca en el centro de nuestra atención, reconocida como un componente clave en la mejora continua del pastillero. La evaluación final en situaciones cotidianas será esencial para comprender de manera holística cómo el dispositivo impacta la vida de los usuarios y ajustar futuras iteraciones.

Este proyecto busca construir un pastillero electrónico que sea un verdadero compañero en el cuidado de la salud. La

aspiración es ir más allá de mejorar la adherencia a la medicación y elevar la calidad de vida de los pacientes mediante un diseño centrado en el usuario, tecnología avanzada y un compromiso constante con la retroalimentación del usuario.

Introducción. Para las personas que sufran de alguna enfermedad necesitan de cierto apoyo para llevar a cabo una correcta recuperación, es aquí donde entra en juego los dispositivos médicos los cuales están destinados para prevenir, diagnosticar o tratar enfermedades o afecciones. Entre la amplia gama de dispositivos médicos que se tienen a disposición, dentro de estos también existe su clasificación de acuerdo al nivel de riesgo que este tenga respecto a la salud del paciente.

Los primeros que se hay que mencionar son los dispositivos médicos de Clase I, corresponde a aquellos dispositivos de menor riesgo para el organismo, aquellos insumos cuya seguridad y eficacia están completamente evaluados, generalmente, son dispositivos que no se introducen al cuerpo humano. Entre los cuales se pueden encontrar vendas o vendajes, instrumentos quirúrgicos manuales o sillas de ruedas no mecanizadas. (Fig 1)



Fig 1: Dispositivos médicos clase 1

Pasando a la siguiente clase de los dispositivos la Clase II, esta representa aquellos insumos que pueden tener variaciones en su elaboración o concentración, se introducen al cuerpo humano por un período menor a 30 días. En esta clasificación pueden entrar las jeringas y los equipos de administración para las bombas de infusión; los circuitos de respiración para anestesia. (Fig 2)



Fig 2: Dispositivos médicos clase 2

Aquellos insumos que se introducen al organismo, y que permanecen en el cuerpo durante periodos mayores a 30 días pertenecen a la clasificación de Clase III. Cabe mencionar, que éstos últimos dispositivos han aumentado su producción debido al avance médico tecnológico, pues las empresas que los distribuyen han innovado de tal manera, que su posicionamiento en América Latina, se ha incrementado a la par de los avances científicos y nuevas tecnologías de desarrollo. Un ejemplo de ello, son aquellos mono-implantes que buscan regular el funcionamiento de órganos humanos internos. (Fig 3)



Fig 3: Dispositivos médicos clase 3

Debido a lo anterior, la tecnovigilancia, que permite una regulación y correcta clasificación de los dispositivos médicos en desarrollo, se vuelve imperante. Dispositivos Médicos, busca que se ofrezca a la población una mejor calidad de vida, de manera segura y confiable; al mismo tiempo que se impulsen y proyecten, nuevas tecnologías propiciando el avance del sector salud en beneficio del paciente.

Como es bien sabido los pacientes necesitan los dispositivos médicos para obtener una recuperación o alivio a sus padecimientos. Sobre todo, uno de los dispositivos más demandados y requeridos por los usuarios desde siempre han sido los pastilleros.

En nuestro día a día hay personas que necesitan tomar medicamentos por lo cual el paciente debe seguir conjunto para lograr llevar de forma adecuada sus necesidades clínicas, con las dosis precisas y en un periodo tiempo adecuado.

Para que un tratamiento cumpla con su objetivo en su mayor parte depende del tratamiento prescrito y de que el paciente siga con el cumplimiento de este. El cumplimiento terapéutico puede definirse como la conducta que siga el paciente, ya sea con respecto a la toma del medicamento, buenos hábitos alimenticios o la modificación de estos, seguir las instrucciones que se le fueron proporcionadas por su médico, etc.

El incumplimiento de un tratamiento puede ocurrir por ciertos factores los cuales pueden ser alguna enfermedad o afección crónica, en adultos mayores, múltiples tratamientos prescritos o la combinación de los puntos anteriormente mencionados. (Tabla 1)

Tabla de porcentajes

Autor y año de publicación	Porcentaje de incumplimiento
Sackett, 1975	45
Logan, 1979	51
Haynes, 1980	33
Enlud, 1982	33
Black, 1988	15,7
Lim, 1992	26
Guo, H 2001	36,6
Márquez Contreras, 2002	39,5
Mounier-Vehier, 1998	7,5 (MEMS)
Baulmann, 2002	50 (MEMS)

Tabla 1: Tabla de incumplimiento con el tratamiento médico

Estos son porcentajes representan de manera cuantitativa los problemas que tienen los pacientes a la hora apegarse y llevar un seguimiento de sus tratamientos, y es con esto donde entra el uso de pastilleros para que los pacientes tengan un mejor porcentaje de adherencia a su tratamiento mejorando puntualmente tanto en la cantidad como en el tiempo de ingesta del medicamento.

Para esto es necesario saber que un pastillero es un recipiente cuya función es la de organizar las dosis de medicamentos en un determinado horario. Esto servirá para llevar una mejor organización de los medicamentos ya sea en los distintos tipos de medicamento que debe tomarse y en sus respectivos horarios. (Fig 4)



Fig 4: Pastillero

La mayoría de estos productos no deben ser manipulados por personas que requieran de mayor atención o apoyo, como por ejemplo niños, adultos mayores o personas que presentan alguna enfermedad o condición que haga que se les dificulte o impida el seguimiento de un tratamiento.

Es importante remarcar que a la hora de llenar un pastillero los medicamentos que se deben tomar deben tener una preinscripción con las dosis y horarios que se deben tomar. En casa de no tener un horario específico se debe establecer uno para que el paciente no sobrepase o le falten las dosis que requiera su tratamiento. Al mismo tiempo que siempre se bien seguir las instrucciones de su tratamiento y no las que vienen en la descripción del medicamento.

Esto también nos lleva a pensar a que no solo existen los pastilleros de plástico o de casilleros, sino que también hay que ver por el lado de innovación el cual abre una alta gama de posibilidades siendo una de estas los pastilleros electrónicos.

Al igual que los pastilleros tradicionales, los pastilleros electrónicos son herramientas en beneficencia del paciente siendo su función la de darle una mejor organización a este. Ya que esto puede provocarse debido a que el paciente tenga problemas de memoria, que sea dependiente de otras personas para su cuidado o simplemente por descuido.

Lo que hace que se diferencie es que hacen más por el paciente de lo que haría uno tradicional, esto dependiendo del grado de complejidad que este ofrezca, ya sea que solo avise al paciente en el horario que le toque tomar su dosis (Fig 5), otro caso pudiendo ser que en una pantalla refleje la cantidad de dosis que se vayan a tomar en el horario preestablecido (Fig 6); hasta los elaborados los cuales poseen con una programación y mecanismos que ya vienen con todas las funciones anteriormente mencionadas al mismo tiempo que son capaces de dispensarle al usuario los medicamentos sin que este requiera sacar la dosis de algún casillero ya que el pastillero estará programado para que este cumpla con ese rol. (Fig 7)



Fig 5: Pastillero electrónico



Fig 6: Pastillero electrónico, horario



Fig 7: Pastillero electrónico, dispensador

Haciendo mayor enfoque en este último, en el mercado actual si bien existen múltiples propuestas de pastillero no todas pueden ser accesibles para todo el público, ya estos

pueden tener un costo elevado y por esto las personas pueden optar por un pastillero convencional. Sin embargo, un pastillero electrónico puede brindar mayores beneficios a largo plazo.

Uno como persona pensaría que es mejor ahorrarse algo de dinero en un producto que al final pues tienen la misma función, pero con cosas adicionales pero la realidad es que en relación costo-beneficio un pastillero electrónico puede ofrecerte mucho más de lo que te ofrecería el tradicional.

Entre los múltiples beneficios de un pastillero electrónico se encuentra que es un excelente organizador de medicinas ya que mientras que una persona puede llegar a cometer equivocaciones de dar alguna medicina que no correspondía, se confundió de hora o simplemente se descuidó. El pastillero ya está programado para dispensarte las pastillas que va a requerir el paciente y en el horario correspondiente. Así ahorrando tiempo a la persona en organizar en que casillero debería ir cada pastilla y de estar pendiente de cada cuanto debe darse una dosis.

Otro gran beneficio es que el pastillero puede comportarse como un buen dosificador de pastillas. Ya que puede que un paciente sea susceptible a tomar más de las dosis necesarias o no tomar las dosis que necesitaba y es por ello que por esto pueden ocurrir incidentes con la medicación. Pero gracias al pastillero puede evitar que el paciente tome pastillas de más gracias a sus entradas y salidas de pastillas que impiden a una persona tomar las pastillas salvo por su la cantidad y en el horario que se le hayan sido programados.

Frente a la necesidad de que un pastillero convencional necesita ser manipulado por una persona con un alto grado de responsabilidad, en el pastillero electrónico nos encontramos con que él puede ser brindarle a su usuario cierto grado de autonomía al no depender más que de uno mismo para que el paciente lo utilice.

Ante la aparición de la necesidad de las personas por uso de estos dispositivos médicos, el sector de innovación y tecnología han tenido que verse involucrados en los avances en el campo de la salud y de la ingeniería.

En la actualidad entra en juego la ingeniería biomédica, la cual tiene un papel muy importante. De acuerdo con la OMS la ingeniería biomédica es la profesión responsable de la innovación, el desarrollo, el diseño, la selección, el



manejo y el uso seguro de todo tipo de dispositivos médicos.

Conforme ha pasado el tiempo, la ingeniería biomédica ha sido impulsada gracias a las amplias ramas donde se pueden aplicar estos conocimientos ya que esta ingeniería no solo es aplicable en el área de dispositivos médicos, sino que tiene muchas más posibilidades.

Entre sus principales ramas nos encontramos con la Ingeniería Clínica la cual está enfocada en apoyar y promover el cuidado de los pacientes, mediante la aplicación de la ingeniería y los conocimientos de gestión a la tecnología sanitaria. En el ámbito profesional El enfoque profesional se centra en la interface paciente-equipo médico y aplican los principios de ingeniería tanto en el manejo de sistemas médicos y de equipos biomédicos en el ámbito del paciente, como en la gestión necesaria para su uso apropiado.

