

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Electrónico*

PROYECTO TÉCNICO CON ENFOQUE SOCIAL:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE
MÁQUINA DISPENSADORA DE MEDICAMENTOS EN FORMA
DE PASTILLAS PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD
QUE PADECEN ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES”**

AUTORES:

SANTIAGO XAVIER MOSCOSO NUGRA

KLEBER FERNANDO VILLACRES MIRANDA

TUTOR:

ING. LUIS JAVIER SERPA ANDRADE

CUENCA - ECUADOR

2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Santiago Xavier Moscoso Nugra con documento de identificación N° 0104479233 y Kleber Fernando Villacrés Miranda con documento de identificación N° 0705091593, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DISPENSADORA DE MEDICAMENTOS EN FORMA DE PASTILLAS PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD QUE PADECEN ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Electrónico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2020



Santiago Xavier Moscoso Nugra
C.I. 0104479233



Kleber Fernando Villacrés Miranda
C.I. 0705091593

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DISPENSADORA DE MEDICAMENTOS EN FORMA DE PASTILLAS PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD QUE PADECEN ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES”**, realizado por Santiago Xavier Moscoso Nugra y Kleber Fernando Villacrés Miranda, obteniendo el *Proyecto Técnico con enfoque social*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2020



Ing. Luis Javier Serpa A

C.I. 0103779096

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Santiago Xavier Moscoso Nugra con documento de identificación N° 0104479233 y Kleber Fernando Villacrés Miranda con documento de identificación N° 0705091593, autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DISPENSADORA DE MEDICAMENTOS EN FORMA DE PASTILLAS PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD QUE PADECEN ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES”**, certificamos que el total contenido *del Proyecto Técnico con enfoque social*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, febrero del 2020

Santiago Xavier Moscoso Nugra
C.I. 0104479233

Kleber Fernando Villacrés Miranda
C.I. 0705091593

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por permitirme culminar mis estudios superiores, a mi familia por estar presente en los momentos adversos y brindarme su apoyo. A los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana que a lo largo de la carrera compartieron sus conocimientos y experiencias para formarme con un profesional. A mis compañeros con quien compartimos días de sacrificio y ahora puedo decir valió la pena el esfuerzo realizado, las malas noches incluso, los días sin dormir. Gracias a todos los que de una u otra manera sumaron su granito de arena en este sueño que hoy es una realidad.

Santiago Xavier MoscosoNugra

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban mis padres por mi avance y desarrollo de esta tesis. Gracias a mi esposa e hijo por el apoyo moral e incondicional, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer en mí y mis expectativas. Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis

Kleber Fernando Villacrés Miranda

DEDICATORIAS

Dedico mi proyecto de titulación a mi familia, quienes han sido un pilar fundamental a lo largo de la carrera, así como en el diario vivir, especialmente a mi madre Catalina, una mujer excepcional que estuvo a mi lado hasta el último de mis estudios y me brindo su apoyo como madre y amiga, una mujer que se merece todo y aun así sería poco. Sus consejos y su preocupación me guiaron por el buen camino en las situaciones difíciles que se me presentaron a durante mis estudios y puedo concluir que gracias a ella hoy en día soy lo que soy. Madre esto es por ti y para ti.

Santiago Xavier Moscoso Nugra

Esta tesis se la dedico a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por brindarme los recursos necesarios para estudiar. Me han regalado lo más valioso en la vida, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para seguir mis objetivos.

Kleber Fernando Villacrés Miranda

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIAS.....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
RESUMEN.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	XII
JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES).....	XIV
OBJETIVOS.....	XVI
OBJETIVO GENERAL.....	XVI
OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	XVI
CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE.....	1
1.1 Fundamentos teóricos.....	1
1.1.1 Situación de las ENT en Ecuador.....	1
1.1.2 EL ABANDONO DEL ADULTO MAYOR.....	2
1.1.3 Dispensadores de Medicamentos.....	3
1.1.4 Trabajos Relacionados.....	5
CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO.....	10
2.1 Diseño electrónico.....	11
2.1.1 Esquema microcontrolador AVR.....	11
2.1.2 Esquema Módulo gsm SIM800L.....	12
2.1.3 Esquema sensor de iluminacion LDR.....	13
2.1.4 Esquema Módulo MP3.....	13
2.2 Diseño del Dispensador de medicamentos.....	13
2.3 Construcción del Dispensador de medicamentos.....	18
2.3.1 Microcontrolador AVR.....	19
2.3.2 Real time clock.....	20
2.3.3 Servo motor.....	21
2.3.4 Pantalla touch.....	22
2.4 Programación del Dispensador de medicamentos.....	23

2.4.1	Programación del Microcontrolador	24
2.4.2	Sistema de Alarmas.....	25
2.4.2.1	Alarmas Auditivas	25
2.4.2.2	Alarmas Vibratorias	26
2.4.3	Módulos Sim800l.....	27
CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		29
3.1	Pruebas Realizadas en adultos mayores	29
3.1.1	Personas de la tercera edad	29
3.1.2	Personas con discapacidad visual:	30
3.1.3	Personas con discapacidad auditiva:	30
3.1.4	Personas con problemas cognitivos:	30
3.2	Pruebas de funcionamiento	31
3.2.1	Funcionamiento de la pantalla touch nextion.....	31
3.2.2	Programacion del tiempo de medicacion	31
3.3	Detalles tecnicos	33
3.4	Encuestas realizadas.....	36
3.3.1	Resultados de la Encuesta	36
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		48
APÉNDICES.....		55
APÉNDICE A: DIMENSIONES DEL CONTENEDOR DE PASTILLAS		55
APÉNDICE B: DIMENSIONES DE LA TAPA Y BUJES DE SOPORTE.....		1
APÉNDICE C: DIMENSIONES DE LA TAPA Y BUJES DE SOPORTE.....		3
APÉNDICE D: PROGRAMACIÓN AVR.....		4
APÉNDICE E: PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA NEXTION.....		19
APÉNDICE E: MODELO DE ENCUESTA		20

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Mortalidad prematura (30-69 años) por las cuatro ENTs. Ecuador, 2011 [1].</i>	2
<i>Figura 2. Mecanismo de plataforma giratoria para alinear y dispensar medicamentos [28].</i>	4
<i>Figura 3. Diseño de cono para aislar las píldoras [3].</i>	4
<i>Figura 4. Diagrama de objetivos del prototipo dispensador de medicamentos. Elaboración propia</i>	10
<i>Figura 5. Diagrama de bloques del prototipo dispensador de pastillas. Elaboración propia</i>	11
<i>Figura 6. Esquema microcontrolador AVR. Elaboración propia</i>	12
<i>Figura 7. Esquema módulo GSM SIM800L. Elaboración propia</i>	12
<i>Figura 8. Esquema electrónico sensores LDR. Elaboración propia</i>	13
<i>Figura 9. Esquema módulo MP3. Elaboración propia</i>	13
<i>Figura 10. Pastillas de diferentes formas y tamaños [32].</i>	14
<i>Figura 11. Diseño del contenedor de pastillas para el dispensador vista frontal. Elaboración propia</i>	15
<i>Figura 12. Diseño del contenedor de pastillas para el dispensador vista lateral. Elaboración propia</i>	15
<i>Figura 13. Bocín de acople vista frontal. Elaboración propia</i>	16
<i>Figura 14. Bocín de acople vista lateral. Elaboración propia</i>	16
<i>Figura 15. Bocín de acople vista posterior. Elaboración propia</i>	16
<i>Figura 16. Diseño de la rueda guía vista lateral. Elaboración propia</i>	17
<i>Figura 17. Diseño de la rueda guía vista frontal. Elaboración propia</i>	17
<i>Figura 18. Diseño de la guía tapa del contenedor de pastillas vista frontal. Elaboración propia</i>	18
<i>Figura 19. Diseño de la guía tapa del contenedor de pastillas. Elaboración propia</i>	18
<i>Figura 20. Prototipo montado para su programación. Elaboración propia</i>	19
<i>Figura 21. Componentes de la HMI NEXTION NX4827T043_011 [45].</i>	23
<i>Figura 22. Sistema de alarma auditiva [47].</i>	26
<i>Figura 23. Módulo SIM800L encendido. Elaboración propia</i>	27
<i>Figura 24. Diagrama de flujo del código en Microcontrolador AVR. Elaboración propia.</i>	28

<i>Figura 25. Persona adulta mayor de 78 años de edad. Elaboración propia</i>	29
<i>Figura 26. Funcionamiento de la pantalla Nextion. Elaboración propia</i>	31
<i>Figura 27. Programación de la hora de medicación con una frecuencia de 6 horas. Elaboración propia</i>	32
<i>Figura 28. Dispensando la pastilla en la hora programada. Elaboración propia</i> ...	32
<i>Figura 29. Mensaje de texto. Elaboración propia</i>	33
<i>Figura 30. Consumo de corriente de la pantalla Nextion.</i>	34
<i>Figura 31. Voltaje de operación de la pantalla Nextion.</i>	34
<i>Figura 32. diagrama de pastel pregunta 1.</i>	36
<i>Figura 33. diagrama de pastel pregunta 2.</i>	37
<i>Figura 34. diagrama de pastel pregunta 3.</i>	37
<i>Figura 35. diagrama de pastel pregunta 4.</i>	38
<i>Figura 36. diagrama de pastel pregunta 5.</i>	38
<i>Figura 37. diagrama de pastel pregunta 6.</i>	39
<i>Figura 38. diagrama de pastel pregunta 7.</i>	39
<i>Figura 39. diagrama de pastel pregunta 7 otras enfermedades.</i>	40
<i>Figura 40. diagrama de pastel pregunta 8.</i>	40
<i>Figura 41. diagrama de pastel pregunta 9.</i>	41
<i>Figura 42. diagrama de pastel pregunta 10.</i>	41
<i>Figura 43. diagrama de pastel pregunta 11.</i>	42
<i>Figura 44. diagrama de pastel pregunta 12.</i>	42
<i>Figura 45. diagrama de pastel pregunta 13.</i>	43
<i>Figura 46. diagrama de pastel pregunta 14.</i>	43
<i>Figura 47. diagrama de pastel pregunta 15.</i>	44
<i>Figura 48. diagrama de pastel pregunta 16.</i>	44
<i>Figura 49. Cotas de la vista frontal del contenedor.</i>	55
<i>Figura 50. Cotas vista Lateral Izquierda del Contenedor.</i>	55
<i>Figura 51. Cotas vista frontal de la tapa.</i>	1
<i>Figura 52. Cotas vista frontal de la guía tapa del contenedor.</i>	1
<i>Figura 53. Cotas vistas frontal de soporte tipo buje.</i>	2
<i>Figura 54. Cotas vistas frontal de soporte tipo bocín.</i>	2
<i>Figura 55. Diseño de corte del revestimiento para el prototipo dispensador de pastillas. Elaboración propia.</i>	3

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Características del microcontrolador AVR Implementado en el proyecto..</i>	20
<i>Tabla 2. Conexiones de RTC SD3231 con AVR.....</i>	21
<i>Tabla 3. Características de pantalla touch HMI NEXTION NX4827T043_011.</i>	23
<i>Tabla 4. Características técnicas del módulo sim800l.</i>	27

RESUMEN

En la actualidad existe muchos tipos de máquinas dispensadoras de pastillas que mejora el bienestar de muchas personas en especial de los adultos mayores, pero 1 de cada 10 individuos tienen acceso a las máquinas por sus altos costos principalmente. Otro problema muy grave es el mal uso de estos medicamentos principalmente en personas de la tercera edad, debido a que la descripción médica indica el suministro de varios medicamentos en diferentes horas y por una duración prolongada de tiempo. Cabe recalcar que existen otras áreas encargadas del bienestar de los adultos mayores que no utilizan tecnología asistida, pero con el paso del tiempo su mano de obra ira disminuyendo.

Por lo tanto, proponemos un prototipo de máquina dispensadora de pastillas con sistema de alarma auditiva, alarma lumínica, mensaje de texto y una pantalla táctil que ayude al usuario en la dosificación correcta y mantenga un estado de salud estable. La pantalla HMI (Interacción Humano-Máquina) permite organizar varias pastillas de diferentes tipos con una interfaz amigable para el usuario. En la misma pantalla se programa la hora exacta del tiempo de medicación. La alarma programable con un sistema de notificación SMS (mensajes de texto) indica que el usuario ingirió la pastilla. La presentación del diseño mecánico se realiza mediante un software de simulación especializados para el modelamiento 3D.

El enfoque es principalmente para la colaboración en las personas de la tercera edad que padecen enfermedades no transmisibles y a la vez necesitan una atención minuciosa y asistida. Las personas adultas mayores ubicadas en geriátricos y domicilios fueron dosificadas con el prototipo de máquina dispensadora de pastillas en un lapso de dos días debido a que el material utilizado es plástico, dando como resultado positivo de la máquina y a su vez aceptando el prototipo como un dispositivo de ayuda emergente en la industria de la salud.

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos no saludables y desproporcionados, junto a una vida sedentaria generan problemas de salud desde temprana edad, con el paso de los años tienden a ser problemas de mayor cuidado [1], en donde tomar medicamentos se transforma en una necesidad con el fin de aliviar el dolor/síntomas generados por las enfermedades no transmisibles (ENT), por ende, el consumo de píldoras, pastillas y jarabes se vuelve parte del día a día de una persona en estas condiciones [2].

El área de la salud a lo largo del tiempo se ha convertido en un campo de cuidado y adaptación de la tecnología, la misma que crece a pasos agigantados, hoy en día contamos con tecnología de punta que satisface las expectativas más básicas de una persona (llamadas, compras online, navegar en tiempo real), incluso se incursiona en el ámbito de la mediación asistida por un dispositivo “dispensador de medicamentos”, el cual suministra en horarios establecidos por el Profesional Médico para mejorar la calidad de vida de la persona que padece una de estas enfermedades, evitando olvidar tomar la medicación o a su vez evitando confundir la medicación, de lo contrario las consecuencias serían lamentables. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la Tecnología de Asistencia (AT) "Como sistemas y servicios relacionados con la entrega de productos de asistencia". La AT incluye dispositivos de asistencia, los cuales en su gran mayoría son adaptativos al usuario final, consta de software y hardware, ajustables a las necesidades y tratamientos de las personas [2].

El trabajo desarrollado presenta una alternativa para el adulto mayor, una manera amigable e intuitiva de implementar la tecnología en el ámbito de la salud, albergando en su gran mayoría a las diferentes personas y enfermedades que podemos encontrar en nuestro medio.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

En la actualidad los seres humanos padecen de enfermedades, la gran mayoría son adultos mayores, existen alrededor de 850 millones alrededor del mundo y 1.04 millones en Ecuador, los mismo que tienden hacer uso de recetas espaciosas de medicamentos de manera que se deben de tomar en horas alargadas de tiempo. Uno de tantos problemas que se manifiesta con frecuencia, es tener presente el momento indicado de ingerir las pastillas. Las consecuencias del olvido o confusión suelen ser perjudiciales para la salud, generando complicaciones o deterioro en la persona.