Mientras que existe otra rama conocida como Investigación y Desarrollo, aunque sea una rama de la misma ingeniería, que está enfocada totalmente en otra área siendo esta que busca nuevas tecnologías para implementarlas en el sector salud.

Por otra parte, también existe la Ingeniería de Rehabilitación que su principal objetivo es desarrollar soluciones y dispositivos tecnológicos para la asistencia de personas que sufran de alguna discapacidad y/o ayudar en la recuperación de un paciente. Por lo que el ingeniero que se especialice en esta rama debe enfocarse en el diseño y construcción de dispositivos que puedan dar asistencia al paciente para mejorar en su calidad de vida.

En esta rama anteriormente mencionada es donde entraría el uso e implementación de los pastilleros ya que estos son dispositivos para que el paciente siga con su tratamiento y al mismo tiempo que le puede ofrecer hábitos saludables.

La idea de este proyecto es llevar a cabo la realización de un pastillero electrónico. Este proyecto se realizará en base a los conocimientos que ya adquirimos y que vayamos adquiriendo en temas de programación con el Arduino, en la elaboración de circuitos y en el funcionamiento de equipos médicos. El pastillero podrá hacer funciones como dispensar el medicamento correspondiente al paciente, incluyendo la cantidad que se debe suministrar, los horarios en que se debe tomar, al mismo tiempo que este deberá de ser capaz de avisar al paciente que ya le toca su dosis y dispensársela.

General

- Desarrollar un dispositivo que facilite la gestión y recordatorio de la toma de medicamentos para mejorar la adherencia a los tratamientos médicos.

Específicos

- Diseñar un prototipo de hardware que incluye un almacenamiento seguro de medicamentos, una interfaz de usuario intuitiva para configurar recordatorios, la capacidad para gestionar múltiples medicamentos, componentes de bajo costo y disponibles en el mercado, y que sea adecuado para su uso por personas mayores.

- Desarrollar un software que permita la configuración de recordatorios de toma de medicamentos y el monitoreo del cumplimiento de las tomas. El software se programará utilizando el entorno de desarrollo Arduino y deberá tener una interfaz de usuario amigable y adecuada para usuarios regulares de medicamentos.

- Llevar a cabo pruebas exhaustivas para evaluar el funcionamiento del pastillero y realizar los ajustes necesarios. Se documentarán todas las pruebas y ajustes.

- Preparar el dispositivo final del pastillero, incluyendo tener el diseño final listo para producción y la documentación y prototipos de producción preparados.

Materiales y métodos.

En este proyecto escogimos los siguientes materiales porque después de varias pruebas seleccionamos los mejores materiales que se pudieron encontrar para la realización de este pastillero, pero antes de entrar más a fondo se mencionara que son y para qué sirven cada uno de esos materiales.

- Arduino: Es el cerebro del pastillero electrónico.

Este microcontrolador de código

abierto proporciona la capacidad de programar y controlar todos los componentes del

sistema. Funciona como la unidad central de procesamiento, interpretando las señales de

entrada, ejecutando el programa y coordinando la funcionalidad general del pastillero.



Botones de Protoboard:

Los botones de protoboard son las interfaces táctiles que permiten al usuario interactuar con el pastillero electrónico. Cada botón puede asignarse a una función específica, como programar la dispensación de medicamentos o establecer recordatorios. Su función esencial es proporcionar una interfaz intuitiva y directa.

Módulo Relay:

El módulo relay actúa como un interruptor controlado por Arduino para gestionar la alimentación de los compartimientos de medicamentos. Arduino envía señales al módulo relay para activar o desactivar cada compartimiento según la programación, permitiendo la dispensación precisa de medicamentos en los tiempos establecidos.

Módulo RTC (Real-Time Clock):

El módulo RTC es fundamental para garantizar la precisión temporal en el pastillero. Permite mantener un seguimiento continuo del tiempo incluso cuando Arduino está apagado, asegurando que las alarmas y los recordatorios se activen en los momentos correctos.

Pantalla LCD con I2C:

La pantalla LCD con I2C proporciona una interfaz visual para mostrar información relevante al usuario. Muestra la hora actual, recordatorios de medicamentos y cualquier otra información importante. Su función esencial es mejorar la comunicación y la comprensión del usuario sobre el estado del pastillero.

- Protoboard: Sirve como plataforma para conectar y organizar los componentes electrónicos del pastillero. Facilita la creación de prototipos y la conexión segura de cables, simplificando el

proceso de desarrollo y permitiendo ajustes rápidos en el diseño del circuito.

- Puente-H L293D: Se encarga de controlar el servomotor que activa el mecanismo de dispensación de medicamentos. Permite que Arduino dirija la velocidad y dirección del servomotor, asegurando una dispensación precisa y controlada de los medicamentos.
- Resistencias: Se utilizan para limitar la corriente eléctrica y proteger los componentes del sistema. Aseguran un flujo de energía controlado y evitan posibles daños por corrientes excesivas.
- Servomotor Modelo SG90: Controla el mecanismo físico de dispensación dentro del pastillero. Arduino envía señales al servomotor para girar a una posición específica, liberando así la cantidad correcta de medicamentos en el momento programado.
- Filamento PLA: Aunque comúnmente utilizado en impresión 3D, el filamento PLA también tiene un papel en el pastillero electrónico. Puede ser empleado para crear partes estructurales personalizadas y adaptadas a las necesidades del diseño, contribuyendo a la construcción de compartimientos específicos para cada tipo de medicamento.
- Sensores Infrarrojos: Son esenciales para detectar la presencia del usuario frente al pastillero. Cuando detectan movimiento, Arduino puede activar la pantalla LCD para mostrar información relevante o desencadenar una alarma para recordar al usuario que es hora de tomar sus medicamentos.
- Pila para el Arduino: La pila dedicada a Arduino garantiza una fuente de energía independiente para el pastillero electrónico. Esto es especialmente crucial en caso de cortes de energía, asegurando que el sistema continúe



operando y dispensando medicamentos según lo programado.

- Zumbador Activo: El zumbador activo desempeña un papel fundamental como alerta sonora. Arduino puede activar el zumbador para notificar al usuario cuando es el momento programado para tomar sus medicamentos, mejorando así la accesibilidad para aquellos con problemas visuales o auditivos.

En conjunto, estos componentes forman un pastillero electrónico integral. La combinación de hardware y programación permite un sistema preciso y personalizable que mejora la administración de medicamentos, proporcionando recordatorios oportunos y asegurando la toma adecuada de los medicamentos programados.

Después de entender para qué sirven cada uno de ellos ahora se hablará de cómo lo aplicamos en el pastillero

Pastillero Electrónico: Integración de Componentes

Arduino:

- Función: El Arduino sirve como la unidad central de procesamiento y control del pastillero.
- Uso: Gestiona el tiempo, activa alarma, y controla los diferentes componentes según la programación, coordinando la funcionalidad general del pastillero.

Botones de Protoboard:

- Función: Ofrecen una interfaz táctil para que el usuario interactúe con el pastillero.
- Uso: Cada botón podría asignarse a funciones como establecer alarmas, revisar la programación, o confirmar la toma de medicamentos.

Módulo Relay:

- Función: Controla la activación y desactivación de los compartimientos de medicamentos.
- Uso: Permite a Arduino gestionar la dispensación precisa de medicamentos en los momentos programados.

Módulo RTC (Real-Time Clock):

- Función: Proporciona la hora exacta

- Uso: Asegura que las alarmas y recordatorios se activen en los momentos

exactos programados para la toma de medicamentos.

Pantalla LCD con I2C:

- Función: Proporciona una interfaz visual para mostrar información relevante al usuario.

- Uso: Muestra la hora actual, recordatorios de medicamentos,

Protoboard:

- Función: Actúa como plataforma para conectar y organizar los componentes electrónicos.

- Uso: Facilita la creación de prototipos y la conexión segura de cables, simplificando el desarrollo del circuito del pastillero.

Puente-H L293D:

- Función: Controla el servomotor responsable de la dispensación física de los medicamentos.

- Uso: Permite a Arduino dirigir la velocidad y dirección del servomotor, asegurando una dispensación precisa y controlada.

Resistencias:

- Función: Limitan la corriente eléctrica y protegen los componentes del sistema.

- Uso: Garantizan un flujo de energía controlado, evitando daños por corrientes excesivas.

Servomotor Modelo SG90:

- Función: Controla el mecanismo físico de dispensación dentro del pastillero.

- Uso: Arduino envía señales al servomotor para liberar la cantidad correcta de medicamentos en los compartimientos correspondientes.

Filamento PLA:

- Función: Material estructural utilizado en impresión 3D.



- **Uso:** Puede ser empleado para fabricar compartimientos personalizados, adaptados a las dimensiones exactas de los medicamentos.

Sensores Infrarrojos:

- **Función:** Detectan cuando una pastilla ya cayó en el recipiente.
- **Uso:** Activan la pantalla LCD y las alarmas cuando se detecta movimiento, mejorando la interactividad y proporcionando información oportuna al usuario.

Pila para el Arduino:

- **Función:** Suministra energía independiente a Arduino.
- **Uso:** Garantiza que el pastillero continúe funcionando incluso en cortes de energía, asegurando la administración adecuada de medicamentos.

Zumbador Activo:

- **Función:** Proporciona una alerta sonora para recordatorios.
- **Uso:** Arduino activa el zumbador en los momentos programados para tomar medicamentos, mejorando la accesibilidad y sirviendo como un recordatorio audible.