Las enfermedades no trasmisibles (ENT) equivalen al 71% de las muertes que se producen a nivel mundial, de las cuales el 85% están comprendidas por personas desde los 30 hasta los 69 años. En el Ecuador el porcentaje de mortalidad (30-69 años) es de 35.3%, [1]. En la actualidad, gran parte de la población mundial padecen de enfermedades tales como: diabetes, hipertensión, colesterol, epilepsia, problemas cardiacos, entre otros, las mismas que requieren de un suministro continuo de medicamentos en horas específicas, en Ecuador las principales causas de muerte son enfermedades cerebro vasculares por cada 100 000 habitantes se producen 342 defunciones, por enfermedades isquémicas del corazón por cada 100 000 habitantes 437 defunciones. [2].

Para serenar la calidad de vida de las personas que padecen estos problemas de salud se acude a profesionales del área médica. Estos entregan la receta médica con las indicaciones para el consumo de los medicamentos. Por lo general los pacientes tienden a perder estas indicaciones u olvidan tomar los medicamentos en las horas indicadas [3] [4], debido a que la mayoría viven solas o en el olvido de sus familiares [5].

Hoy en día existen alternativas para dar solución a este problema como son el uso de pastilleros, dispensadores mecánicos o dispensadores electrónicos. Estas se han convertido en una herramienta de gran ayuda para los pacientes [6], ya que les permite recordar el horario en el que deben ingerir sus medicamentos, evitando la ineficiencia del tratamiento [7] e incluso complicaciones que, en algunos casos, podrían ocasionar la muerte [3] [8]. Entre los pastilleros más comunes que podemos encontrar en el mercado tenemos: Saiko [9] pastillero circular de organización semanal, pastilleros

semanales de tres tiempos por día [10], dispensador automático con disco giratorio con alarmas programables por día y cerradura: Ivation [11], TabTime Med-E-Lert [12] que además este último cuenta con discos intercambiables.

JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que en el 2015 se registraron 56.4 millones de muertes en el mundo, el 54% de fallecimientos se deben a enfermedades como: cardiopatía isquémica, enfermedades cerebro vasculares, enfermedades pulmonares, diabetes, hipertensión, Alzheimer, diarrea, tuberculosis entre otras [18]. La cardiopatía isquémica causó 8.76 millones de muertes en el mundo, colocándose como la principal causa de decesos, la diabetes causó 1.59 millones, Alzheimer 1.54 millones y la tuberculosis 1.37 millones de decesos [19].

Uno de los métodos más utilizados para mejorar la eficiencia en los tratamientos médicos es disponer de un asistente (enfermero/a o cuidador) [20] que suministre los medicamentos a las horas indicadas. La contratación de asistentes médicos 24/7 demanda mucho dinero y labor humano [21]. Otro método muy empleado es la utilización de pastilleros, estos elementos son en esencia organizadores con varias secciones donde se depositan los medicamentos, de esta forma se logra tener la medicina organizada para su administración. Como desventaja se puede mencionar que no tienen la posibilidad de generar algún tipo de alarma o recordatorio, lo cual mejorarían la eficiencia del tratamiento [22].

Solo en EUA entre el un tercio y los dos tercios de las hospitalizaciones son provocadas por ignorar los tratamientos médicos [23]. Una idea innovadora consiste en la implementación de un dispensador automático cuya principal función es recordar al paciente que tiene que ingerir sus medicamentos a una hora exacta, generando una alternativa en la administración de los medicamentos y de su tratamiento en general [18]. Aunque existen varios dispensadores automáticos en el mercado la configuración de las alarmas puede resultar demasiado confusa para usuarios menos experimentados (principalmente personas de la tercera edad).

Considerando estos motivos se propone el diseño de un dispensador automático de medicamentos con una interfaz amigable para el usuario, principalmente orientado a las personas de la tercera edad que padecen de ENT, debido a que estas personas en muchos de los casos viven en el abandono de sus familiares y por su edad son propensas a olvidar tomar sus medicamentos o sufrir de algún tipo de enfermedad degenerativa.

Los beneficiarios de este proyecto son personas afectadas por enfermedades que requieran un tratamiento continuo y estricto, personal médico que requiera una administración eficiente de medicamentos y EXA INGENIERIA, empresa que brinda todas las facilidades para el desarrollo del prototipo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e implementar un prototipo de máquina dispensadora de medicamentos en forma de pastillas para personas de la tercera edad que padecen enfermedades no transmisibles.

OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Diseñar un prototipo de máquina dispensadora de medicamentos mediante el software de simulación CAD-CAE
- Diseñar un mecanismo autónomo para controlar los actuadores que sirven para descargar la pastilla
- Diseñar un interfaz HMI (Humano-máquina) para la programación del tiempo de medicación amigable para el usuario
- Implementar un sistema de alarma auditiva y vibratoria mediante un reloj en tiempo real.
- Realizar pruebas de funcionamiento de Hardware y Software

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE

Para la revisión de la literatura se usaron las siguientes palabras claves: Pillbox, dispenser pill, medication dispenser, eHealth y mHealth. Las bases de datos que se incluyeron fueron: IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus, Google Scholar, además de otras fuentes relacionadas con instituciones del cuidado de la salud y patentes de pastilleros existentes. Los artículos seleccionados están comprendidos entre el año 2015 al 2019.

1.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A nivel mundial las enfermedades no transmisibles (ENT), como la diabetes, el cáncer, enfermedades respiratorias y las enfermedades cardíacas, representan más del 71% de todas las muertes anuales, es decir, alrededor de 41 millones de personas. Las ENT afectan a todos los grupos de edad, regiones y países, son causadas principalmente por el consumo de tabaco, la baja actividad física, mala alimentación y el uso nocivo de alcohol, debido a que estos factores promueven el desarrollo de hipertensión arterial, sobrepeso, niveles elevados de glucosa en la sangre y niveles altos de lípidos en la sangre [1] [18].

1.1.1 SITUACIÓN DE LAS ENT EN ECUADOR

En el Ecuador la diabetes, la enfermedad cardiovascular y el cáncer son la causa principal de enfermedad y muerte prematura y evitable [1]. El porcentaje de mortalidad (30-69 años) es de 35.3% según el último censo realizado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2011 [1]. En la figura 1 se muestra la gráfica de mortalidad prematura (30-69 años) a causa de ENT, donde la principal causa de decesos en el Ecuador es por enfermedades cardiovasculares y las neoplasias malignas (cáncer) que representan el 39% de decesos cada una, seguido por los diferentes tipos de diabetes que representan el 18% y por último enfermedades respiratorias crónicas que representan el 4%. Además, se muestra una gráfica general de mortalidad prematura con todas las posibles causas, de modo que se tiene una visión más clara del impacto que tienen las ENT sobre la tasa de mortalidad en el país.

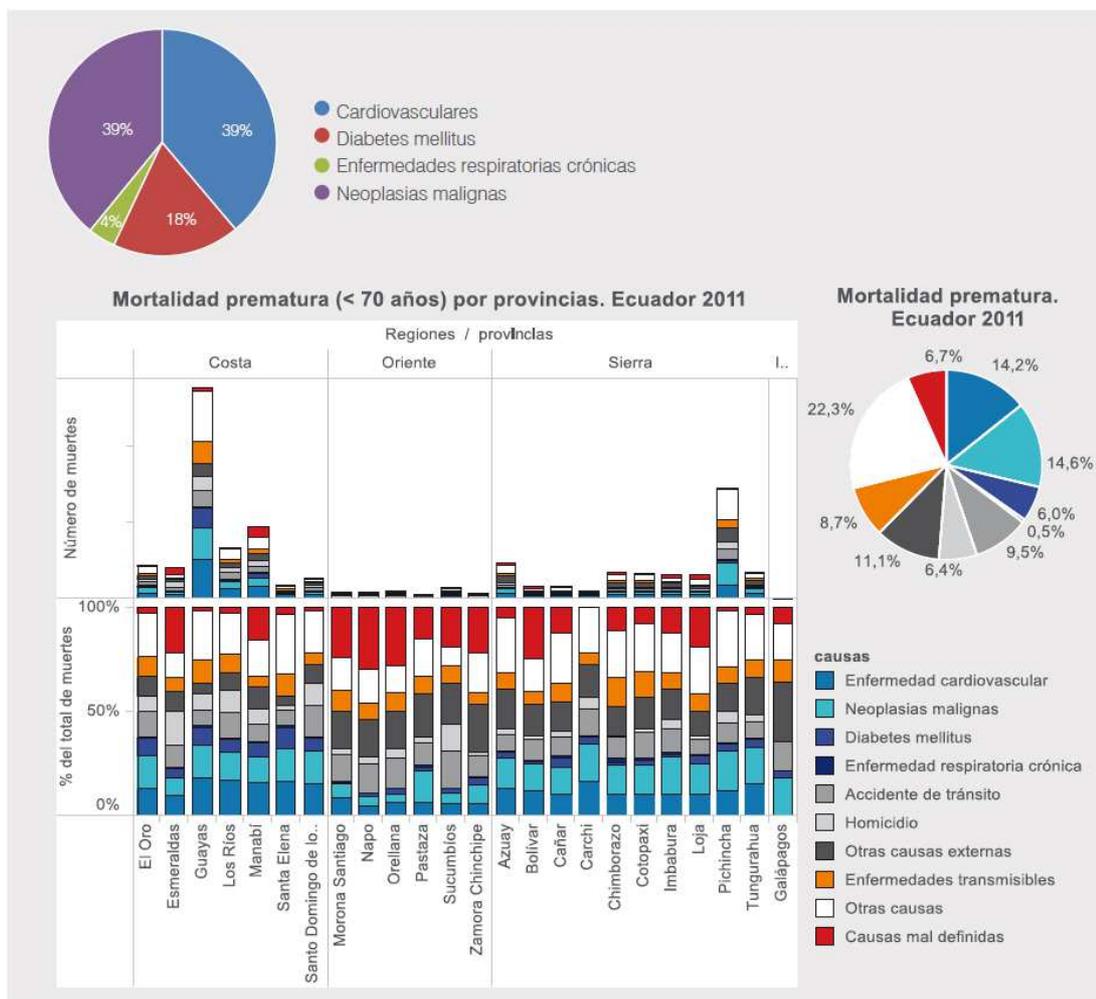


Figura 1. Mortalidad prematura (30-69 años) por las cuatro ENTs. Ecuador, 2011 [1].

1.1.2 EL ABANDONO DEL ADULTO MAYOR

La ley del adulto mayor establecida en el Ecuador menciona que: se considera como adulto mayor a las personas que hayan cumplido sesenta y cinco años, sean éstas nacionales o extranjeras que se encuentren residiendo en el país de manera legal. Dentro de esta ley se establece que el adulto mayor recibirá atención prioritaria y especializada tanto en el sector público y privado, en especial en los campos de inclusión social y económica, además de protección contra la violencia, pero la falta de colaboración por parte de algunas instituciones (como el MIES) ha provocado que estas leyes no se cumplan a cabalidad [24].

Al llegar a la etapa de la tercera edad se crean múltiples cambios, tanto a nivel biológico, cognitivo y social, lo cual requiere una adaptación no solo de la persona que atraviesa esta etapa sino también de las que la rodean. A menudo esta adaptación por parte de los familiares no ocurre, debido al cuidado que requieren estas personas, lo

que provoca descuidos de parte de sus familiares [25], llegando en ocasiones a pasar a segundo plano y/o provocando el abandono hacia el adulto mayor ya sea en la casa, en casas hogares e inclusive, en el peor de los casos, en la calle [26]. Este tipo de actos tienen consecuencias sobre el adulto mayor de forma psicológicas y físicas, ocasionando problemas de salud y riesgos en su vida. Generalmente la vejez va de la mano con diferentes enfermedades, discapacidades y limitaciones tanto físicas como mentales, según lo mencionado una persona mayor no están en la capacidad de desempeñar funciones familiares o laborales, debido a que va perdiendo poco a poco su autonomía para realizar tareas simples.

Según la OMS [27], por primera vez en la historia gran parte de la población mundial puede aspirar a vivir más de 60 años, sin embargo, esto no significa que gocen de mejor salud debido a que existen más enfermedades y se van perdiendo capacidades funcionales. Incluso se prevé de un aumento alarmante en la cantidad de casos de demencia, como Alzheimer. Según la OMS entre los años 2015 y 2050 se duplicará el porcentaje de personas mayores a 60 años. El 80% de estas personas vivirán en países en vías de desarrollo. Es importante empezar a definir lugares y herramientas para tratar a las personas de la tercera edad, donde puedan controlar su salud y se estimule su inclusión social.

1.1.3 DISPENSADORES DE MEDICAMENTOS

Existen tres formas en las cuales se presentan los medicamentos, en forma de pastillas o sólidos, en forma de polvo y de forma líquida como son los jarabes. Los medicamentos más populares son sólidos debido a que son fáciles de ingerir y en su mayoría son insípidos [5], por esta razón los dispensadores de medicamentos giran en torno a las pastillas. En la actualidad existen varios tipos de dispensadores de medicamentos en forma de pastillas desarrollados por compañías, por ejemplo, Med-E-Lert [13], e-pill [14], Med-Tracker [15]. Estos dispensadores incorporan una alarma para la notificación del tiempo de medicación, generando dificultades para las personas con pérdida auditiva.

Existen varios dispositivos dispensadores de medicamentos en el mercado, entre ellos tenemos lo que emplean una plataforma giratoria en el centro para llevar las pastillas a la salida por medio de la fuerza centrífuga. Los diseños básicos que se muestran en la figura 2 demuestran la idea de cómo las pastillas son accionadas por la

base giratoria, moviéndose hacia un camino estrecho que las alinea. Las pastillas que no entren en el pasaje serán circuladas de regreso a la cámara en el centro y pasarán por el proceso nuevamente [28].