Material	Propósito	Costo	Lugar de compra
Arduino	Microcontrolador	\$ 250.00	Electronica 60
Botones de protoboard	Interacción Para el uso de alarmas	\$ 4.00	Electronica 60
Modulo Relay	Interruptor controlado	\$ 80.00	Electronica 60
Modulo RTS	Programación del horario	\$ 150.00	Electronica 60
Pantalla LCD con I2C	Visualización de los apartados	\$ 100.00	Electronica 60
Protoboard	Placa para el armado de circuitos	\$ 600.00	Electronica 60
Puente-H-L293D	Regulador de la corriente de motores	\$ 80.00	Electronica 60
Resistencias	Regular el paso del voltaje	\$ 4.00	Electronica 60
Servomotor Modelo-SG90	Interacción en el paso de pastillas	\$ 80.00	Electronica 60
Filamento PLA	Material para la impresión 3D de la estructura	\$ 280.00	Amazon
Sensores Infrarrojos	Chequeo del paso de las pastillas	\$ 60.00	Electronica 60
Pila para el arduino	Pila para tener mejor movilidad en el arduino	\$ 70.00	Electronica 60
Acrílico	Material para bases del pastillero	\$ 120.00	Amazon
Zumbador Activo	Alarma	\$ 10.00	Electronica 60

Tabla 2: Características de los componentes planeados a utilizar, así como sus posibles precios

Etiquetas de fila	Suma de Costo
Arduino	250
Electronica 60	250
Botones de protoboard	4
Electronica 60	4
Filamento PLA	280
Amazon	280
Modulo Relay	80
Electronica 60	80
Modulo RTS	150
Electronica 60	150
Pantalla LDC con I2C	100
Electronica 60	100
Protoboard	600
Electronica 60	600
Puente-H-L293D	80
Electronica 60	80
Resistencias	4
Electronica 60	4
Sensores Infrarrojos	60
Electronica 60	60
Servomotor Modelo-SG90	80
Electronica 60	80
Zumbador Activo	10
Electronica 60	10
Total general	1698

Tabla 3: Estimado total de costos

Además de analizar los materiales estimados que se iban a ocupar, se planeó de qué manera iba a llevarse a cabo el proyecto, por lo que, para mayor comprensión u organización del equipo, se estableció que se tendrían cuatro etapas, las cuales son planeación, diseño, elaboración y pruebas.

En la primera etapa se propuso que se realizaran investigaciones documentales con el propósito de establecer qué proyecto se iba a llevar a cabo, así como las características que tendría el mismo, como los materiales (mencionados con anterioridad), el posible diseño o las maneras de realizarlo.

En la segunda etapa, se estableció que se realizaría el diseño del proyecto, esta etapa abarcaría desde el diseño estructural o exterior, es decir, de la carcasa, la cual se determinó a raíz de cómo el equipo consideró, con ayuda de los profesores, que resultaría mejor ejecutada la idea central que se tenía, con el propósito que se cumplieran bien con los objetivos, tal como se muestra en la Imagen 8, también se realizó el bocetaje de los circuitos y códigos que darían funcionamiento al pastillero, tal y como se explica a continuación.

El código funciona como si fuera un sistema de coordenadas, cada menú está ubicado en una parte de un plano por así decirlo, al programar de esta forma puedo acceder y guiar mi código a cualquier menú o acción que yo haya puesto en mi pastillero y que quiera que se ejecute y se mantenga ejecutando hasta que el usuario cambie de posición en el "plano". Esta acción se continúa ejecutando porque en mi void loop se tiene que se mantenga ejecutando la acción que este en la posición de las coordenadas donde este el usuario (función menús en el void loop). Para moverme o avanzar existen las otras dos funciones que evalúan en el void loop, la de seleccionar y

avanzar/retroceder. En la función de seleccionar se evalúa con un switch la coordenada donde este el usuario, y se redirige (o cambia) la coordenada dependiendo de en qué coordenada este el siguiente menú o acción que quiero que se realice o muestre. En la función de avanzar/ retroceder (moverse) se evalúa si se presionó alguno de los 2 botones de movimiento, y luego se define cuál de los dos fue que se presionó para saber si el usuario quiere avanzar en las opciones o retroceder en ellas, y ejecutar esta acción, ya sea sumarle 1 a la variable opciones (avanzar) o restarle 1 a esta misma variable (retroceder).

En la tercera etapa se tenía planeada la compra o adquisición de todos los componentes necesarios para poder realizar el armado del pastillero, así como también, las primeras pruebas de funcionamiento del mismo o el ensamblaje en sí.

Por último, se tiene la etapa de pruebas, la cual, como su nombre lo dice, se trataba de simular los posibles escenarios a los que se presentarían los componentes para comprobar su eficacia y, a raíz de ahí, determinar errores y reconocer áreas de mejoría.

Para mayor entendimiento de los mismos, se realizaron 2 diagramas, uno donde se describen las etapas (diagrama 1), y uno donde se menciona más el paso a paso del mismo (diagrama 2).

Diseño del proyecto

Pastillero electrónico

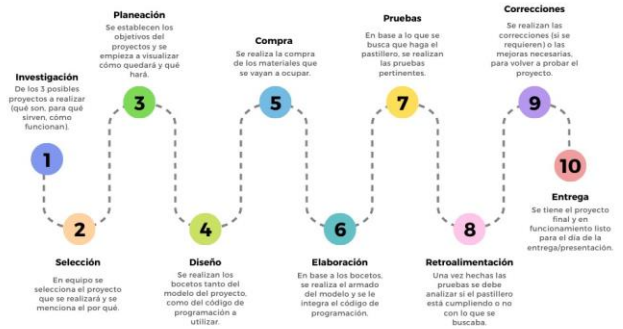


Diagrama 2: Paso a paso detallado del proyecto

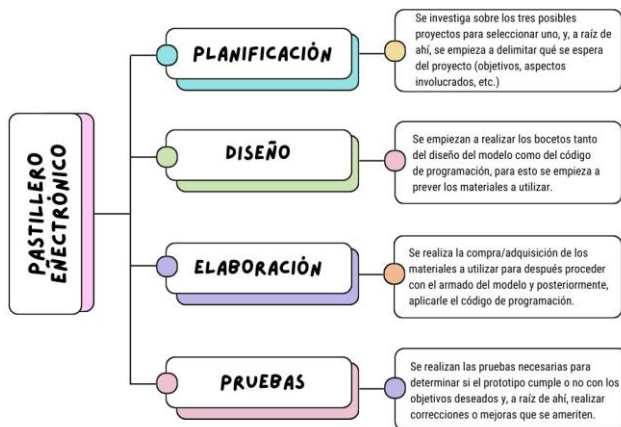


Diagrama 1: Etapas del proyecto

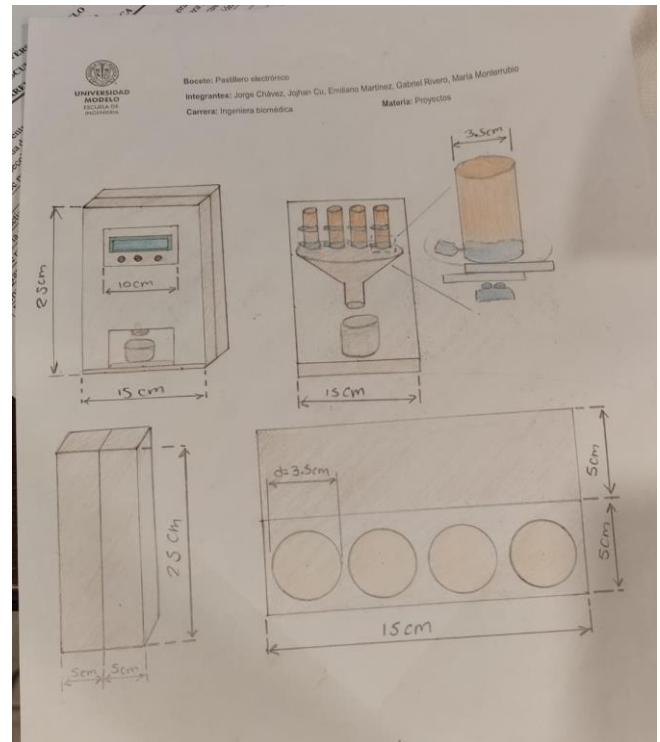


Imagen 8: Diseño conceptual



Resultados. La realización del proyecto fue extensa y hay mucho que se puede decir a partir de esta, ya que se basó en la suma de pequeños productos obtenidos a lo largo de este mes y medio, pero al final, estaban enfocados para que en conjunto cumplieran ciertos objetivos específicos que se plantearon al principio.

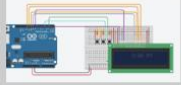


Entre dichos objetivos se encuentra el de diseñar un prototipo de hardware, o dicho en otras palabras, una carcasa, que servirá para el almacenamiento de varios tipos de diferentes medicamentos y, al cual se le configuraría para ser donde se emitan los recordatorios de la toma del mismo, este objetivo se cumplió medianamente dado a que sí se tiene el método de recordatorio que se va a emplear y, de igual manera, se tiene el simulado del mismo, sin embargo, hasta este preciso momento todavía no se tiene completado por el completo el armado final del mismo.

En segundo lugar, se planeó el desarrollo de un software con Arduino que permitiera la configuración de los recordatorios para la toma adecuada de los medicamentos y el monitoreo de eso mismo, dicho objetivo se cumplió exitosamente ya que fue desarrollado un menú que tienen entre sus funciones disponibles la configuración de la hora de la toma de cuatro medicamentos diferentes, y su relación con otros componentes que se encuentran en el modelo.

Así mismo, se planificó que se llevaran a cabo las pruebas que se consideraran adecuadas según los componentes individuales y en conjunto o según las funciones correspondientes del pastillero, con el propósito de poder realizar las correcciones o mejoras que se consideraran adecuadas para el mismo, dicho propósito se cumplió y permitió el progreso del proyecto, ya que a raíz de eso se pudieron apreciar áreas de oportunidad o posibles escenarios que en un principio no habíamos tomado en consideración.

Por último, se tenía como propósito la preparación del dispositivo final, tanto el prototipo a presentar como la documentación final.

Tomando en cuenta todos los objetivos específicos y recapitulando los productos individuales que se fueron desarrollando durante la elaboración de este proyecto, podemos mencionar al diseño conceptual del proyecto, para el cual se tomaron en consideración distintos aspectos que se consideraron útiles o necesarios para poder llegar al conjunto completo que se quería lograr, por lo que el diseño se dividió en el boceto del código de programación del funcionamiento del menú, de los sensores, de los servomotores, del buzzer y de los módulos, las primeras planeaciones que hicieron sobre el circuito que se tenía planeado que llevara, para pasar después al diseño de una PCB, así como el boceto de la estructura física del pastillero, es decir, de la carcasa, lo cual se resume en la siguiente tabla.

#	Descripción	Imagen
Diagrama de simulación del circuito	Planeación de la estructura del circuito empleado para el pastillero con sus componentes necesarios	 Imagen 1.1: Primera simulación del circuito
Link de la simulación del circuito		https://www.tinkercad.com/things/jjpfq6jDSe5-stunning-sango/edit?tenant=circuits
Boceto estructural a mano	Diseño de la estructura para la creación del pastillero electrónico.	 Imagen 1.2: Boceto estructural a mano  Imagen 1.3: Boceto estructural a mano



Otra cosa que se tomó en consideración fue la simulación de los funcionamientos individuales de cada uno de sus componentes según la función específica esperada que cumpla en el proyecto en conjunto según el componente que se hablara.

Siguiendo con esto, se tenía en primer lugar, al código del menú del circuito que se planeaba usar, para ese caso se hicieron dos simulaciones, la primera fue con ayuda del programa Tinkercad, una vez que se realizó esa simulación, se procedió a hacer en la escala real y con las actualizaciones hechas, siendo así, que en ese caso se buscaba el óptimo funcionamiento del menú, que los tres botones utilizados cumplieran con su propósito específico según las acciones que se les asignó (entrar al menú, avanzar entre las opciones, retroceder entre las opciones, seleccionar, etc.), que la pantalla lcd proyectara el resultado de la interacción del código y de los botones y que el módulo rtc, presentara la hora en una escala de 1 a 12 a.m. y de 1 a 12 p.m.


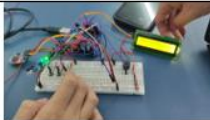


Otro de los componentes individuales que se buscó probar fueron los sensores infrarrojos, los cuales, a grandes rasgos, deben detectar la presencia de movimiento o de algún objeto cerca de ellos, y al hacerlo debe "activarse", o, en este caso hacer una señal, que vendría siendo un pitido a modo de alarma sonora. Por último, se comprobó el funcionamiento de los servomotores, el cual debía moverse una vez activo, para permitir el flujo de las pastillas dentro del pastillero.

Otra cosa que se tomó en consideración en la realización de las simulaciones y pruebas fue el mecanismo del funcionamiento, ya que se buscaba en primer lugar que se diera de la manera más óptima el flujo de las pastillas por medio de la interacción del modelo en conjunto con el código y el funcionamiento de los servomotores y, por último, que el funcionamiento que dicho mecanismo permita el flujo controlado de las pastillas, es decir, de una pastilla a la vez.

Haciendo un breve recuento de las cosas a evaluar en esta etapa de primeras pruebas y simulaciones, tenemos, al correcto funcionamiento del código del menú y su interacción con la pantalla lcd, los botones y el módulo rtc, así como los sensores infrarrojos, los servomotores, y el funcionamiento del mecanismo aplicado con el fin de permitir el flujo de las pastillas de manera general y controlada, como se podrá apreciar en los siguientes videos y fotografías.