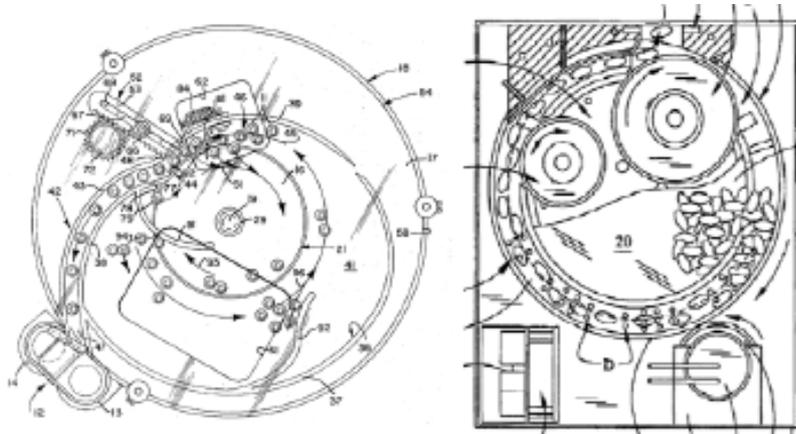


Figura 2. Mecanismo de plataforma giratoria para alinear y dispensar medicamentos [28].

Hay que recalcar que este mecanismo permite que solo se use un tipo de pastillas a la vez. El dispositivo debe ser reconfigurado manualmente o mediante actuadores eléctricos para adaptarse a medicamentos de diferentes tamaños [28].

Proceso para aislar una pastilla

En la figura 3 se aprecia un cono realizado en software de dibujo 3D. Este cono sirve para atrapar una sola pastilla a la vez. Independientemente del radio y la forma, está siempre se atascará en el cono y puede ser dislocada por la fuerza aplicada desde un motor [3].

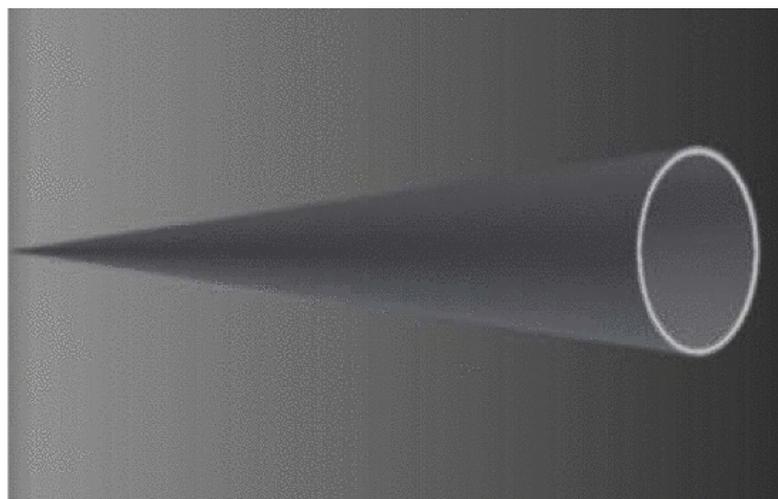


Figura 3. Diseño de cono para aislar las píldoras [3].

Dispensadores de medicamentos mecánicos

En la actualidad se han realizado diversos estudios sobre mecanismos de dispensación de medicamentos. El desarrollo de una máquina dispensadora de medicamento para un solo tipo de medicamento se puede utilizar para dosis de más de una semana, es así como las pastillas deben retirarse del envase. Otros colaboradores con la investigación desarrollaron dispositivos de mano para dispensar medicamentos de un paquete, diseñando un mecanismo de dispensación que extrae el embalaje, desmontando uno a uno. Es considerable los errores que el ser humano puede evitar o minimizar con la implementación de estos dispositivos mediante el uso de la tecnología, por lo tanto, el hombre se ha visto obligado a automatizar estos dispositivos con el fin de brindar una alternativa en el ámbito de la salud[29].

Dispensadores automáticos

Con la creciente influencia de la tecnología y la automatización en el campo de la atención médica, los dispensadores con automatización y servicios de audio están disponibles comercialmente en el mercado. W-pill es uno de esos dispensadores de medicación sólida desarrollado por e-pill Medication Reminders Company que puede contener casi un mes de medicación. Además, tiene un sistema de alarma para alertar al paciente para que tome el medicamento de acuerdo con el tiempo establecido. La ranura de medicación correcta se abre cuando suena la alarma, lo que garantiza que el paciente tome la medicación correcta en el momento adecuado [29].

1.1.4 TRABAJOS RELACIONADOS

Existen varias propuestas entorno al diseño de dispensadores automáticos de pastillas. Algunos de estos son muy elaborados y algunos otros pueden llegar a ser demasiado complejos. Los trabajos que se exponen a continuación están dispuestos del más simple al más complejo tomando en cuenta los materiales de construcción de cada uno de los prototipos como también las tecnologías usadas para la realización de estos.

Jabeena et al. [21] presentan un prototipo de dispensador de pastillas para una fácil supervisión, principalmente orientado a las personas de bajos recursos, quienes no están en la capacidad de contratar cuidadores ya que esto demanda tener un alto capital, además de exigir demasiada labor humana, debido a que generalmente se solicitan cuidadores de tiempo completo. El case del prototipo fue hecho con

materiales reciclados (cartón), este prototipo usa un Arduino como controlador, una pantalla LCD para visualizar el nombre de la pastilla que se debe ingerir, para el control de la hora usa un módulo de reloj de tiempo real (RTC, por sus siglas en inglés), usa un buzzer como alarma a la hora de tomar los medicamentos, usa un sensor infrarrojo para detectar cuando la pastilla ha sido tomada o no de la caja y envía mensajes, a través de un módulo de Sistema Global para las comunicaciones Móviles (GSM, por sus siglas en inglés), para alertar algún familiar en el caso de que la pastilla no fuese tomada de la caja. Uno de los grandes inconvenientes de este prototipo es que para una nueva configuración de alarmas se debe programar nuevamente el microcontrolador, además la caja puede ser abierta en cualquier momento ya que esta no posee ningún tipo de cerradura.

Otro trabajo parecido al anterior es el de Juan Marcelo Parra et al. [30] quienes a diferencia del anterior la caja que contiene los medicamentos es de madera y se abre y cierra mediante motores a paso, para la visualización el usuario dispone de una pantalla LCD táctil, un módulo GSM para enviar sms al móvil del usuario indicando la hora a la que debe tomar una pastilla determinada. Existe otro trabajo similar a estos donde se usa la Raspberry Pi como controlador, de esta manera se reduce el número de componentes, y también se toma la temperatura como factor clave para mantener el buen estado de las pastillas, debido a que según DELIVER en colaboración con la OMS afirman que los medicamentos se deben almacenar en condiciones de temperatura ambiente en un lugar seco, limpio y bien ventilado donde no se exceda la temperatura de los 30° C [31].

Mugisha, Uzoka y Nwafor [7] nos presentan un dispensador automático de medicamentos donde cada medicamento está ubicado en un compartimiento, al momento de sonar la alarma este es depositado a la salida y, en otra salida, se llena un vaso con agua. Además, mediante un parlante se reproduce una voz pregrabada indicando como debe ingerirse el medicamento, lo cual resulta de gran utilidad al momento de trabajar con personas que padecen de algún tipo de enfermedad degenerativa como podría ser algún tipo de demencia como la enfermedad de alzhéimer.

Hasta ahora solo se han mencionado prototipos cuyos materiales de construcción son de cartón o madera, estos materiales son propensos a la humedad por

lo que la gran parte de los prototipos son realizados con impresiones 3D, como el trabajo de Ji Jia et al. [32] donde cada compartimiento para las pastillas esta impreso con ayuda de impresora 3D, generando un ambiente limpio y seco que permita la correcta conservación de los medicamentos. El prototipo tiene 28 compartimientos dividido en 7 secciones (cuatro compartimientos por cada día), este prototipo implementa recordatorios mediante alarma luminosa en el compartimiento que se debe abrir, además de enviar notificaciones a un smartphone y usar una aplicación para su administración. Adicional a esto, cada dispensador de pastillas envía información encriptada hacia un servidor de un hospital, donde mediante una aplicación web se mantiene el historial de medicación. El estado de cada compartimiento se verifica con un sensor de luz para saber si este fue abierto o no, o si se tomó o no las pastillas.

Como se ha visto en varios de los trabajos anteriores, una de las características importantes de los dispensadores de medicamentos son el uso de aplicaciones web, aplicaciones de smartphone o de SMS por medio de módulos GSM. Los autores de [5] proponen utilizar la aplicación Instapush y dispositivos de raspberry, para enviar alarmas vía notificaciones smartphone que avisen a los usuarios los horarios en los cuales deben ingerir sus medicamentos. En cambio, los autores de [20] proponen el uso de la aplicación RoboRemo y Arduino no solo para notificar al paciente, sino también para controlar el dispensador. Un estudio del arte realizado por Schwebel y Larimer, sobre el uso de recordatorios de mensajes de texto en servicios de atención médica, afirma que los recordatorios mediante SMS o notificaciones son un método que ayuda a aumentar el cumplimiento médico, además mejora la memoria prospectiva y complementaria del paciente [22].

Otras de las características, y que se mantienen en trabajos posteriores, es el uso de dispensadores en forma circular [3] [6], debido principalmente a la comodidad en el control de los motores y por el amplio espacio que poseen para depositar las pastillas. Incluso existen trabajos como el de Medina et al. [33], donde se usa un dispensador circular para dispensar dos tipos de medicamentos, ibuprofeno y paracetamol, los cuales son proporcionados mediante lógica difusa, según la lectura de un sensor inalámbrico de temperatura corporal colocado en el paciente.

El uso de otros elementos o dispositivos para la elaboración y puesta en funcionamiento de dispensadores de medicamentos tenemos el uso de módulos Xbee,

mediante la implementación de cámaras Kinect y el uso de NFC. Imdoukh et al. [34] usan módulos Xbee para el monitoreo de señales corporales como la temperatura, vibración, humedad, entre otras. Además de esto, usan la red Zigbee para enviar alertas al paciente para recordarle tomar los medicamentos a las horas indicadas por el doctor. Guerrero [35] hace uso de las cámaras Kinect, usa una cámara para registrar las acciones del paciente y otra cámara para detectar el medicamento. La caja del medicamento se introduce en una cabina y con ayuda de Google Vision, una base de datos y un proyector se proyectan las indicaciones de cómo se debe ingerir la medicación. En cambio, los autores de [36] mezclan las dos tecnologías anteriormente mencionadas y proponen un dispensador de pastillas para personas que padezcan de demencia, como alzhéimer, donde mediante la implementación de una cámara Kinect detecta cada movimiento realizado por la persona al momento de dirigirse hacia el dispositivo a ingerir la medicación, además, es guiada en su ingesta mediante instrucciones generadas por voz. En caso de que haya algún problema el sistema notificará al cuidador.

La última tecnología que vamos a mencionar es el uso de NFC, la cual es usada con el fin de que cada usuario tenga una tarjeta que le permita acceder a distintos dispensadores y de esta manera se mantenga el registro y control de las actividades de ingesta de medicamentos [37].

Dentro de los requerimientos necesarios vemos los siguientes.

- Interfaz amigable al paciente para la configuración de datos.
- Ingreso único de píldoras.
- Dispensación única de la ración de pastillas correcta.
- Capacidad de descargar pastillas de diferentes formas y tamaños.
- Capacidad de guardar hasta 4 tipos de pastillas.
- Sistema electrónico no debe quedar propenso al usuario.
- Los contenedores deben ser emergentes.
- Se debe contar con un sistema de alarma.
- El prototipo debe tener un tamaño consistente.
- Sistema que permita advertir al usuario o encargado la cantidad de pastillas que se guardan en el contenedor y saber cuándo sea necesario realizar el proceso de recarga de pastillas.

En esta sección se puede apreciar que a pesar de que muchas propuestas son innovadoras, la mayoría de estas requieren equipos especializados, otras requieren tener presente no solo al paciente, sino también a cuidadores personales, doctores e incluso instituciones. Por último, en muchos de los casos las aplicaciones de smartphone resultan poco intuitivas o demasiado confusas especialmente para el adulto mayor.

CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo abarca el diseño y construcción de un prototipo de máquina dispensadora de medicamentos en forma de pastillas para personas de la tercera edad que padecen ENT. Se exponen cada una de las etapas de las cuales constó el desarrollo del prototipo: el diseño, la construcción y programación del dispensador, la programación de la interfaz humano-máquina y por último pruebas de funcionamiento del prototipo. En la figura 4 se muestra el diagrama de objetivos del prototipo propuesto.

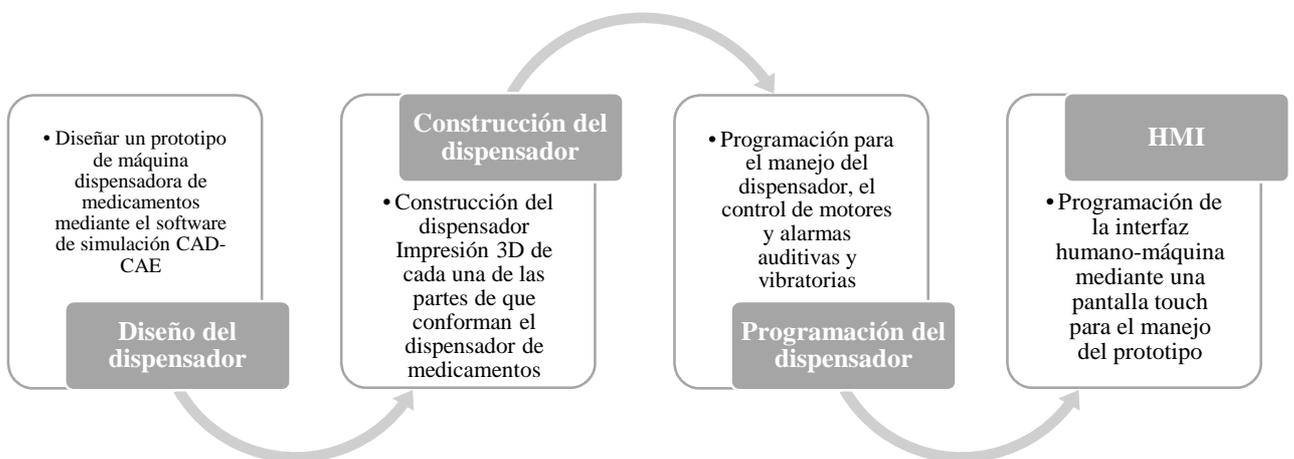


Figura 4. Diagrama de objetivos del prototipo dispensador de medicamentos. Elaboración propia

El sistema trabaja en una red de 110v con un regulador de voltaje para alimentar la electrónica del sistema. El microcontrolador ATmega 2560 con voltaje de operación de 5V y consumiendo una corriente a carga máxima de 70 mA es el corazón del sistema. Se comunica por el puerto serial enviando datos a la pantalla touch, el cual está diseñada por interfaces amigables para que interactúe con el usuario y su vez pueda configurar el tiempo de medicación en horas prolongadas hasta dispensar la pastilla, lo realiza por medio de cuatro actuadores y posteriormente es retroalimentado por cuatro sensores lumínicos que indican por medio de un mensaje de texto que el usuario debe ingerir la pastilla y a su vez cuando ingirió la pastilla.