	<pre>276 } 277 else 278 { 279 lcd.print("Agregar pastilla"); 280 } 281 break; 282 case 2://Casillero 2 283 lcd.setCursor(0,0); 284 lcd.print("Casillero 2:"); 285 lcd.setCursor(0,1); 286 if(casillero[2][0] == 0) 287 { 288 lcd.print(pastillas[2]); 289 } 290 else 291 { 292 lcd.print("Agregar pastilla"); 293 } 294 break; 295 case 3://Casillero 3 296 lcd.setCursor(0,0); 297 lcd.print("Casillero 3:"); 298 lcd.setCursor(0,1); 299 if(casillero[3][0] == 0) 300 { 301 lcd.print(pastillas[3]); 302 } 303 else 304 { 305 lcd.print("Agregar pastilla"); 306 } 307 break; 308 case 4://Casillero 4 309 lcd.setCursor(0,0); 310 lcd.print("Casillero 4:"); 311 lcd.setCursor(0,1); 312 if(casillero[4][0] == 0) 313 { 314 lcd.print(pastillas[4]); 315 } 316 else 317 { 318 lcd.print("Agregar pastilla"); 319 } 320 break; 321 case 5://Opción de salir de este menu 322 lcd.setCursor(0,0); 323 lcd.print("Opción 5:"); 324 lcd.setCursor(0,1); 325 lcd.print("Regresar..."); 326 break; 327 } 328 //fin que menu este el usuario 329 } 330 void Opc_Casillero(int casillero) 331 { 332 switch(Opciones) 333 { 334 case 1: 335 nombre_pastilla(casillero); 336 lcd.setCursor(0,2); 337 lcd.print("Dosis:"); 338 lcd.setCursor(7,2); 339 case 2: 340 nombre_pastilla(casillero); 341 lcd.setCursor(0,2); 342 lcd.print("Dosis:"); 343 lcd.setCursor(7,2); 344 case 3: 345 nombre_pastilla(casillero); 346 lcd.setCursor(0,2); 347 lcd.print("Dosis:"); 348 lcd.setCursor(7,2); 349 case 4: 350 nombre_pastilla(casillero); 351 lcd.setCursor(0,2); 352 lcd.print("Dosis:"); 353 lcd.setCursor(7,2); 354 case 5: 355 nombre_pastilla(casillero); 356 lcd.setCursor(0,2); 357 lcd.print("Dosis:"); 358 lcd.setCursor(7,2); 359 case 6: 360 nombre_pastilla(casillero); 361 lcd.setCursor(0,2); 362 lcd.print("Dosis:"); 363 lcd.setCursor(7,2); 364 case 7: 365 nombre_pastilla(casillero); 366 lcd.setCursor(0,2); 367 lcd.print("Dosis:"); 368 lcd.setCursor(7,2); 369 case 8: 370 nombre_pastilla(casillero); 371 lcd.setCursor(0,2); 372 lcd.print("Dosis:"); 373 lcd.setCursor(7,2); 374 case 9: 375 nombre_pastilla(casillero); 376 lcd.setCursor(0,2); 377 lcd.print("Dosis:"); 378 lcd.setCursor(7,2); 379 case 10: 380 nombre_pastilla(casillero); 381 lcd.setCursor(0,2); 382 lcd.print("Dosis:"); 383 lcd.setCursor(7,2); 384 case 11: 385 nombre_pastilla(casillero); 386 lcd.setCursor(0,2); 387 lcd.print("Dosis:"); 388 lcd.setCursor(7,2); 389 case 12: 390 nombre_pastilla(casillero); 391 lcd.setCursor(0,2); 392 lcd.print("Dosis:"); 393 lcd.setCursor(7,2); 394 case 13: 395 nombre_pastilla(casillero); 396 lcd.setCursor(0,2); 397 lcd.print("Dosis:"); 398 lcd.setCursor(7,2); 399 case 14: 400 nombre_pastilla(casillero); 401 lcd.setCursor(0,2); 402 lcd.print("Dosis:"); 403 lcd.setCursor(7,2); 404 case 15: 405 nombre_pastilla(casillero); 406 lcd.setCursor(0,2); 407 lcd.print("Dosis:"); 408 lcd.setCursor(7,2); 409 case 16: 410 nombre_pastilla(casillero); 411 lcd.setCursor(0,2); 412 lcd.print("Dosis:"); 413 lcd.setCursor(7,2); 414 case 17: 415 nombre_pastilla(casillero); 416 lcd.setCursor(0,2); 417 lcd.print("Dosis:"); 418 lcd.setCursor(7,2); 419 case 18: 420 nombre_pastilla(casillero); 421 lcd.setCursor(0,2); 422 lcd.print("Dosis:"); 423 lcd.setCursor(7,2); 424 case 19: 425 nombre_pastilla(casillero); 426 lcd.setCursor(0,2); 427 lcd.print("Dosis:"); 428 lcd.setCursor(7,2); 429 case 20: 430 nombre_pastilla(casillero); 431 lcd.setCursor(0,2); 432 lcd.print("Dosis:"); 433 lcd.setCursor(7,2); 434 case 21: 435 nombre_pastilla(casillero); 436 lcd.setCursor(0,2); 437 lcd.print("Dosis:"); 438 lcd.setCursor(7,2); 439 case 22: 440 nombre_pastilla(casillero); 441 lcd.setCursor(0,2); 442 lcd.print("Dosis:"); 443 lcd.setCursor(7,2); 444 case 23: 445 nombre_pastilla(casillero); 446 lcd.setCursor(0,2); 447 lcd.print("Dosis:"); 448 lcd.setCursor(7,2); 449 case 24: 450 nombre_pastilla(casillero); 451 lcd.setCursor(0,2); 452 lcd.print("Dosis:"); 453 lcd.setCursor(7,2); 454 case 25: 455 nombre_pastilla(casillero); 456 lcd.setCursor(0,2); 457 lcd.print("Dosis:"); 458 lcd.setCursor(7,2); 459 case 26: 460 nombre_pastilla(casillero); 461 lcd.setCursor(0,2); 462 lcd.print("Dosis:"); 463 lcd.setCursor(7,2); 464 case 27: 465 nombre_pastilla(casillero); 466 lcd.setCursor(0,2); 467 lcd.print("Dosis:"); 468 lcd.setCursor(7,2); 469 case 28: 470 nombre_pastilla(casillero); 471 lcd.setCursor(0,2); 472 lcd.print("Dosis:"); 473 lcd.setCursor(7,2); 474 case 29: 475 nombre_pastilla(casillero); 476 lcd.setCursor(0,2); 477 lcd.print("Dosis:"); 478 lcd.setCursor(7,2); 479 case 30: 480 nombre_pastilla(casillero); 481 lcd.setCursor(0,2); 482 lcd.print("Dosis:"); 483 lcd.setCursor(7,2); 484 case 31: 485 nombre_pastilla(casillero); 486 lcd.setCursor(0,2); 487 lcd.print("Dosis:"); 488 lcd.setCursor(7,2); 489 case 32: 490 nombre_pastilla(casillero); 491 lcd.setCursor(0,2); 492 lcd.print("Dosis:"); 493 lcd.setCursor(7,2); 494 case 33: 495 nombre_pastilla(casillero); 496 lcd.setCursor(0,2); 497 lcd.print("Dosis:"); 498 lcd.setCursor(7,2); 499 case 34: 500 nombre_pastilla(casillero); 501 lcd.setCursor(0,2); 502 lcd.print("Dosis:"); 503 lcd.setCursor(7,2); 504 case 35: 505 nombre_pastilla(casillero); 506 lcd.setCursor(0,2); 507 lcd.print("Dosis:"); 508 lcd.setCursor(7,2); 509 case 36: 510 nombre_pastilla(casillero); 511 lcd.setCursor(0,2); 512 lcd.print("Dosis:"); 513 lcd.setCursor(7,2); 514 case 37: 515 nombre_pastilla(casillero); 516 lcd.setCursor(0,2); 517 lcd.print("Dosis:"); 518 lcd.setCursor(7,2); 519 case 38: 520 nombre_pastilla(casillero); 521 lcd.setCursor(0,2); 522 lcd.print("Dosis:"); 523 lcd.setCursor(7,2); 524 case 39: 525 nombre_pastilla(casillero); 526 lcd.setCursor(0,2); 527 lcd.print("Dosis:"); 528 lcd.setCursor(7,2); 529 case 40: 530 nombre_pastilla(casillero); 531 lcd.setCursor(0,2); 532 lcd.print("Dosis:"); 533 lcd.setCursor(7,2); 534 case 41: 535 nombre_pastilla(casillero); 536 lcd.setCursor(0,2); 537 lcd.print("Dosis:"); 538 lcd.setCursor(7,2); 539 case 42: 540 nombre_pastilla(casillero); 541 lcd.setCursor(0,2); 542 lcd.print("Dosis:"); 543 lcd.setCursor(7,2); 544 case 43: 545 nombre_pastilla(casillero); 546 lcd.setCursor(0,2); 547 lcd.print("Dosis:"); 548 lcd.setCursor(7,2); 549 case 44: 550 nombre_pastilla(casillero); 551 lcd.setCursor(0,2); 552 lcd.print("Dosis:"); 553 lcd.setCursor(7,2); 554 case 45: 555 nombre_pastilla(casillero); 556 lcd.setCursor(0,2); 557 lcd.print("Dosis:"); 558 lcd.setCursor(7,2); 559 case 46: 560 nombre_pastilla(casillero); 561 lcd.setCursor(0,2); 562 lcd.print("Dosis:"); 563 lcd.setCursor(7,2); 564 case 47: 565 nombre_pastilla(casillero); 566 lcd.setCursor(0,2); 567 lcd.print("Dosis:"); 568 lcd.setCursor(7,2); 569 case 48: 570 nombre_pastilla(casillero); 571 lcd.setCursor(0,2); 572 lcd.print("Dosis:"); 573 lcd.setCursor(7,2); 574 case 49: 575 nombre_pastilla(casillero); 576 lcd.setCursor(0,2); 577 lcd.print("Dosis:"); 578 lcd.setCursor(7,2); 579 case 50: 580 nombre_pastilla(casillero); 581 lcd.setCursor(0,2); 582 lcd.print("Dosis:"); 583 lcd.setCursor(7,2); 584 case 51: 585 nombre_pastilla(casillero); 586 lcd.setCursor(0,2); 587 lcd.print("Dosis:"); 588 lcd.setCursor(7,2); 589 case 52: 590 nombre_pastilla(casillero); 591 lcd.setCursor(0,2); 592 lcd.print("Dosis:"); 593 lcd.setCursor(7,2); 594 case 53: 595 nombre_pastilla(casillero); 596 lcd.setCursor(0,2); 597 lcd.print("Dosis:"); 598 lcd.setCursor(7,2); 599 case 54: 600 nombre_pastilla(casillero); 601 lcd.setCursor(0,2); 602 lcd.print("Dosis:"); 603 lcd.setCursor(7,2); 604 case 55: 605 nombre_pastilla(casillero); 606 lcd.setCursor(0,2); 607 lcd.print("Dosis:"); 608 lcd.setCursor(7,2); 609 case 56: 610 nombre_pastilla(casillero); 611 lcd.setCursor(0,2); 612 lcd.print("Dosis:"); 613 lcd.setCursor(7,2); 614 case 57: 615 nombre_pastilla(casillero); 616 lcd.setCursor(0,2); 617 lcd.print("Dosis:"); 618 lcd.setCursor(7,2); 619 case 58: 620 nombre_pastilla(casillero); 621 lcd.setCursor(0,2); 622 lcd.print("Dosis:"); 623 lcd.setCursor(7,2); 624 case 59: 625 nombre_pastilla(casillero); 626 lcd.setCursor(0,2); 627 lcd.print("Dosis:"); 628 lcd.setCursor(7,2); 629 case 60: 630 nombre_pastilla(casillero); 631 lcd.setCursor(0,2); 632 lcd.print("Dosis:"); 633 lcd.setCursor(7,2); 634 case 61: 635 nombre_pastilla(casillero); 636 lcd.setCursor(0,2); 637 lcd.print("Dosis:"); 638 lcd.setCursor(7,2); 639 case 62: 640 nombre_pastilla(casillero); 641 lcd.setCursor(0,2); 642 lcd.print("Dosis:"); 643 lcd.setCursor(7,2); 644 case 63: 645 nombre_pastilla(casillero); 646 lcd.setCursor(0,2); 647 lcd.print("Dosis:"); 648 lcd.setCursor(7,2); 649 case 64: 650 nombre_pastilla(casillero); 651 lcd.setCursor(0,2); 652 lcd.print("Dosis:"); 653 lcd.setCursor(7,2); 654 case 65: 655 nombre_pastilla(casillero); 656 lcd.setCursor(0,2); 657 lcd.print("Dosis:"); 658 lcd.setCursor(7,2); 659 case 66: 660 nombre_pastilla(casillero); 661 lcd.setCursor(0,2); 662 lcd.print("Dosis:"); 663 lcd.setCursor(7,2); 664 case 67: 665 nombre_pastilla(casillero); 666 lcd.setCursor(0,2); 667 lcd.print("Dosis:"); 668 lcd.setCursor(7,2); 669 case 68: 670 nombre_pastilla(casillero); 671 lcd.setCursor(0,2); 672 lcd.print("Dosis:"); 673 lcd.setCursor(7,2); 674 case 69: 675 nombre_pastilla(casillero); 676 lcd.setCursor(0,2); 677 lcd.print("Dosis:"); 678 lcd.setCursor(7,2); 679 case 70: 680 nombre_pastilla(casillero); 681 lcd.setCursor(0,2); 682 lcd.print("Dosis:"); 683 lcd.setCursor(7,2); 684 case 71: 685 nombre_pastilla(casillero); 686 lcd.setCursor(0,2); 687 lcd.print("Dosis:"); 688 lcd.setCursor(7,2); 689 case 72: 690 nombre_pastilla(casillero); 691 lcd.setCursor(0,2); 692 lcd.print("Dosis:"); 693 lcd.setCursor(7,2); 694 case 73: 695 nombre_pastilla(casillero); 696 lcd.setCursor(0,2); 697 lcd.print("Dosis:"); 698 lcd.setCursor(7,2); 699 case 74: 700 nombre_pastilla(casillero); 701 lcd.setCursor(0,2); 702 lcd.print("Dosis:"); 703 lcd.setCursor(7,2); 704 case 75: 705 nombre_pastilla(casillero); 706 lcd.setCursor(0,2); 707 lcd.print("Dosis:"); 708 lcd.setCursor(7,2); 709 case 76: 710 nombre_pastilla(casillero); 711 lcd.setCursor(0,2); 712 lcd.print("Dosis:"); 713 lcd.setCursor(7,2); 714 case 77: 715 nombre_pastilla(casillero); 716 lcd.setCursor(0,2); 717 lcd.print("Dosis:"); 718 lcd.setCursor(7,2); 719 case 78: 720 nombre_pastilla(casillero); 721 lcd.setCursor(0,2); 722 lcd.print("Dosis:"); 723 lcd.setCursor(7,2); 724 case 79: 725 nombre_pastilla(casillero); 726 lcd.setCursor(0,2); 727 lcd.print("Dosis:"); 728 lcd.setCursor(7,2); 729 case 80: 730 nombre_pastilla(casillero); 731 lcd.setCursor(0,2); 732 lcd.print("Dosis:"); 733 lcd.setCursor(7,2); 734 case 81: 735 nombre_pastilla(casillero); 736 lcd.setCursor(0,2); 737 lcd.print("Dosis:"); 738 lcd.setCursor(7,2); 739 case 82: 740 nombre_pastilla(casillero); 741 lcd.setCursor(0,2); 742 lcd.print("Dosis:"); 743 lcd.setCursor(7,2); 744 case 83: 745 nombre_pastilla(casillero); 746 lcd.setCursor(0,2); 747 lcd.print("Dosis:"); 748 lcd.setCursor(7,2); 749 case 84: 750 nombre_pastilla(casillero); 751 lcd.setCursor(0,2); 752 lcd.print("Dosis:"); 753 lcd.setCursor(7,2); 754 case 85: 755 nombre_pastilla(casillero); 756 lcd.setCursor(0,2); 757 lcd.print("Dosis:"); 758 lcd.setCursor(7,2); 759 case 86: 760 nombre_pastilla(casillero); 761 lcd.setCursor(0,2); 762 lcd.print("Dosis:"); 763 lcd.setCursor(7,2); 764 case 87: 765 nombre_pastilla(casillero); 766 lcd.setCursor(0,2); 767 lcd.print("Dosis:"); 768 lcd.setCursor(7,2); 769 case 