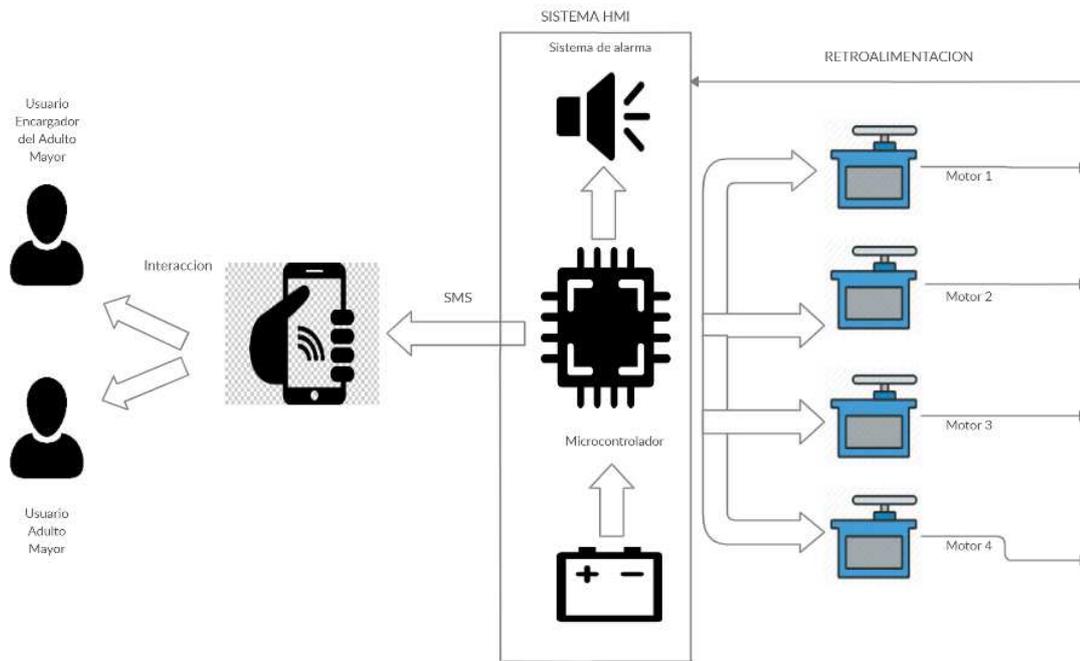


Figura 5. Diagrama de bloques del prototipo dispensador de pastillas. Elaboración propia

2.1 DISEÑO ELECTRÓNICO

2.1.1 ESQUEMA MICROCONTROLADOR AVR

El corazón del dispensador de pastillas es el microcontrolador ATmega2560, este dispositivo realiza una comunicación serial de manera que controla la pantalla HMI Nextion y los diferentes dispositivos electrónicos del sistema.

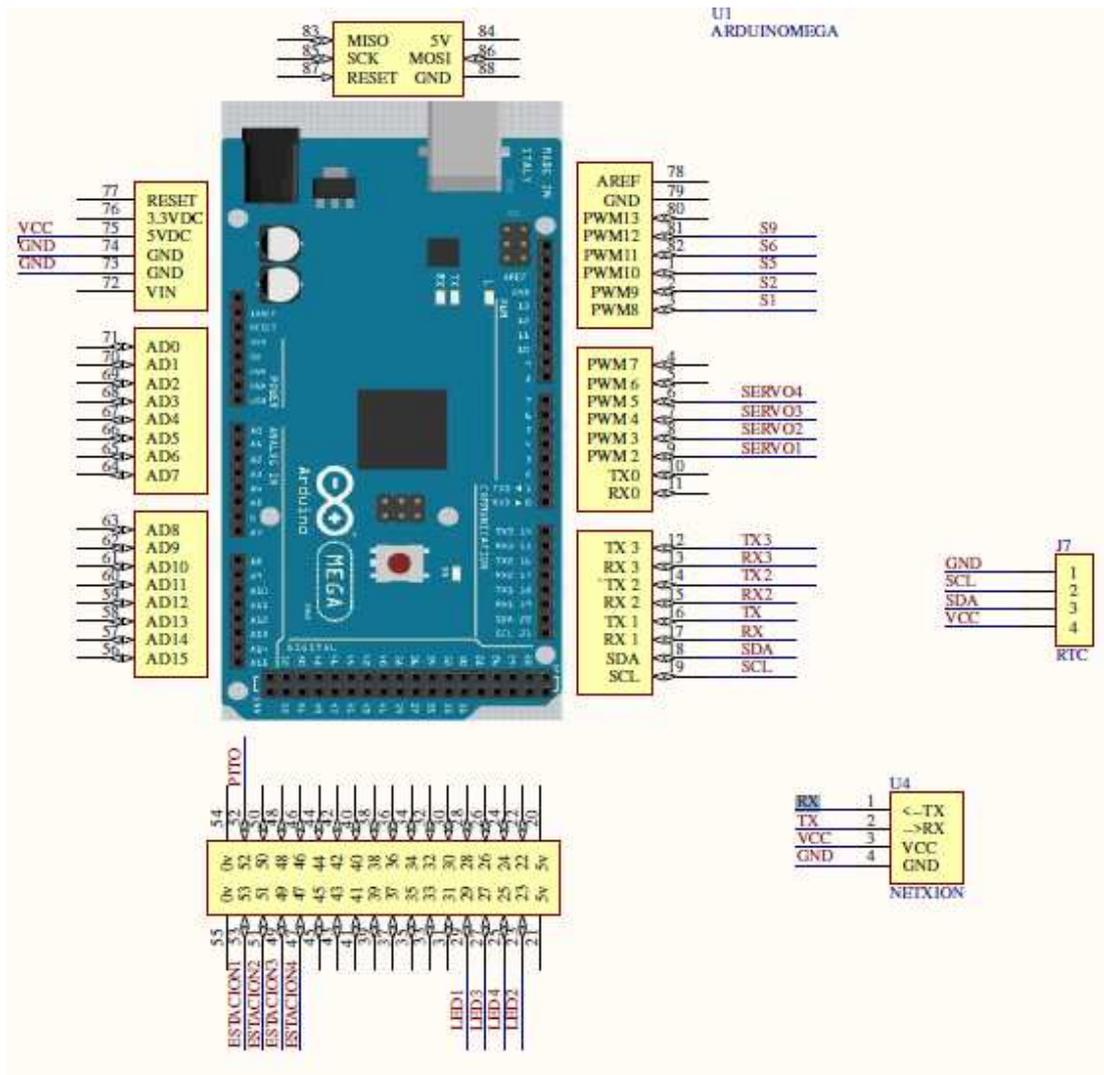


Figura 6. Esquema microcontrolador AVR. Elaboración propia

2.1.2 ESQUEMA MÓDULO GSM SIM800L

Es un módulo de telefonía móvil GSM/GPRS Quad-Band, que trabaja en bandas de 850, 900, 1800 y 1900 MHz (12).

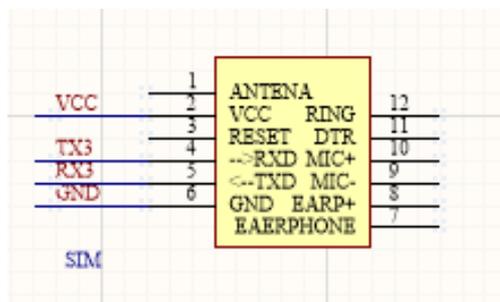


Figura 7. Esquema módulo GSM SIM800L. Elaboración propia

2.1.3 ESQUEMA SENSOR DE ILUMINACION LDR

Se caracteriza por ser un componente pasivo cuya resistencia varía en función de la luz que recibe

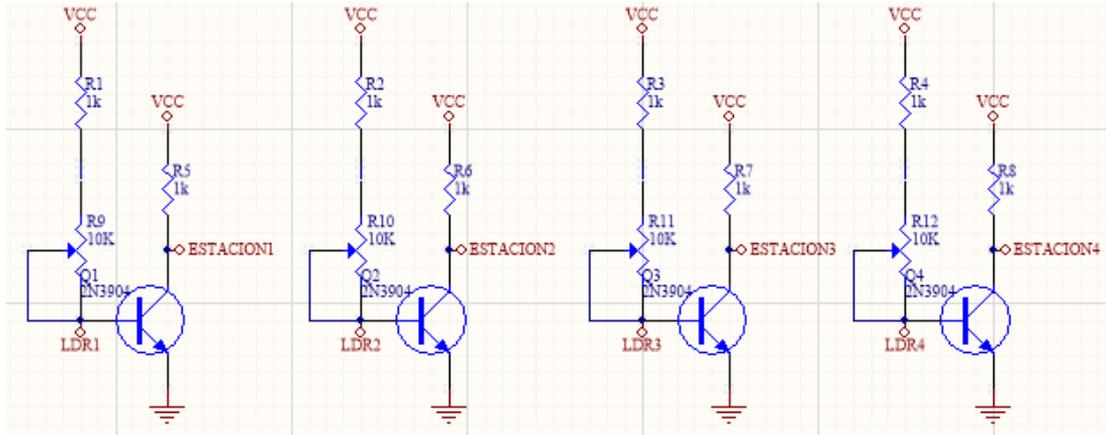


Figura 8. Esquema electrónico sensores LDR. Elaboración propia

2.1.4 ESQUEMA MÓDULO MP3

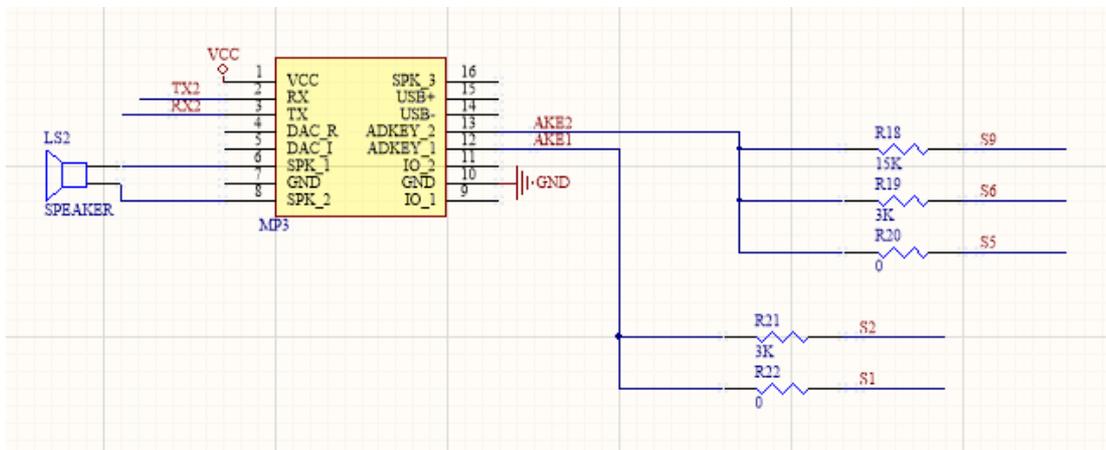


Figura 9. Esquema módulo MP3. Elaboración propia

2.2 DISEÑO DEL DISPENSADOR DE MEDICAMENTOS

Con la revisión realizada en el primer capítulo se tomaron algunas consideraciones importantes para el diseño. Estas ayudaron a mejorar el prototipo para que cumpla con los objetivos propuestos. El diseño de una máquina dispensadora de medicamentos se realizó con ayuda del software Autodesk Inventor 2018.

Una de estas consideraciones es el tamaño y forma en los que se pueden presentar los medicamentos sólidos (pastillas). Existe una gran diversidad de pastillas, tenemos pequeñas, circulares, alargadas, redondas, elípticas, entre otras, como se muestra en la figura 10. Por lo que es importante una estructura adecuada para el contenedor de pastillas. En la literatura una de las formas del contenedor que mejores resultados ha dado es un contenedor circular con compartimientos en forma de cono, debido a que de esta manera se asegura que, independientemente del tamaño y forma de la pastilla, esta queda atrapada en la punta del cono y con ayuda del movimiento de un motor y la fuerza gravitatoria esta se desprenda con facilidad [8].



Figura 10. Pastillas de diferentes formas y tamaños [32].

Con estas consideraciones se propone un contenedor semicircular de nueve compartimientos, como se muestra en la figura 2.3. El contenedor tiene un radio de 6cm y tiene nueve compartimientos con una longitud de arco de 2.5 centímetros y un ancho de 1.5 centímetros. Se obtuvo como resultado compartimientos amplios para la mayoría de medicamentos comerciales, donde el largo de las pastillas varía entre el 0.5 a 2 centímetros y el ancho de los 0.5 a 1 centímetros.

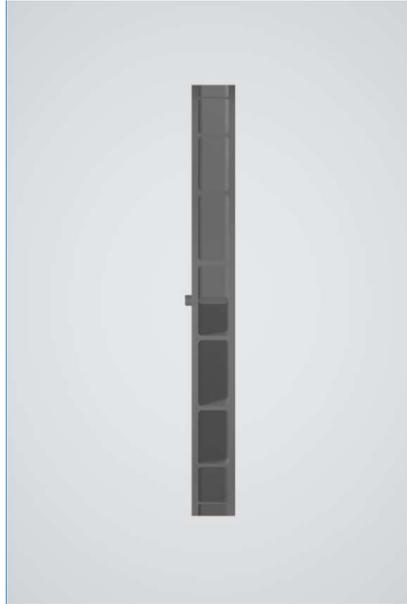


Figura 11. Diseño del contenedor de pastillas para el dispensador vista frontal. Elaboración propia

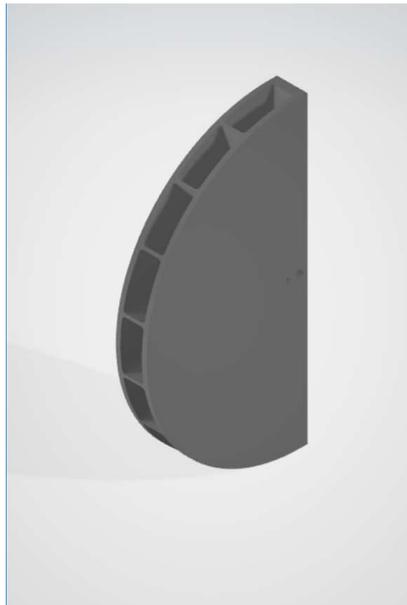


Figura 12. Diseño del contenedor de pastillas para el dispensador vista lateral. Elaboración propia

El tipo de motor que se va usar para el prototipo es un servo motor. Como el servo motor solo se puede mover de 0 a los 180°, el servo tendrá nueve movimientos de 20°. Para acoplar el contenedor al motor es necesario el diseño de dos acoples, uno macho y el otro hembra, y el diseño de una guía para dar estabilidad a la estructura, figuras 2.4 y 2.5 respectivamente. Al utilizar un servo por cada contenedor, es necesario dar estabilidad a la estructura y mantener fija la posición del contenedor.

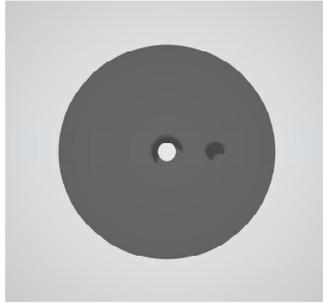


Figura 13. Bocín de acople vista frontal. Elaboración propia

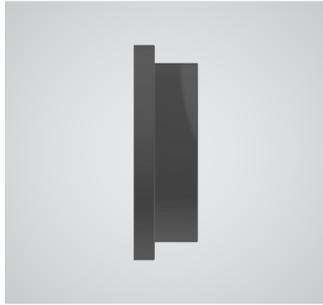


Figura 14. Bocín de acople vista lateral. Elaboración propia

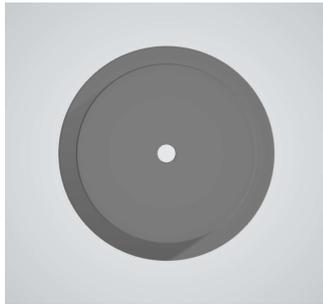


Figura 15. Bocín de acople vista posterior. Elaboración propia

Para cada contenedor se usa un acople macho y un hembra, y a los lados de estos se coloca una tapa guía. Los acoples, tanto el hembra (figura 13) como el macho (figura 15) son colocados a los lados del contenedor, el hembra se usa para acoplar el servo motor y el macho para dar soporte y estabilidad junto con las tapas guías.



Figura 16. Diseño de la rueda guía vista lateral. Elaboración propia

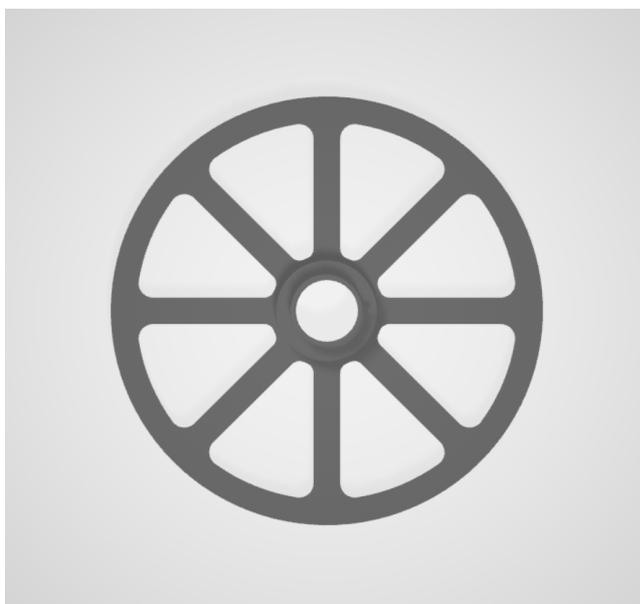


Figura 17. Diseño de la rueda guía vista frontal. Elaboración propia

Por último, se diseñó una tapa superior para proteger y aislar el contenido de los compartimientos, de esta manera de garantizar el estado de los medicamentos. La tapa va sujeta a un extremo con una varilla, lo cual le permite la movilidad de la misma para acceder a los contenedores para poner las pastillas en cada uno espacios. Esta pieza no se mueve junto con el contenedor, por lo que al momento de accionarse el servo motor se va poniendo al descubierto cada uno de los compartimientos, dado la apertura para que el medicamento sea suministrado. En la figura 18 se muestra el diseño de la tapa del dispensador.

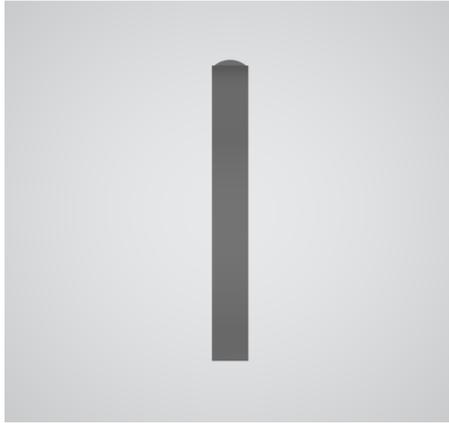


Figura 18. Diseño de la guía tapa del contenedor de pastillas vista frontal. Elaboración propia

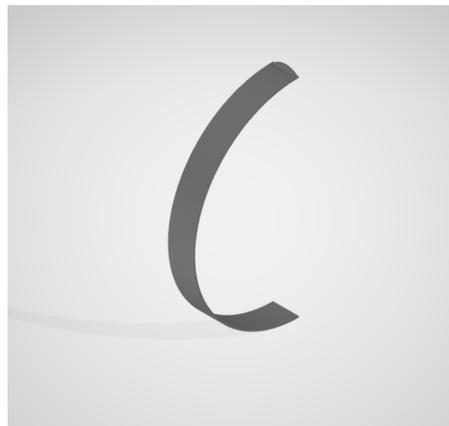


Figura 19. Diseño de la guía tapa del contenedor de pastillas. Elaboración propia

El resto del diseño solo consta de una caja para contener toda la electrónica, además de tener el soporte para colocar la pantalla táctil. Se usan cuatro de estos contenedores por lo cual el prototipo permitirá programar cuatro horarios con nueve tiempos cada uno.

2.3 CONSTRUCCIÓN DEL DISPENSADOR DE MEDICAMENTOS

El mecanismo mostrado en la sección anterior se construyó con ayuda de impresoras 3D. El material que se utilizó para la impresión fue filamento PLA de 1.75 debido a que este material es más utilizado en las impresiones 3D y su precio es accesible. En la figura 20, se muestra el prototipo final y como este va a quedar para la etapa de pruebas.

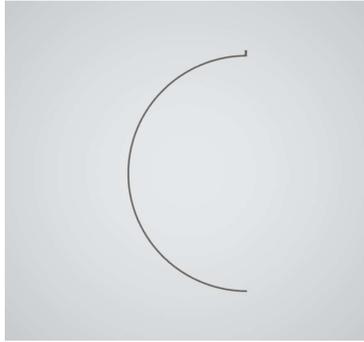


Figura 20. Prototipo montado para su programación. Elaboración propia

El control de los servos se realizó mediante el uso de un microcontrolador AVR, el cual también es usado para la comunicación entre con la interfaz del usuario, además que sea demás de controlar los motores es el encargado de mantener la comunicación con la interfaz del usuario y mandar las alarmas tanto auditivas como vibratorias. La máquina interactúa con el paciente por medio de una pantalla TFT touch la cual le permite programar los horarios para el suministro de la pastilla. La hora se mantiene mediante un módulo RTC.

A continuación, se da una descripción de cada uno de los dispositivos electrónicos que se utilizó para la construcción del prototipo dispensador de medicamentos.

2.3.1 MICROCONTROLADOR AVR

Los microcontroladores del tipo AVR, son fabricados por la empresa ATMEL, los cuales brindan beneficios de arquitectura RISC, así como una memoria flash que se puede reprogramar de forma eléctrica. Las principales competencias a este microcontrolador son las 8051 de Intel, la 68HC11 que fabrica Motorola y la PIC de Microchip. Sin embargo, el factor diferenciador que tienen los AVR radica en que tienen mayor número de registros (32) con un conjunto ortogonal de instrucciones, además, resulta más sencillo programar a nivel de lenguaje ensamblador (5). En cuanto a los registros, éstos disminuyen la dependencia con respecto a la memoria, de esta manera aumenta la velocidad y reduce la necesidad de almacenamiento de datos, y finalmente, la mayoría de instrucciones llegan a ejecutarse en 1 o 2 ciclos de reloj, a comparación de los 5 a 10 ciclos de reloj para los 8051, PIC, 6805 y 68HC11 [38].

Características técnicas Microcontrolador AVR Atmega2560	
Voltaje de operación	5v
Pines de entrada-salida digital	54, 15 pueden usarse como salidas PWM
Entradas analógicas	16 pines
DC corriente pin I/O	20mA
DC corriente pin 3.3v	50mA
Memoria flash	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Frecuencia de reloj	16MHz

Tabla 1. Características del microcontrolador AVR Implementado en el proyecto (5) (13) (14).

2.3.2 REAL TIME CLOCK

Un RTC, es aquel dispositivo que se encuentra ubicado en una placa base que trabaja de manera autónoma, que incluso suele tener su propia batería, la cual sigue funcionando a pesar de que el ordenador en donde trabaja se encuentre apagado. Su funcionamiento se da gracias a un oscilador de cuarzo, el cual presenta estabilidad y constancia en la oscilación, y de esta manera, de acuerdo con el número de oscilaciones, se puede conocer el tiempo transcurrido y así determinar una fecha y hora [39].

Un gran porcentaje de microcontroladores ya vienen con temporizador, el cual mide el tiempo transcurrido a partir del encendido del dispositivo. No obstante, siempre que se apaga el componente, éste regresa a cero, por lo que no se podría considerar como un Real Time Clock. Un RTC suele funcionar normalmente a 32,768 kHz y 215 pulsos por segundo. Por otra parte, antes de optar por un RTC, se debe tomar en consideración las siguientes características [40]:

- Tamaño y peso de acuerdo con el dispositivo en donde se va a acoplar.
- Cantidad de energía que necesaria en modo de espera.
- Encendido automático en determinados horarios.
- Batería interna del RTC
- Cristal interno del RTC

RTC DS3231

De acuerdo con García (2014), este módulo RTC DS3231 posee un circuito integrado, así como un regulador de tensión y cuenta con una batería de 3,6 V, principalmente. Su empleo en Arduino es muy extenso ya que emplea el protocolo I2C, de esta manera, se puede encontrar pines: SDA, VCC, SCL y GND. Su importancia radica, en que con él se puede llevar a cabo un registro del tiempo transcurrido en el microcontrolador y así se pueden realizar varias tareas como alarmas, sondas de registros de información, entre otros. De este modo, para poder utilizarlo en Arduino, se debe realizar las siguientes conexiones [41]:

Pin DS3231	Pin Arduino
SCL	A5
SDA	A4
VCC	+3,3v
GND	GND
32K	No conectar
SQW	No conectar

Tabla 2. Conexiones de RTC SD3231 con AVR.

2.3.3 SERVO MOTOR

Es un motor que posee un sistema de retroalimentación, en el cual, gracias a un controlador, es capaz de encontrar la posición en la que se ubica el eje y poder corregir en caso de que no se encontrase en la posición incorrecta. Gracias a esto, se puede corregir errores de posición en tiempo real, mejorando su precisión. Algunos servomotores de Micro llegan a conseguir una resolución de alrededor de 1'280,000 pulsos por vuelta. Otra de sus características es que puede preservar un torque constante hasta el 3,000 rpm, sin la necesidad de incorporar otros dispositivos, de acuerdo con la siguiente relación [42]:

$$T = I * a \quad (1)$$

En donde:

- T = torque (Nm)
- I = momento de inercia (Kg-m²)
- a = aceleración angular (rad/seg²)

Micro Servo Motor 9G

Un micro servo motor 9G SG90 tiene como características principales su bajo consumo de energía y su fuente de alimentación es la misma que el circuito de control, es decir, que se puede alimentar a través del PC con un puerto USB sin dificultad. En cuanto a su precio, es económico a comparación de otros. Trabaja sin inconvenientes con un alto porcentaje de tarjetas electrónicas de control con microcontroladores y de igual manera, con sistemas de radio control. Cuenta con un conector universal “S”, el cual se acopla en casi la totalidad de receptores de radio control como los:

- Hitec
- Futaba
- Cirrus
- JR
- GWS

Dentro de las características principales se tiene:

- Cable conector de 24,5 cm
- Micro Servo Tower-pro
- Ancho de pulso: 500 – 2400 μ s
- Ángulo de rotación: 180°
- Velocidad: 0,10 sec/60° @ 4,8V
- Temperatura de funcionamiento: -30°C ~ 60°C
- Voltaje de funcionamiento: 3,0 – 7,2V [43]

2.3.4 PANTALLA TOUCH

Una pantalla touch o pantalla táctil, es aquella que brinda la posición precisa en el punto en el que se ha presionado sobre la misma, de esta manera, cada una varía de acuerdo a su fabricación y fin. Una de las primeras pantallas táctiles emplearon rayos infrarrojos (IR) que se encontraban ubicados a la misma distancia sobre el lado izquierdo y superior de una pantalla transparente, y de manera correspondiente en la parte derecha e inferior se ubicaban detectores de rayos infrarrojos, de manera que al poner en contacto un dedo con la pantalla, el haz de IR horizontal y el vertical llegaban

a cortarse, de modo que se podían ubicar las coordenadas en el eje X e Y justo en el punto de presión [44].

Pantalla touch HMI NEXTION NX4827T043_011

La pantalla touch HMI NEXTION NX4827T043_011 brinda una interfaz de visualización y control entre un ser humano y una máquina o un proceso que ésta desarrolle, y cuenta con el cable de conexión y una tarjeta de prueba de fuente de alimentación, para que el usuario pueda comprobar que el suministro de energía sea el adecuado [45].

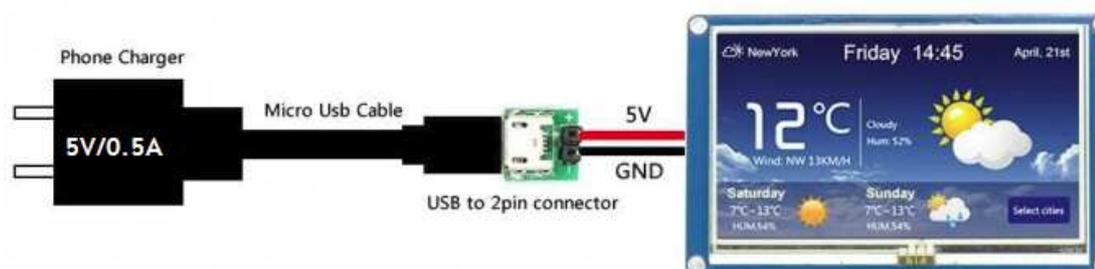


Figura 21. Componentes de la HMI NEXTION NX4827T043_011 [45].