88: 770 nombre_pastilla(casillero); 771 lcd.setCursor(0,2); 772 lcd.print("Dosis:"); 773 lcd.setCursor(7,2); 774 case 89: 775 nombre_pastilla(casillero); 776 lcd.setCursor(0,2); 777 lcd.print("Dosis:"); 778 lcd.setCursor(7,2); 779 case 90: 780 nombre_pastilla(casillero); 781 lcd.setCursor(0,2); 782 lcd.print("Dosis:"); 783 lcd.setCursor(7,2); 784 case 91: 785 nombre_pastilla(casillero); 786 lcd.setCursor(0,2); 787 lcd.print("Dosis:"); 788 lcd.setCursor(7,2); 789 case 92: 790 nombre_pastilla(casillero); 791 lcd.setCursor(0,2); 792 lcd.print("Dosis:"); 793 lcd.setCursor(7,2); 794 case 93: 795 nombre_pastilla(casillero); 796 lcd.setCursor(0,2); 797 lcd.print("Dosis:"); 798 lcd.setCursor(7,2); 799 case 94: 800 nombre_pastilla(casillero); 801 lcd.setCursor(0,2); 802 lcd.print("Dosis:"); 803 lcd.setCursor(7,2); 804 case 95: 805 nombre_pastilla(casillero); 806 lcd.setCursor(0,2); 807 lcd.print("Dosis:"); 808 lcd.setCursor(7,2); 809 case 96: 810 nombre_pastilla(casillero); 811 lcd.setCursor(0,2); 812 lcd.print("Dosis:"); 813 lcd.setCursor(7,2); 814 case 97: 815 nombre_pastilla(casillero); 816 lcd.setCursor(0,2); 817 lcd.print("Dosis:"); 818 lcd.setCursor(7,2); 819 case 98: 820 nombre_pastilla(casillero); 821 lcd.setCursor(0,2); 822 lcd.print("Dosis:"); 823 lcd.setCursor(7,2); 824 case 99: 825 nombre_pastilla(casillero); 826 lcd.setCursor(0,2); 827 lcd.print("Dosis:"); 828 lcd.setCursor(7,2); 829 case 100: 830 nombre_pastilla(casillero); 831 lcd.setCursor(0,2); 832 lcd.print("Dosis:"); 833 lcd.setCursor(7,2); 834 case 101: 835 nombre_pastilla(casillero); 836 lcd.setCursor(0,2); 837 lcd.print("Dosis:"); 838 lcd.setCursor(7,2); 839 case 102: 840 nombre_pastilla(casillero); 841 lcd.setCursor(0,2); 842 lcd.print("Dosis:"); 843 lcd.setCursor(7,2); 844 case 103: 845 nombre_pastilla(casillero); 846 lcd.setCursor(0,2); 847 lcd.print("Dosis:"); 848 lcd.setCursor(7,2); 849 case 104: 850 nombre_pastilla(casillero); 851 lcd.setCursor(0,2); 852 lcd.print("Dosis:"); 853 lcd.setCursor(7,2); 854 case 105: 855 nombre_pastilla(casillero); 856 lcd.setCursor(0,2); 857 lcd.print("Dosis:"); 858 lcd.setCursor(7,2); 859 case 106: 860 nombre_pastilla(casillero); 861 lcd.setCursor(0,2); 862 lcd.print("Dosis:"); 863 lcd.setCursor(7,2); 864 case 107: 865 nombre_pastilla(casillero); 866 lcd.setCursor(0,2); 867 lcd.print("Dosis:"); 868 lcd.setCursor(7,2); 869 case 108: 870 nombre_pastilla(casillero); 871 lcd.setCursor(0,2); 872 lcd.print("Dosis:"); 873 lcd.setCursor(7,2); 874 case 109: 875 nombre_pastilla(casillero); 876 lcd.setCursor(0,2); 877 lcd.print("Dosis:"); 878 lcd.setCursor(7,2); 879 case 110: 880 nombre_pastilla(casillero); 881 lcd.setCursor(0,2); 882 lcd.print("Dosis:"); 883 lcd.setCursor(7,2); 884 case 111: 885 nombre_pastilla(casillero); 886 lcd.setCursor(0,2); 887 lcd.print("Dosis:"); 888 lcd.setCursor(7,2); 889 case 112: 890 nombre_pastilla(casillero); 891 lcd.setCursor(0,2); 892 lcd.print("Dosis:"); 893 lcd.setCursor(7,2); 894 case 113: 895 nombre_pastilla(casillero); 896 lcd.setCursor(0,2); 897 lcd.print("Dosis:"); 898 lcd.setCursor(7,2); 899 case 114: 900 nombre_pastilla(casillero); 901 lcd.setCursor(0,2); 902 lcd.print("Dosis:"); 903 lcd.setCursor(7,2); 904 case 115: 905 nombre_pastilla(casillero); 906 lcd.setCursor(0,2); 907 lcd.print("Dosis:"); 908 lcd.setCursor(7,2); 909 case 116: 910 nombre_pastilla(casillero); 911 lcd.setCursor(0,2); 912 lcd.print("Dosis:"); 913 lcd.setCursor(7,2); 914 case 117: 915 nombre_pastilla(casillero); 916 lcd.setCursor(0,2); 917 lcd.print("Dosis:"); 918 lcd.setCursor(7,2); 919 case 118: 920 nombre_pastilla(casillero); 921 lcd.setCursor(0,2); 922 lcd.print("Dosis:"); 923 lcd.setCursor(7,2); 924 case 119: 925 nombre_pastilla(casillero); 926 lcd.setCursor(0,2); 927 lcd.print("Dosis:"); 928 lcd.setCursor(7,2); 929 case 120: 930 nombre_pastilla(casillero); 931 lcd.setCursor(0,2); 932 lcd.print("Dosis:"); 933 lcd.setCursor(7,2); 934 case 121: 935 nombre_pastilla(casillero); 936 lcd.setCursor(0,2); 937 lcd.print("Dosis:"); 938 lcd.setCursor(7,2); 939 case 122: 940 nombre_pastilla(casillero); 941 lcd.setCursor(0,2); 942 lcd.print("Dosis:"); 943 lcd.setCursor(7,2); 944 case 123: 945 nombre_pastilla(casillero); 946 lcd.setCursor(0,2); 947 lcd.print("Dosis:"); 948 lcd.setCursor(7,2); 949 case 124: 950 nombre_pastilla(casillero); 951 lcd.setCursor(0,2); 952 lcd.print("Dosis:"); 953 lcd.setCursor(7,2); 954 case 125: 955 nombre_pastilla(casillero); 956 lcd.setCursor(0,2); 957 lcd.print("Dosis:"); 958 lcd.setCursor(7,2); 959 case 126: 960 nombre_pastilla(casillero); 961 lcd.setCursor(0,2); 962 lcd.print("Dosis:"); 963 lcd.setCursor(7,2); 964 case 127: 965 nombre_pastilla(casillero); 966 lcd.setCursor(0,2); 967 lcd.print("Dosis:"); 968 lcd.setCursor(7,2); 969 case 128: 970 nombre_pastilla(casillero); 971 lcd.setCursor(0,2); 972 lcd.print("Dosis:"); 973 lcd.setCursor(7,2); 974 case 129: 975 nombre_pastilla(casillero); 976 lcd.setCursor(0,2); 977 lcd.print("Dosis:"); 978 lcd.setCursor(7,2); 979 case 130: 980 nombre_pastilla(casillero); 981 lcd.setCursor(0,2); 982 lcd.print("Dosis:"); 983 lcd.setCursor(7,2); 984 case 131: 985 nombre_pastilla(casillero); 986 lcd.setCursor(0,2); 987 lcd.print("Dosis:"); 988 lcd.setCursor(7,2); 989 case 132: 990 nombre_pastilla(casillero); 991 lcd.setCursor(0,2); 992 lcd.print("Dosis:"); 993 lcd.setCursor(7,2); 994 case 133: 995 nombre_pastilla(casillero); 996 lcd.setCursor(0,2); 997 lcd.print("Dosis:"); 998 lcd.setCursor(7,2); 999 case 134: 1000 nombre_pastilla(casillero); 1001 lcd.setCursor(0,2); 1002 lcd.print("Dosis:"); 1003 lcd.setCursor(7,2); 1004 case 135: 1005 nombre_pastilla(casillero); 1006 lcd.setCursor(0,2); 1007 lcd.print("Dosis:"); 1008 lcd.setCursor(7,2); 1009 case 136: 1010 nombre_pastilla(casillero); 1011 lcd.setCursor(0,2); 1012 lcd.print("Dosis:"); 1013 lcd.setCursor(7,2); 1014 case 137: 1015 nombre_pastilla(casillero); 1016 lcd.setCursor(0,2); 1017 lcd.print("Dosis:"); 1018 lcd.setCursor(7,2); 1019 case 138: 1020 nombre_pastilla(casillero); 1021 lcd.setCursor(0,2); 1022 lcd.print("Dosis:"); 1023 lcd.setCursor(7,2); 1024 case 139: 1025 nombre_pastilla(casillero); 1026 lcd.setCursor(0,2); 1027 lcd.print("Dosis:"); 1028 lcd.setCursor(7,2); 1029 case 140: 1030 nombre_pastilla(casillero); 1031 lcd.setCursor(0,2); 1032 lcd.print("Dosis:"); 1033 lcd.setCursor(7,2); 1034 case 141: 1035 nombre_pastilla(casillero); 1036 lcd.setCursor(0,2); 1037 lcd.print("Dosis:"); 1038 lcd.setCursor(7,2); 1039 case 142: 1040 nombre_pastilla(casillero); 1041 lcd.setCursor(0,2); 1042 lcd.print("Dosis:"); 1043 lcd.setCursor(7,2); 1044 case 143: 1045 nombre_pastilla(casillero); 1046 lcd.setCursor(0,2); 1047 lcd.print("Dosis:"); 1048 lcd.setCursor(7,2); 1049 case 144: 1050 nombre_pastilla(casillero); 1051 lcd.setCursor(0,2); 1052 lcd.print("Dosis:"); 1053 lcd.setCursor(7,2); 1054 case 145: 1055 nombre_pastilla(casillero); 1056 lcd.setCursor(0,2); 1057 lcd.print("Dosis:"); 1058 lcd.setCursor(7,2); 1059 case 146: 1060 nombre_pastilla(casillero); 1061 lcd.setCursor(0,2); 1062 lcd.print("Dosis:"); 1063 lcd.setCursor(7,2); 1064 case 147: 1065 nombre_pastilla(casillero); 1066 lcd.setCursor(0,2); 1067 lcd.print("Dosis:"); 1068 lcd.setCursor(7,2); 1069 case 148: 1070 nombre_pastilla(casillero); 1071 lcd.setCursor(0,2); 1072 lcd.print("Dosis:"); 1073 lcd.setCursor(7,2); 1074 case 149: 1075 nombre_pastilla(casillero); 1076 lcd.setCursor(0,2); 1077 lcd.print("Dosis:"); 1078 lcd.setCursor(7,2); 1079 case 150: 1080 nombre_pastilla(casillero); 1081 lcd.setCursor(0,2); 1082 lcd.print("Dosis:"); 1083 lcd.setCursor(7,2); 1084 case 151: 1085 nombre_pastilla(casillero); 1086 lcd.setCursor(0,2); 1087 lcd.print("Dosis:"); 1088 lcd.setCursor(7,2); 1089 case 152: 1090 nombre_pastilla(casillero); 1091 lcd.setCursor(0,2); 1092 lcd.print("Dosis:"); 1093 lcd.setCursor(7,2); 1094 case 153: 1095 nombre_pastilla(casillero); 1096 lcd.setCursor(0,2); 1097 lcd.print("Dosis:"); 1098 lcd.setCursor(7,2); 1099 case 154: 1100 nombre_pastilla(casillero); 1101 lcd.setCursor(0,2); 1102 lcd.print("Dosis:"); 1103 lcd.setCursor(7,2); 1104 case 155: 1105 nombre_pastilla(casillero); 1106 lcd.setCursor(0,2); 1107 lcd.print("Dosis:"); 1108 lcd.setCursor(7,2); 1109 case 156: 1110 nombre_pastilla(casillero); 1111 lcd.setCursor(0,2); 1112 lcd.print("Dosis:"); 1113 lcd.setCursor(7,2); 1114 case 157: 1115 nombre_pastilla(casillero); 1116 lcd.setCursor(0,2); 1117 lcd.print("Dosis:"); 1118 lcd.setCursor(7,2); 1119 case 158: 1120 nombre_pastilla(casillero); 1121 lcd.setCursor(0,2); 1122 lcd.print("Dosis:"); 1123 lcd.setCursor(7,2); 1124 case 159: 1125 nombre_pastilla(casillero); 1126 lcd.setCursor(0,2); 1127 lcd.print("Dosis:"); 1128 lcd.setCursor(7,2); 1129 case 160: 1130 nombre_pastilla(casillero); 1131 lcd.setCursor(0,2); 1132 lcd.print("Dosis:"); 1133 lcd.setCursor(7,2); 1134 case 161: 1135 nombre_pastilla(casillero); 1136 lcd.setCursor(0,2); 1137 lcd.print("Dosis:"); 1138 lcd.setCursor(7,2); 1139 case 162: 1140 nombre_pastilla(casillero); 1141 lcd.setCursor(0,2); 1142 lcd.print("Dosis:"); 1143 lcd.setCursor(7,2); 1144 case 163: 1145 nombre_pastilla(casillero); 1146 lcd.setCursor(0,2); 1147 lcd.print("Dosis:"); 1148 lcd.setCursor(7,2); 1149 case 164: 1150 nombre_pastilla(casillero); 1151 lcd.setCursor(0,2); 1152 lcd.print("Dosis:"); 1153 lcd.setCursor(7,2); 1154 case 165: 1155 nombre_pastilla(casillero); 1156 lcd.setCursor(0,2); 1157 lcd.print("Dosis:"); 1158 lcd.setCursor(7,2); 1159 case 166: 1160 nombre_pastilla(casillero); 1161 lcd.setCursor(0,2); 1162 lcd.print("Dosis:"); 1163 lcd.setCursor(7,2); 1164 case 167: 1165 nombre_pastilla(casillero); 1166 lcd.setCursor(0,2); 1167 lcd.print("Dosis:"); 1168 lcd.setCursor(7,2); 1169 case 168: 1170 nombre_pastilla(casillero); 1171 lcd.setCursor(0,2); 1172 lcd.print("Dosis:"); 1173 lcd.setCursor(7,2); 1174 case 169: 1175 nombre_pastilla(casillero); 1176 lcd.setCursor(0,2); 1177 lcd.print("Dosis:"); 1178 lcd.setCursor(7,2); 1179 case 170: 1180 nombre_pastilla(casillero); 1181 lcd.setCursor(0,2); 1182 lcd.print("Dosis:"); 1183 lcd.setCursor(7,2); 1184 case 171: 1185 nombre_pastilla(casillero); 1186 lcd.setCursor(0,2); 1187 lcd.print("Dosis:"); 1188 lcd.setCursor(7,2); 1189 case 172: 1190 nombre_pastilla(casillero); 1191 lcd.setCursor(0,2); 1192 lcd.print("Dosis:"); 1193 lcd.setCursor(7,2); 1194 case 173: 1195 nombre_pastilla(casillero); 1196 lcd.setCursor(0,2); 1197 lcd.print("Dosis:"); 1198 lcd.setCursor(7,2); 1199 case 174: 1200 nombre_pastilla(casillero); 1201 lcd.setCursor(0,2); 1202 lcd.print("Dosis:"); 1203 lcd.setCursor(7,2); 1204 case 175: 1205 nombre_pastilla(casillero); 1206 lcd.setCursor(0,2); 1207 lcd.print("Dosis:"); 1208 lcd.setCursor(7,2); 1209 case 176: 1210 nombre_pastilla(casillero); 1211 lcd.setCursor(0,2); 1212 lcd.print("Dosis:"); 1213 lcd.setCursor(7,2); 1214 case 177: 1215 nombre_pastilla(casillero); 1216 lcd.setCursor(0,2); 1217 lcd.print("Dosis:"); 1218 lcd.setCursor(7,2); 1219 case 178: 1220 nombre_pastilla(casillero); 1221 lcd.setCursor(0,2); 1222 lcd.print("Dosis:"); 1223 lcd.setCursor(7,2); 1224 case 179: 1225 nombre_pastilla(casillero); 1226 lcd.setCursor(0,2); 1227 lcd.print("Dosis:"); 1228 lcd.setCursor(7,2); 1229 case 180: 1230 nombre_pastilla(casillero); 1231 lcd.setCursor(0,2); 1232 lcd.print("Dosis:"); 1233 lcd.setCursor(7,2); 1234 case 181: 1235 nombre_pastilla(casillero);</pre>
--	---