Con referencia a las características que brinda la pantalla, se tiene:

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN
Color	64k 65536 colores
Tamaño del diseño	120 x 74 x 5
Área activa (AA)	105,50 mm x 67,20 mm
Área visual (VA)	95,04 mm x 53,86 mm
Resolución	480 x 272 píxeles
Tipo de toque	Resistador
Toques	> 1 millón
Iluminación	LED
Vida útil promedio	30,000 horas

Tabla 3. Características de pantalla touch HMI NEXTION NX4827T043_011.

2.4 PROGRAMACIÓN DEL DISPENSADOR DE MEDICAMENTOS

En la siguiente sección se describe la metodología propuesta para la elaboración del prototipo. Se indica acerca del diseño Dispositivo de Montaje Superficial (SMD) y sus periféricos externos. Inicialmente, se realizó un diseño de

interfaz Interacción Máquina Humano (HMI), con el fin programar el tiempo en el que el usuario debe de suministrar su medicamento, a través de su configuración gráfica en Nextion. Estos datos se guardarán en la memoria interna del microcontrolador. Para dispensar las pastillas, el usuario deberá interactuar directamente con el prototipo, de manera, que se pueda configurar la hora y la fecha en tiempo real de acuerdo a sus indicaciones médicas. Dichos datos, son enviados al microcontrolador AVR, el cual indica a los adaptadores el momento en el cual se va a descargar el medicamento, tal cual se indica en la siguiente figura:

2.4.1 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

El software Arduino es un elemento con el cual un ordenador puede sentir y controlar el mundo físico mediante un computador personal. Esta plataforma desarrolla la llamada physical computing (computación física) la cual es de código abierto, y básicamente consiste en una placa, la cual contiene un microcontrolador y un entorno para desarrollar programas para dicha placa. Dentro de sus funciones, puede desarrollar objetos interactivos, leer información de interruptores, sensores e incluso controlar luces, motores u otros elementos físicos. Una de las ventajas más importantes de este software, radica en que se puede trabajar en el de manera autónoma o mediante comunicación con un programa que se ejecute desde el ordenador [46].

Una vez descargado el sistema Arduino IDE en el ordenador, se conecta la placa Arduino a la PC mediante el cable USB y la pantalla se encenderá. Inmediatamente Windows iniciará de manera automática el proceso de instalación de los drives. En la parte de Tools, se elige la opción de Board y a continuación, Arduino UNO, en donde se podrá especificar el modelo de la placa y cuando ya se tenga desarrollado el programa se lo carga dando click en:

Dentro de las funciones básicas se tiene:

- E/S Digitales. - El cual, si es un pinMode, sirve para configurar un pin específico para que actúe como entrada o salida. En cambio, si es un digital Write, éste puede asignar el valor HIGH (%V) o LOW (0V) a un pin digital. Y si se tiene un digitalRead, se puede leer valores de un pin digital específico, HIGH o LOW

- E/S analógicas. - Si es un analogRead, se puede leer un valor de tensión en un pin analógico específico. En el caso de una analogWrite, se puede escribir un valor analógico (PWM) en un pin, y se puede usar como controlador de luminosidad de un LED o incluso la velocidad de un motor.
- Comunicación serie.- se emplea como conexión entre la placa y otro dispositivo [46].

2.4.2 SISTEMA DE ALARMAS

Los sistemas de alarmas son eficaces para varias aplicaciones, desde un recordatorio para realizar una actividad hasta el cuidado de hogares y están compuestos generalmente por un panel de control, sensores, iluminación especial e incluso pastillas vibratorias. Si bien es cierto que no evitan inconvenientes, tienen la capacidad de advertir de manera que el usuario pueda responder de manera rápida ante la situación que la alarma lo notifique. En la actualidad, se pueden encontrar sistemas de alarmas automatizados que incluso se pueden controlar a distancia con la finalidad de advertir o recordar un asunto [44].

2.4.2.1 ALARMAS AUDITIVAS

Un sistema de alarma auditivo de acuerdo a Quintana (2012) consiste en que una vez programado las condiciones necesarias para que se active la alarma, esta estimule auditivamente al usuario o grupo de usuarios para advertir de que está sucediendo un fenómeno o les recuerda que deben ejecutar alguna tarea específica, y en caso de ser necesario, reenvía hasta recibir una confirmación de que se ha recibido el mensaje como indica la siguiente ilustración [47]:

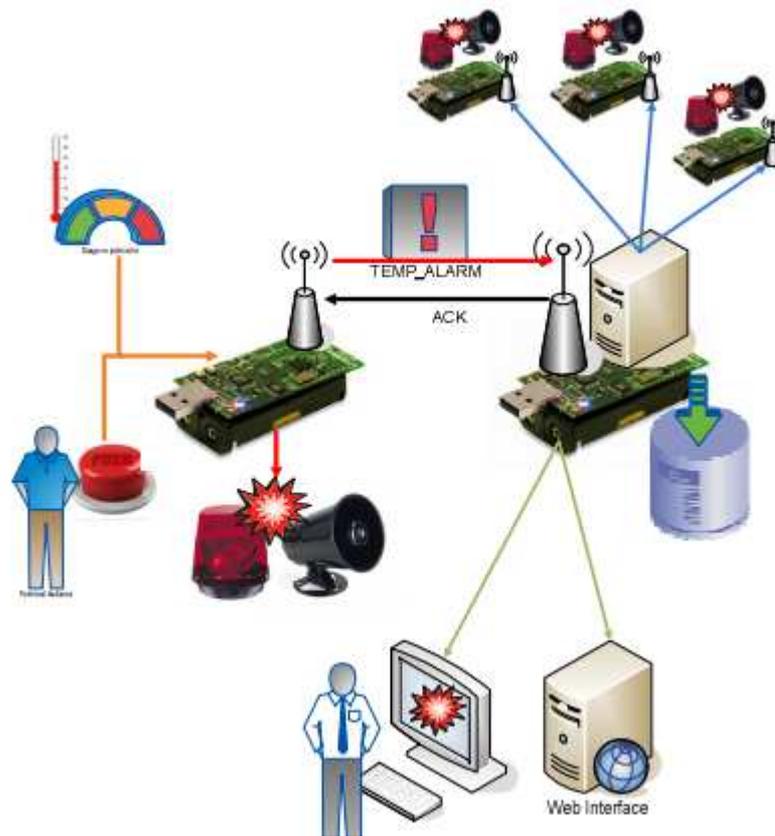


Figura 22. Sistema de alarma auditiva [47].

Buzzer

Un buzzer es un dispositivo pequeño que es capaz de añadir funciones de sonidos a varios proyectos y sistemas. Consta de 2 pines diminutos y compactos, de manera que resulta fácil su empleo en placas de prueba, de perfilado e incluso en las PCB, por lo que se emplea habitualmente en aplicaciones electrónicas. En el mercado existen dos variedades de buzzer, el primero, que simplemente trabaja con un sonido específico (Beeeeep), y el segundo, que es prefabricado que emite otro tipo de sonido entrecortado debido a las oscilaciones internas presentes. Recurrentemente se suele emplear una fuente de alimentación desde los 4V hasta los 9V o incluso una batería de 9V [48].

2.4.2.2 ALARMAS VIBRATORIAS

Los sistemas de alarmas vibratorios son aquellos que alertan al usuario a través del envío de señales vibratorias continuas o intermitentes y así evitar o complementar el empleo de alarmas auditivas o visuales. Por ejemplo, en el caso de celulares, cuando se activa una alarma vibratoria, ésta no se apaga hasta que la persona

la desactive manualmente. Estas vibraciones pueden ser modificadas, programándolas a gusto del usuario final [49].

Motor vibratorio

Un motor vibratorio o también llamado estimulador vibro-táctil, es aquel elemento que puede generar oscilaciones sostenidas para la ejecución de sensaciones táctiles complejas. Estos micromotores, suelen trabajar a una frecuencia de 250 – 300 Hz, con una vibración que bordea los 275 Hz, en cuanto a voltaje, suelen trabajar a 3,3 V con un consumo de corriente de 0,1 A [50].

2.4.3 MÓDULOS SIM800L

El SIM800L módulo GSM/GPRS permite agregar funcionalidades avanzadas de comunicación a través de la red celular y su configuración es a través de comandos AT, esta configuración se realiza mediante el entorno de desarrollo Arduino, el cual nos permite acceder a estos comandos y por ende configurar las características del módulo GSM/GPRS.



Figura 23. Módulo SIM800L encendido. Elaboración propia

En la siguiente tabla se especifica las características técnicas del módulo Sim800L

Características técnicas Módulo SIM800L	
Voltaje	5 V ~ 10 V
GSM de cuádruple banda	850/900/1800/1900 MHz
Velocidad de transmisión	9600 bps
Dimensión PCBA	37 * 37 mm
Temperatura de trabajo	-40° a 85 C
Peso	1.3 gramos

Tabla 4. Características técnicas del módulo sim800L.

Diagrama de flujo

El microcontrolador AVR controla los botones de la pantalla Nextion y actualiza el RTC y posteriormente se sincroniza con la hora programada por el usuario para descargar la pastilla por medio de los actuadores.

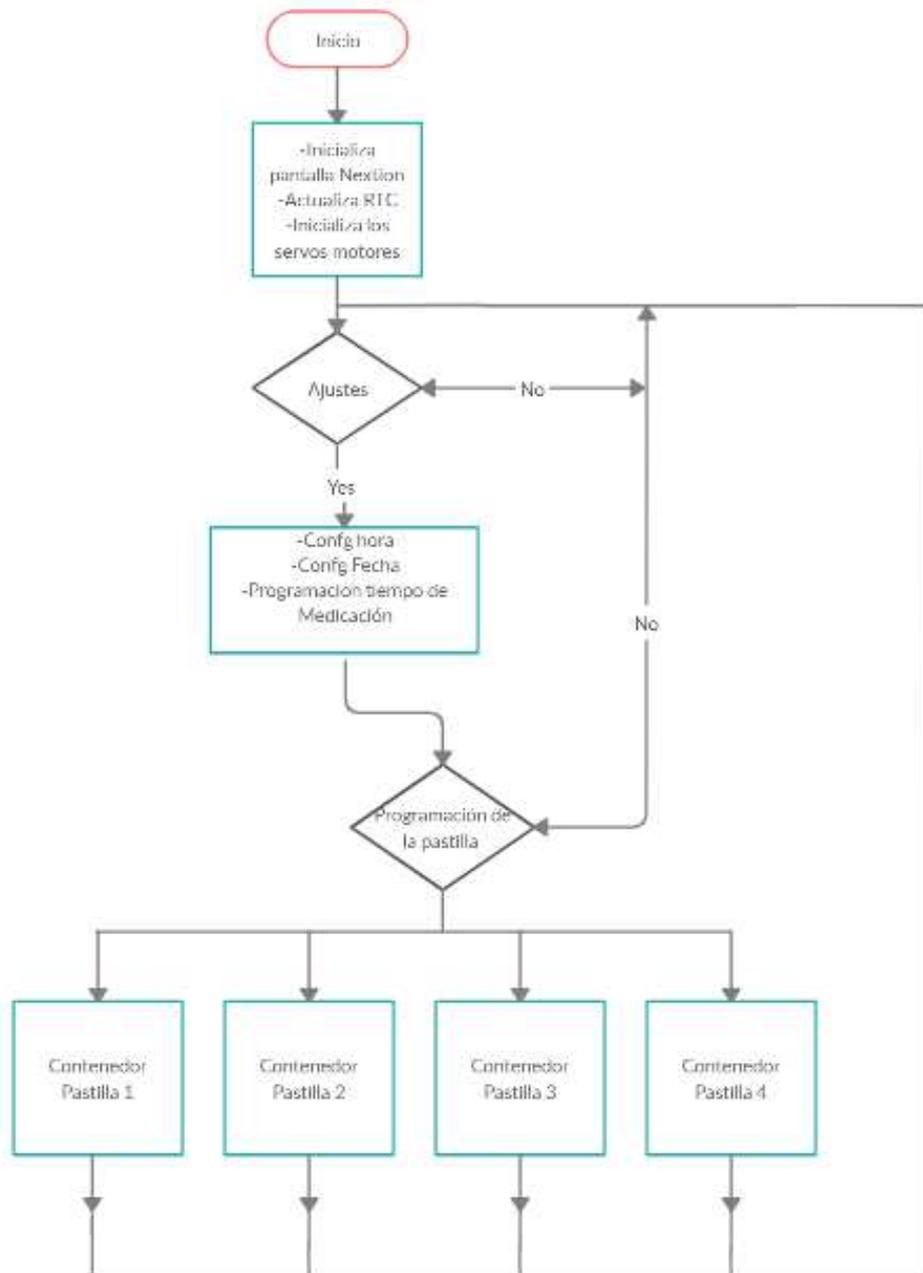


Figura 24. Diagrama de flujo del código en Microcontrolador AVR. Elaboración propia.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 PRUEBAS REALIZADAS EN ADULTOS MAYORES

Como punto de partida hemos realizado un estudio referente a las personas consideradas como adultos mayores, enfermedades, dispositivos, hardware y software que nos permitan desarrollar un prototipo de acorde a las necesidades de este número grupo de personas. El usuario final es el que obtiene el producto y es quien le dará uso frecuentemente con relación a su enfermedad y su tratamiento previamente indicado por el Médico. Es posible considerar un usuario frecuente a la persona que toma pastillas diariamente y en más de una ocasión. Se aspira resolver sus problemas y necesidades mediante el uso de manera voluntaria o asistida en el caso de que algún familiar o persona decida colaborar a lo largo del tratamiento. El cliente puede ser cualquier persona que beba pastillas frecuentemente, sin importar la enfermedad que padezca, pero el objetivo en el que se centra este trabajo se divide en los siguientes:

3.1.1 PERSONAS DE LA TERCERA EDAD



Figura 25. Persona adulta mayor de 78 años de edad. Elaboración propia

Este gran número de personas requieren de una u otra manera satisfacer la falta de memoria para tomar correctamente la medicación de acorde al tratamiento. La manera de hacerlo debe de ser fácil e intuitiva de usar, debido a que presentan dificultades para adaptarse a grandes cambios. Este grupo de personas tiene la necesidad de comunicarse y relacionarse de la manera más sencilla, además, requieren de un entorno cómodo en donde se sientan libres sin obstáculos innecesarios, sin perder de vista sus debilidades. Finalmente requieren personalización, cada persona representa un caso diferente y en la mayor parte del tiempo debemos ajustarnos a sus necesidades, sin olvidar su capacidades y fortalezas que presentan a la hora de afrontar una ENT. Si pasan mucho tiempo solos requieren de un método atractivo y novedoso que les llame la atención, como por ejemplo una alarma, luces de colores que indique de forma visual y auditiva que pastilla debe tomar a una hora exacta.