Pruebas

Prueba	Descripción	¿Pasó la prueba?	Evidencias
Módulo RTC y la hora	En la pantalla LCD se ve reflejada la hora en tiempo real.	Sí pasó la prueba.	
Funcionamiento del menú y los botones	Se ve reflejado en la pantalla LCD el menú, y, se puede controlar a partir de 3 botones, uno para entrar al menú y seleccionar, otro para avanzar entre las opciones y uno último para retroceder en las opciones.	Sí pasó la prueba.	  

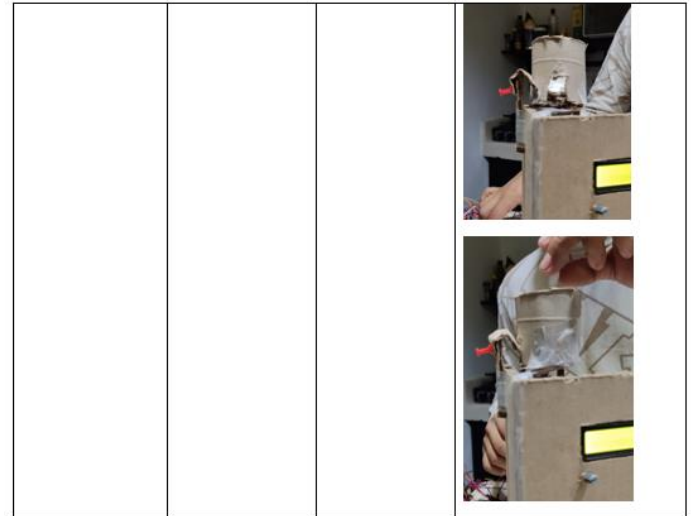


Tabla 2.1: Pruebas

Tabla 5: Recopilación de las pruebas



Imagen 9: Primeras muestras de la impresión 3D

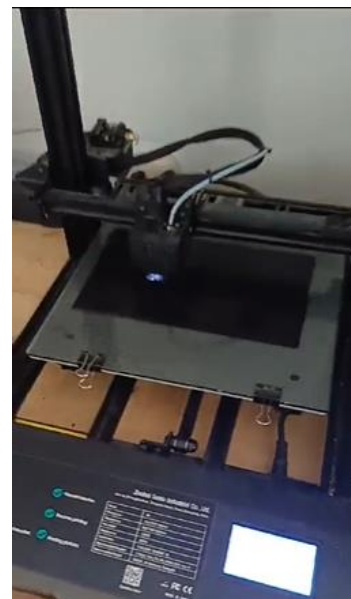







Imagen 10: Primeras muestras de la impresión 3D

			
Funcionamiento de los servomotores y de los sensores infrarrojos	<p>Servomotores: A partir del código de programación se mueven los servomotores.</p> <p>Sensores: Detecta la obstrucción de luz y la presencia de algo y, a partir de ello, se activa mediante un led infrarrojo.</p>	Sí pasó la prueba.	 
Paso de las pastillas	En el mecanismo de prueba, las pastillas pasan por una estructura cilíndrica o de compartimiento, para después seguir su paso por el mecanismo.	Sí pasó la prueba.	
Paso de pastillas 1 por 1	El mecanismo permite el paso de las pastillas de manera controlada, de una por una.	Pasó la prueba, pero consideramos que puede mejorar.	