3.1.2 PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL:

En cuanto a este grupo de personas llevan consigo una limitación parcial o total de la función visual. Esto se ve afectado de manera muy severa en el desarrollo de las actividades cotidiana, por ende, se ven en la necesidad de desarrollar otros sentidos como son el tacto o el oído que a su vez se convierten es su en una herramienta indispensable en las labores cotidianas ya sean dentro o fuera de casa. Por lo tanto, la solución deberá presentar un sistema alarma auditiva para desarrollar estos sentidos y que no se dependa tanto del sentido de la vista o de un encargado.

3.1.3 PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA:

En este grupo de personas como el ya antes mencionado se refiere una carencia total o parcial de uno de los cinco sentidos, en este caso el oído. Por lo tanto, el sistema de comunicación entre el usuario y el dispositivo no permite llevar a cabo solamente un sistema auditivo, en este caso se debería considerar un dispositivo con lenguaje de señas adicional a esto un sistema de envió de SMS al usuario final, considerando la vibración del móvil como indicador.

3.1.4 PERSONAS CON PROBLEMAS COGNITIVOS:

En este grupo de personas aparece una limitación en el transcurso de aprendizaje, es decir el proceso de adquisición de información y ejecución es lenta e incompleta de las habilidades cognitivas. Por lo tanto, el dispositivo debe adaptarse al

usuario para ser lo más sencilla e intuitiva posible, de manera que no genere incomodidad en la persona.

Para resolver el problema planteado hay que tomar en cuenta distintos conocimientos de carácter polifacético aplicado para que el trabajo, sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades, limitaciones y entorno de este grupo de personas, en busca de seguridad y bienestar. Mediante un examen denominado ergonómico, podemos tener un enfoque más preciso de la persona y sus limitaciones en el aprendizaje.

3.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

3.2.1 FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA TOUCH NEXTION

En la pantalla se visualiza la hora y fecha en tiempo real. La pantalla de inicio consta de un botón “Ajustes” que ayuda al usuario a configurar el RTC, fecha y la programación de las horas en las que se descarga la pastilla.



Figura 26. Funcionamiento de la pantalla Nextion. Elaboración propia

3.2.2 PROGRAMACION DEL TIEMPO DE MEDICACION

En la pantalla tenemos cuatro interfaces que nos permite sincronizar cuatro tipos de pastillas, eligiendo una de ellas programamos una hora exacta para la descarga de la pastilla

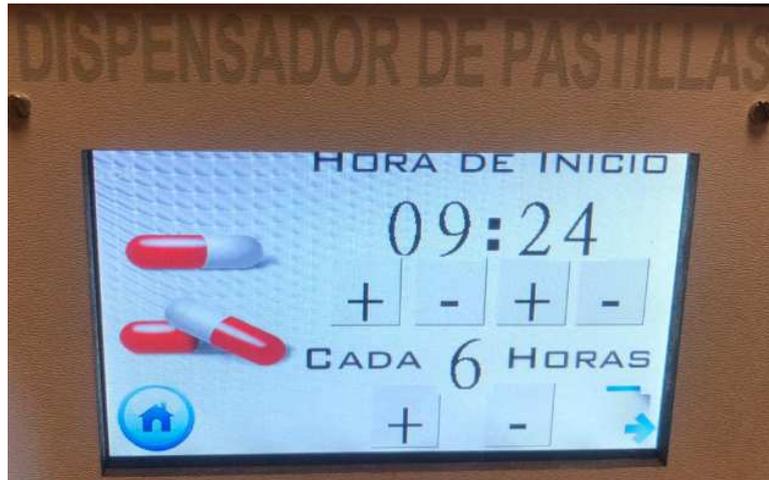


Figura 27. Programación de la hora de medicación con una frecuencia de 6 horas. Elaboración propia

Con el botón ubicado en el lado inferior derecho guardamos ese dato que enviamos al microcontrolador para luego hacer la comparación y tener la respectiva sincronización con el RTC.

En la hora exacta de descarga se encenderá un led y un sistema de alarma indicando que deberá ingerir la pastilla como se indica a continuación



Figura 28. Dispensando la pastilla en la hora programada. Elaboración propia

Posteriormente por medio de un módulo SIM800L sincronizado con la pantalla Nextion se enviará un mensaje de texto a una velocidad de 9600 bps indicando que el usuario ingirió la pastilla.



Figura 29. Mensaje de texto. Elaboración propia

3.3 DETALLES TECNICOS

El módulo GSM/GPRS a utilizar fue el SIM800L debido a que es un dispositivo versátil al momento de comunicarse en la red celular ya que no necesita de internet para transmitir datos, lo hace a través de mensajes y llamadas de texto, se acopla fácilmente con dispositivos Android, microcontroladores como Arduino, entre otros.

El módulo MP3 a utilizar fue el DFPlayer Mini, adquirido por ser un reproductor de audio de bajo coste, siendo un reproductor de audio completo con la desventaja que el microcontrolador Arduino no tiene un procesador potente para reproducir un archivo comprimido como un MP3.

En la pantalla Nextion se realizó el diseño gráfico del sistema y fue la mejor solución para reemplazar las LCD tradicional ya que dispone de un software específico para el diseño. La pantalla consume una corriente de 250 mA con un voltaje de operación de 4.49 V como se muestra en la figura 29 y 28 siendo eficaz para el prototipo.

Cada servomotor consume 0.335 A, debido a que son cuatro actuadores, el sistema a carga máxima consume 1.59 A.



Figura 30. Consumo de corriente de la pantalla Nextion.



Figura 31. Voltaje de operación de la pantalla Nextion.

Los principales aspectos ergonómicos se detallan a continuación.

Accesibilidad del producto:

Las recargas de pastillas se realizan sin necesidad de fuerza que afecten el esfuerzo físico del paciente, debe ser de fácil acceso. Por otro lado, se debe evitar la posibilidad de que el usuario tenga contacto con los elementos principales y pueda ocasionar una alteración o daño en el dispositivo. Por lo cual, se debe establecer un sistema en donde el usuario al momento de realizar la recarga de medicamentos sea segura y adecuada, evitando el contacto con los elementos del dispositivo previniendo a su vez un daño en el mismo.

Fácil personalización:

La estructura electrónica y visual del prototipo tiene que adaptarse a los conocimientos del paciente. Se considera que el responsable encargado del paciente no dispone de conocimientos del prototipo y de su estructura interna, esto podría

generar inconvenientes al momento de usar el dispositivo, para ello debe ser de fácil manipulación e interacción con el usuario.

Fácil reconocimiento de los errores:

El proceso de carga o reemplazo de la batería tiene que ser una tarea sencilla y rápida, como la mayoría de aparatos electrónicos utilizados en el hogar. El proceso de desgaste de la vida útil de la batería debe ser monitoreado, así como cualquier error en el proceso de obtención de pastillas se tiene que informar inmediatamente, evitando de esta manera complicaciones en el funcionamiento y suministro de medicamentos.

□ Fácil obtención de las pastillas en cada toma:

De acuerdo a la condición y limitación física de este grupo de personas se desea obtener un producto donde el acceso a los medicamentos se adapte a su estilo de vida, a su entorno. Las limitaciones físicas y motrices generan pérdida de funcionalidad en las extremidades tanto superiores como inferiores, por lo tanto, para compensar estas limitaciones se consumen fármacos con mayor frecuencia y los efectos secundarios pueden afectar la capacidad motora y los sentidos generando un punto débil las condiciones de la persona, debido a que el proceso de obtención de las pastillas puede ser limitado y en base a esto se elaboró un diseño de fácil obtención de los medicamentos.

Los movimientos que debe realizar la persona para obtener la o las pastillas deben de ser mínimos, es decir movimientos naturales del cuerpo, evitando de sobre manera realizar posturas complicadas e innecesarias, como podrían ser el hecho de agacharse o estirarse de manera exagerada. El aviso y la visualización al momento de dispensar un medicamento se tienen que ajustar a las limitaciones visuales y sonoras según sea el caso, así como de la gente con las diferentes discapacidades sensoriales. Además de ser fácil de interpretar. El proceso de obtención de las pastillas debe ser optimizado y actualizado frecuentemente, minimizando el error de confusión o a equivocación al momento de entregar una pastilla.

Finalmente se necesita que la interacción entre la persona y el dispositivo sea fluida y sencilla para reducir confusiones, errores y daños, además, se considera que el prototipo de manera física sea agradable para los ojos del usuario al mismo tiempo que se consiga su integración dentro de la decoración de la casa.

3.4 ENCUESTAS REALIZADAS

Mediante la herramienta formularios de google, se procede a realizar una encuesta con el fin de obtener información acerca de la situación contractual de las personas de la tercera edad, que enfermedades padecen, que tan frecuente toman medicamentos y que tanto utilizan la tecnología en su vida cotidiana. Para ello se formuló una serie de preguntas que nos brinden dicha información, en el anexo 4 se adjunta el modelo de encuesta.

3.3.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Pregunta 1: ¿Es Ud. un adulto mayor o en su hogar reside un adulto mayor?

La encuesta está dirigida a personas de la tercera edad o adultos mayores, por ende, el obtenemos un 100% de aceptación en la pregunta número uno, tal como se indica en la figura 4.1.

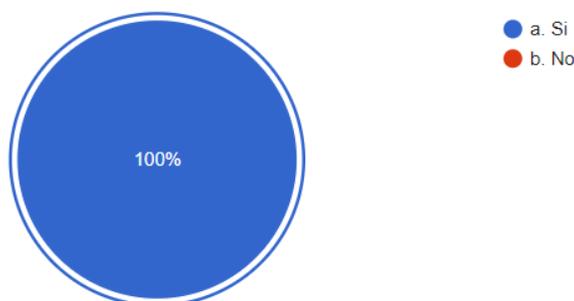


Figura 32. diagrama de pastel pregunta 1.

Pregunta 2: ¿Qué edad tiene actualmente?

La pregunta numero 2 hace referencia a la edad de las personas y de esta manera poder segmentar o agrupar a los adultos mayores, obtenemos un 66% de la muestra total entre la edad de 65 – 75 años que pueden hacer uso del prototipo sin dificultad, representando el grupo más numeroso seguido por un 23% que necesitan ayuda para la manipulación del equipo y está entre la edad de 75 – 85 años, teniendo en cuenta que no por ser minoría dejan de ser importantes al momento validar el prototipo.

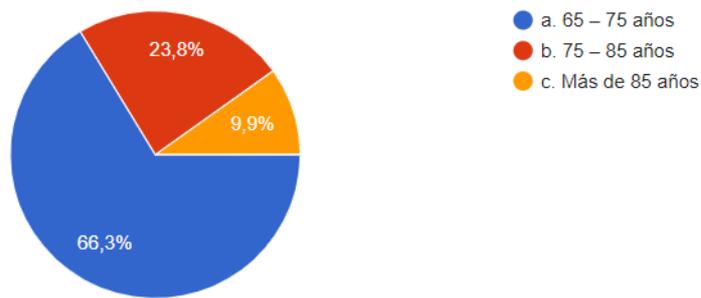


Figura 33. diagrama de pastel pregunta 2.

Pregunta 3: ¿Posee alguno de los siguientes equipos tecnológicos en su domicilio?

En este punto se obtiene información importante referente a uso de la tecnología en el lugar de residencia del adulto mayor, nos brinda una perspectiva de la relación tecnología – persona, obteniendo un 78% de personas que utilizan un smarphone, seguido de un 70% con respecto a Smarttv, lo que indica que el adulto mayor hoy en día está ampliamente relacionado con la tecnología y la implementación del prototipo sería aceptada en sus hogares.

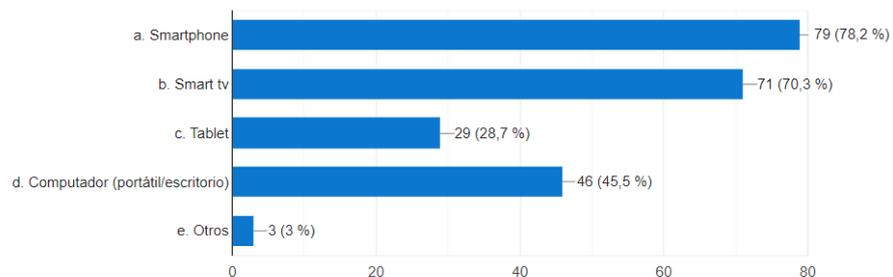


Figura 34. diagrama de pastel pregunta 3.

Pregunta 4: ¿Con que frecuencia utiliza estos equipos?

Analizando los resultados podemos decir que un 57% (diario) y un 28% (ocasional) de los adultos mayores está en contacto frecuente con la tecnología, es decir no presentan desconocimiento o temor a usarla y la interacción con el prototipo propuesto se podría dar sin ningún inconveniente. Por otro lado, para llegar al adulto mayor con

menos uso de la tecnología 2%, se debe implementar el desarrollo de una interfaz intuitiva y sencilla, con el fin de eliminar las barreras entre el prototipo y el usuario, brindando seguridad y confort al momento de utilizar el dispositivo.

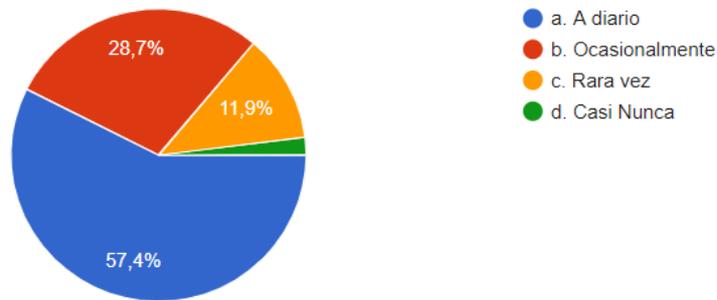


Figura 35. diagrama de pastel pregunta 4.

Pregunta 5: ¿Se le dificulta el uso de estos equipos?

La mayor dificultad que pueda presentarse es el tamaño de la pantalla, donde interactúa directamente el adulto mayor, el encargado del adulto mayor y el prototipo, ocasionado por problemas de visión o problemas de motricidad al momento de ajustar el funcionamiento conforme el tratamiento de cada persona. Sin embargo, se obtiene un porcentaje aceptable de un 56% de personas que no se les dificulta el uso de otros dispositivos electrónicos, debido a que en sus hogares o en su entorno se encuentran constantemente en uso de los mismos.