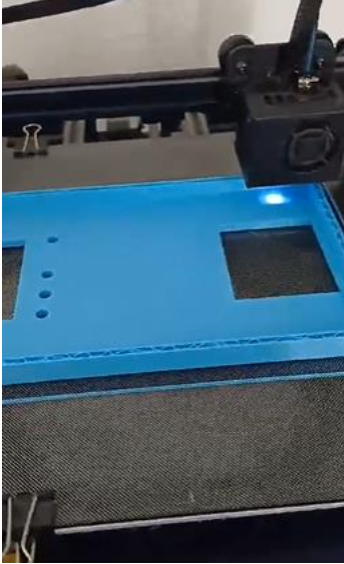


Imagen 11: Primeras muestras de la impresión 3D

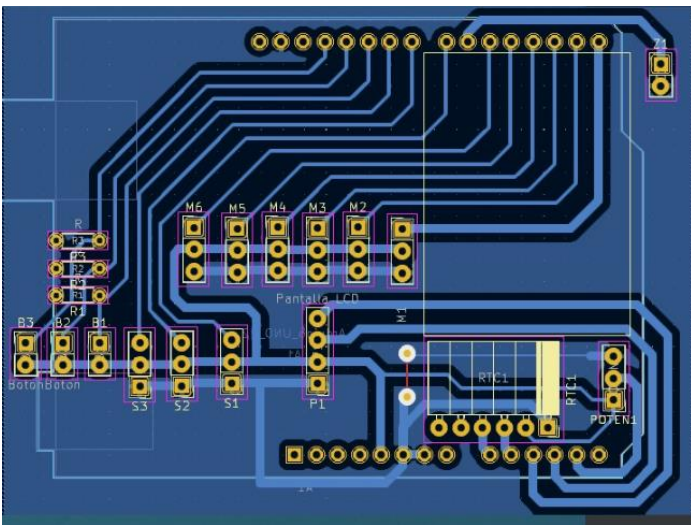


Imagen 12: Boceto de la PCB realizado en KiCad

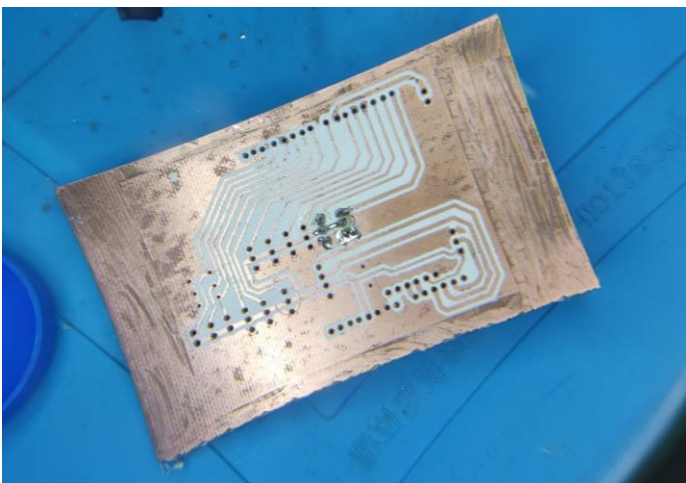


Imagen 13: Avance de la PCB

Link donde se muestran todas las pruebas

https://www.canva.com/design/DAF1kinwkY0/fhtLHpUUM4tmp9o8JGZ_XA/edit?utm_content=DAF1kinwkY0&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=harebutton

Conclusión. La idea que teníamos en mente al realizar este proyecto siempre fue la de realizar el pastillero electrónico, esto debido a que la problemática en cuestión que puede ayudar a cubrir el mismo fue la que más nos interesaba, y con esto nos referimos a contribuir a la mejora de la calidad de vida de los pacientes o usuarios que requieran del pastillero, ya que quizás el usuario en cuestión tiene alguna condición que le dificulta el recordar el modo adecuado de llevar el tratamiento, o a lo mejor se trata de alguien distraído o que se encuentre bajo la tutela de alguien más, pero independientemente de cual pudiese ser el motivo por el cual el tratamiento no se cumpla de la manera más óptima, son sus posibles consecuencias las que causan preocupación, ya que estas podrían ser la tardía o nula mejora del paciente, o, en casos más graves, una posible sobredosis.

Por eso mismo, el principal objetivo era el desarrollar un dispositivo que contribuya a facilitar la gestión, recordatorios y toma de medicamentos con el fin de mejorar el buen seguimiento de los tratamientos médicos correspondientes.

En cuanto al cumplimiento del objetivo que se planteó al inicio del proyecto, se considera que se realizó en un 70% hasta el momento, esto debido a que todos los propósitos individuales que se querían lograr, se cumplieron, por lo que se pudo apreciar el flujo adecuado de las pastillas dentro del dispositivo, así como también el correcto funcionamiento de un menú que permite el acceso y la edición a las funciones, del pastillero, sin embargo, se tuvieron dificultades técnicas en cuanto al diseño 3D y su



posterior impresión se trataba, y dichas dificultades entorpecieron el progreso del proyecto, lo cual nos imposibilita de poder dar un último veredicto en cuanto a si ya en el escenario final funciona todo lo que se espera y de la manera en que se espera, por lo que esto aún queda pendiente pero próximo a realizar, por lo que esa cuestión sería la que de poder hacerlo, se cambiaría.

Perspectivas. Con el prototipo, buscamos añadir funciones de conexión y análisis de datos con una aplicación celular, para mejorar la gestión de medicamentos. Queremos que este pastillero sea más que un dispositivo, que sea como un amigo en el cuidado de la salud, brindando apoyo constante y ofreciendo información valiosa para un bienestar total.

Conclusiones individuales.

Jorge Alejandro Chávez G: En conclusión, la elaboración de un pastillero electrónico representa un paso significativo hacia la mejora de la gestión de medicamentos y la promoción de la adherencia a tratamientos médicos, pero también es un paso importante para nosotros como ingenieros biomédicos ya que estos proyectos nos ayudan a impulsar nuestras ideas y poder proyectarlas. La integración de tecnología en la administración de medicamentos no solo facilita la vida diaria de los usuarios, sino que también contribuye a un mejor control de la salud y la prevención de posibles complicaciones. Por otro lado, también tuvo una gran relevancia la disciplina y organización en el hecho de que se tenían que dar registros de lo que estábamos haciendo como equipo y que había que cumplir con la agenda que nosotros habíamos propuesto. En última instancia, un pastillero electrónico bien diseñado no solo simplifica la toma de medicamentos, sino que también puede tener un impacto positivo en la calidad de vida y en la gestión general de la salud de los individuos.

Gabriel Rivero G: En este proyecto comprendí lo que es comprometerse con un proyecto a esta escala el cual se lleva gran parte de la atención de uno y que al mismo tiempo te enseña administrarte tanto con las personas que trabajas, ya que no siempre estarán de acuerdo con algunas ideas o también para la aportación de las mismas, así mismo administrar tu tiempo para optimizar lo mejor posible los espacios para lograr un mayor avance en proyecto. El proyecto tuvo distintos enfoques tanto en aprender sistemas de mecanismos, con el apoyo de nuestros profesores al momento de resolución de dudas o de proponernos otras ideas o soluciones, así como nuestros conocimientos en programación para conseguir los objetivos que nos propusimos. Un proyecto que es complicado de sacar debido a la implementación todos los conocimientos anteriormente mencionados, aunque con una grata satisfacción al saber que todo lo que he aprendido puedo ponerlo a practica y usarlo en el proyecto.

Jojhan Eliezer Cu B: La Creación de este proyecto de pastillero electrónico fue muy interesante implementar Mediante la combinación de Arduino, impresión 3D y diversos componentes, se lograría un dispositivo funcional que supera la simple función de recordatorio de horarios. Este pastillero, en el contexto de una implementación práctica a pequeña escala, se adaptaría a las necesidades individuales con características como sensores y pantalla LCD, mejorando la interactividad y proporcionando información en tiempo real. La autonomía energética, respaldada por una pila, aseguraría un funcionamiento ininterrumpido incluso en situaciones de cortes de energía. En resumen, este modesto proyecto no solo facilitaría la gestión de medicamentos, sino que ofrecería una solución práctica y accesible para mejorar la calidad de vida.



Emiliano Martínez V: Desarrollar este proyecto fue bastante emocionante para mí. Crear el pastillero electrónico significó combinar ideas y tecnología para abordar un problema de salud real. Aprendí la importancia de entender a fondo las necesidades de las personas para diseñar un producto que realmente tenga un impacto positivo en sus vidas. Desarrollar el software en Arduino (aprendiendo un lenguaje de programación nuevo en el proceso) y colaborar con la ingeniería de hardware fue como un baile para lograr un dispositivo sólido y confiable. Las pruebas me enseñaron lo crucial que es escuchar a los demás integrantes de mi equipo, permitiéndome ajustar y mejorar continuamente el dispositivo, además de ir pensando en las diferentes formas de abordar un problema y en cómo solucionarlo. Este proyecto no solo representa un avance tecnológico para mí, sino también una lección constante sobre la importancia de la empatía y la adaptabilidad al crear soluciones que ayudan a los pacientes que lleguen a usar nuestro dispositivo.

María Fernanda Monterrubio A: la realización de este proyecto fue muy enriquecedora en experiencias, tanto satisfactorias como algunos que no lo fueron tanto, ya que no todo nos salió como esperamos, pero logramos encontrar otras alternativas y, aprender un poco más sobre una problemática en particular de nuestro interés, pero, algo que en definitiva podemos decir, es que fue muy retadora, ya que nos permitió visualizar qué queríamos hacer y, a la larga, darnos cuenta de qué tan posibles o imposibles eran nuestras ideas iniciales, y, a partir de allí, ir estructurando cómo quedaría el proyecto en cuanto a ideales más realistas, a su vez, perfeccionamos cosas que ya sabíamos, aplicamos temas que aprendimos a lo largo de ese periodo, y, nos retamos a nosotros mismos a ser aunque sea un poco autodidactas para ir más allá de lo que nos podía proporcionar la ayuda y guía de nuestros profesores.

Referencias.

Clasificación de los dispositivos médicos. (s. f.). Dispositivos Médicos. Recuperado de: <https://dispositivosmedicos.org.mx/clasificacion-de-los-dispositivos-medicos/>

Morales Suárez-Varela, M. T. (2009). Estudio sobre la utilidad del pastillero para mejorar el cumplimiento terapéutico. Atención primaria. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2008.07.003>

Memorial Sloan Kettering Cancer Center, (s, f). Cómo llenar un pastillero. Recuperado de: <https://www.mskcc.org/es/cancer-care/patient-education/how-fill-your-pill-box#:~:text=Un%20pastillero%20tambi%C3%A9n%20se%20puede,perderse%20dosis%20de%20sus%20medicamentos.>

De Francisco, P. (2023, 13 enero). Pastilleros electrónicos: beneficios para los pacientes - Saludigital. Saludigital. Recuperado de: https://www.consalud.es/saludigital/tecnologia-sanitaria/pastilleros-electronicos-nivel-mas-en-ayuda-pautas-tratamientos_124777_102.html

Walnut,(2019, 1 octubre). 4 Beneficios del pastillero electrónico para la tranquilidad de la familia. Recuperado de: de la familia – Walnut. (2019, 1 octubre). <https://walnut.com/4-beneficios-del-pastillero-electronico-para-la-tranquilidad-de-la-familia/>