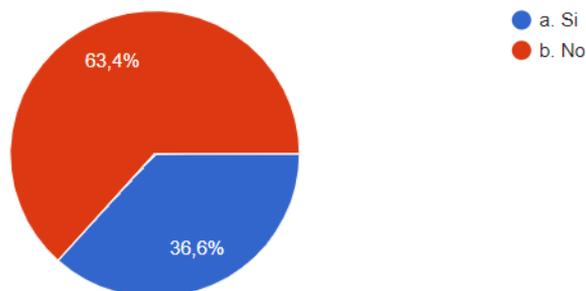


Figura 36. diagrama de pastel pregunta 5.

Pregunta 6: ¿Presenta problemas de salud?

Cabe destacar que la pregunta va enfocada a las enfermedades no transmisibles, sin menos preciar o desvalorizar a los adultos mayores que padecen otro tipo de enfermedades. Obtenemos un 89% de la muestra que se encuentran dentro de nuestro campo de acción.

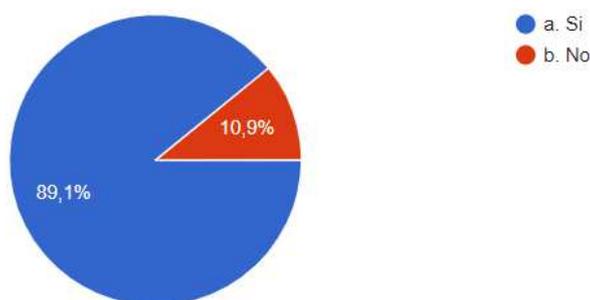


Figura 37. diagrama de pastel pregunta 6.

Pregunta 7: ¿Padece alguna de estas enfermedades? (Puede seleccionar varias opciones)

Las principales ENT que padecen los adultos mayores hacen referencia a problemas cardiovasculares como por ejemplo la hipertensión con un 45%, seguido por dolores de cabeza ocasionados por la migraña con un 61%, diabetes con un 19%, nos enfocaríamos en las primeras enfermedades debido a que su tratamiento de basa en consumo de pastillas frecuentemente y el prototipo estaría en funcionamiento constantemente.

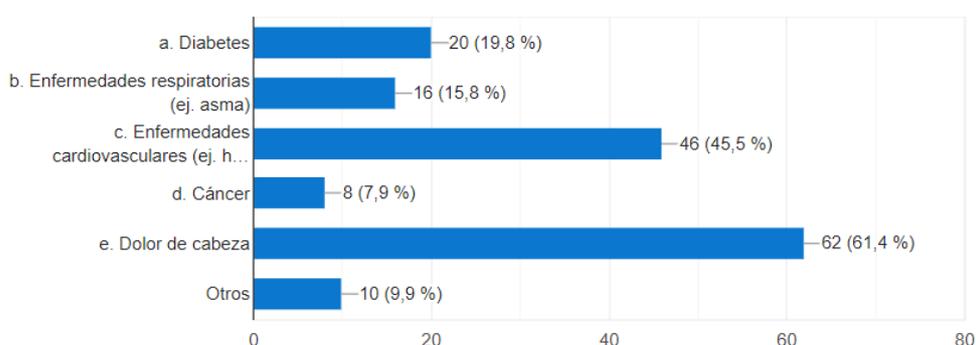


Figura 38. diagrama de pastel pregunta 7.

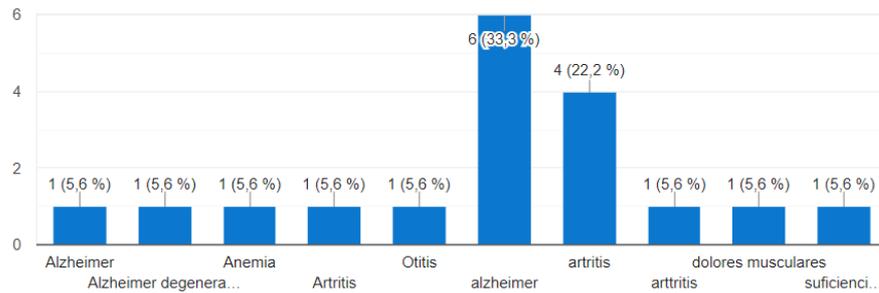


Figura 39. diagrama de pastel pregunta 7 otras enfermedades.

Pregunta 8: ¿Toma medicamentos frecuentemente?

Podría resultar una pregunta sin sentido alguno, sin embargo el objetivo es obtener información acerca de la persona, y su tratamiento debido a que no en todos los casos el adulto mayor tiene la facilidades de acceder a la medicación ya sea por factores económicos, sociales y culturales. Obtenemos que la mayoría representados por un 92% de nuestra muestra toma medicamentos frecuentemente.

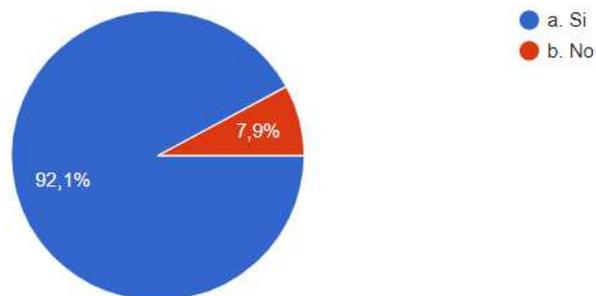


Figura 40. diagrama de pastel pregunta 8.

Pregunta 9: ¿Toma medicación en forma de?

Existen diversos tipos de medicamentos en el mercado, los mismo que pueden ser consumidos por los adultos mayores, en nuestro caso nos centraremos únicamente en el grupo de personas que ingieran pastillas para su tratamiento, es decir nos enfocaríamos en el 90% de la muestra total.

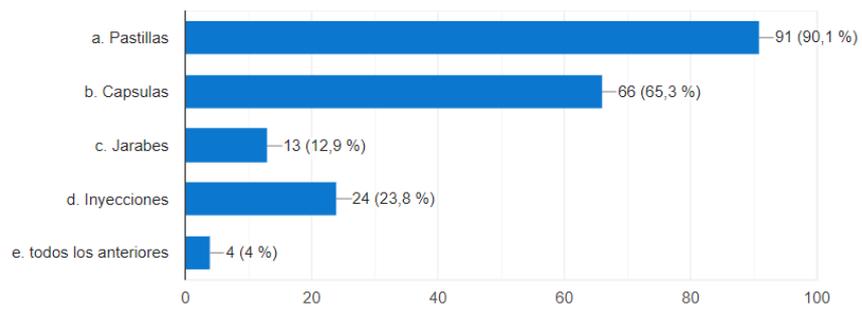


Figura 41. diagrama de pastel pregunta 9.

Pregunta 10: ¿Cuántas pastillas o capsulas toma por día?

Una pregunta de gran importancia, nos indica un parámetro clave para el funcionamiento y el ajuste del prototipo según el adulto mayor, el prototipo propuesto consta de 4 contenedores es decir podría albergar hasta 4 diferentes tipos de pastillas encajando perfectamente dentro del grupo de personas que ingieren entre 3 y 5 pastillas al día.

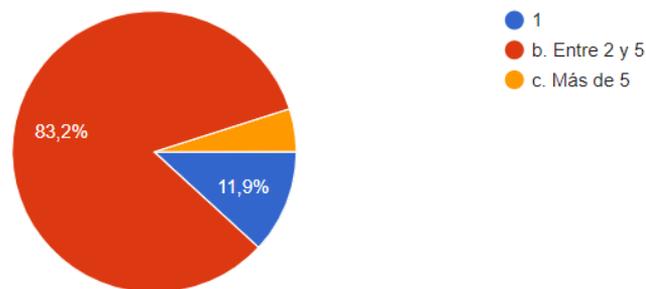


Figura 42. diagrama de pastel pregunta 10.

Pregunta 11: ¿Cuándo toma la medicación?

En la presente pregunta el resultado indica que el 45.5% de las personas suministran su medicamento durante las comidas debido a que la mayoría de pastillas son extremadamente fuertes y es necesario mantener el estómago lleno para que no exista

ningún otro efecto. El 30.7% lo hacen antes de las comidas debido a la receta médica y el 23.8% lo hace sin relación a las comidas.

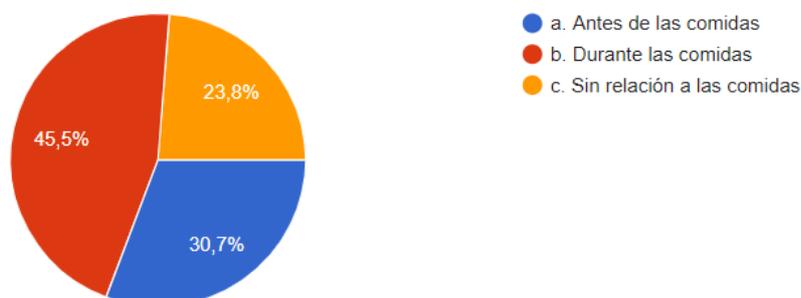


Figura 43. diagrama de pastel pregunta 11.

Pregunta 12: ¿Toma la medicación siempre a la misma hora?

En la mayoría de tratamientos el medico emite una receta con indicaciones claras y concisas referente al horario en el cual el adulto mayor debe ingerir los medicamentos, no antes ni después, por ejemplo, cada 8 horas cada 12 horas estos parámetros son fundamentales al momento de ajustar el prototipo para cada usuario, ajustándose perfectamente al resultado obtenido del 76% que no toman a una misma hora y se solucionaría mediante la configuración en la pantalla de las horas exactas de medicación.

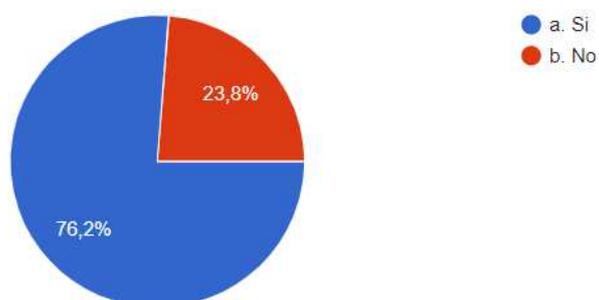


Figura 44. diagrama de pastel pregunta 12.

Pregunta 13: ¿Olvida tomar sus medicamentos?

Un 79% olvida tomar sus medicamentos y no por descuido, sino más bien por consecuencias de la enfermedad que padece, sin embargo el prototipo cuenta con un sistema que garantiza que el adulto mayor ingiera su medicamento, cuenta con un sistema de alarma auditivo que indica que pastilla debe tomar y al hora exacta, la misma dejara de sonar mientras no se retire la pastilla del contenedor.

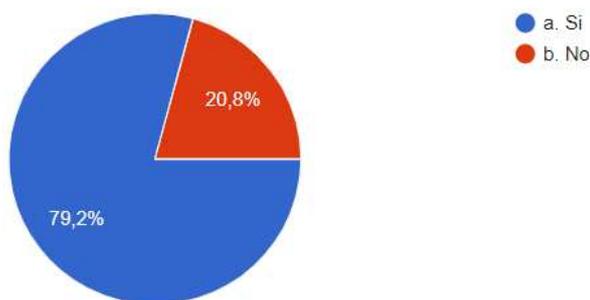


Figura 45. diagrama de pastel pregunta 13.

Pregunta 14: ¿Considera necesario el uso de la tecnología para evitar olvidar tomar los medicamentos?

Esta pregunta tiene como objetivo entender y comprender al adulto mayor sobre la aceptación de la tecnología en temas de salud, brindando una opción para llevar un mejor estilo de vida sin a lo largo de su tratamiento. En donde el 92% de las personas indican que es necesario la implementación de la tecnología en el ámbito de la salud.

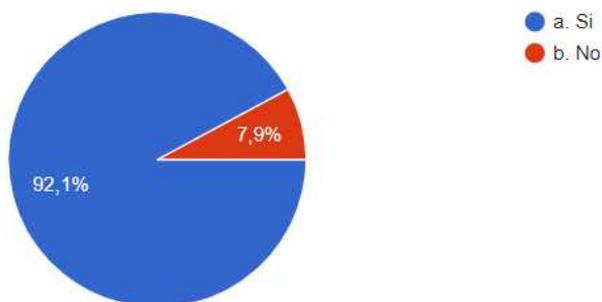


Figura 46. diagrama de pastel pregunta 14.

Pregunta 15: ¿Considera necesario el uso de un dispensador de medicamentos en casa, que suministre los medicamentos necesarios en las horas indicadas?

Efectivamente la mayoría de personas adultas mayores prefieren tener lo que se conoce como Tecnología asistida en sus hogares para el bienestar de su salud y ser un poco mas independientes al momento de dosificar el medicamento. El 5% no considera el uso del prototipo debido a sus altos costos.

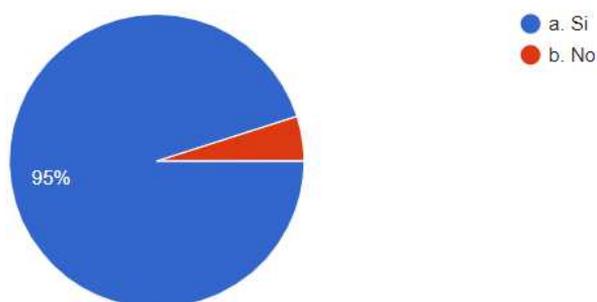


Figura 47. diagrama de pastel pregunta 15.

Pregunta 16: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un dispensador de medicamentos que brinde las comodidades para evitar olvidar tomar los medicamentos?

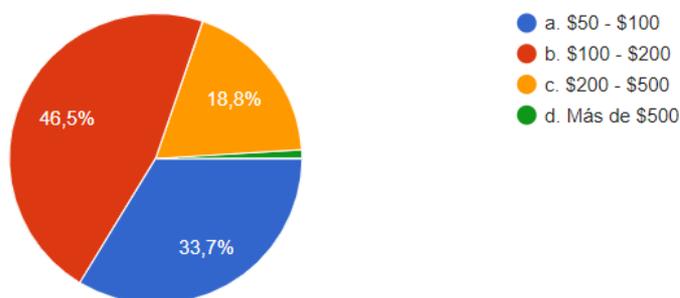


Figura 48. diagrama de pastel pregunta 16.

Al finalizar la encuesta y mediante la ayuda de diagramas podemos visualizar cada una de las respuestas en donde obtenemos información valiosa por ejemplo de 101 muestras el 89% presenta problemas de salud, el 92% toma medicamentos frecuentemente, el 63% maneja equipos tecnológicos y los datos de mayor interés referente al tema propuesto indican que el 92% muestran interés en la tecnología incluida en el ámbito de la salud, mientras que el 95% indican que el prototipo dispensador de medicamentos en forma de pastillas sería de gran ayuda en los hogares,

evitando complicaciones en la salud por motivo de olvido al momento de tomar medicamentos en horarios prescritos por el profesional médico.

En cuanto al precio podemos decir que un 46% está de acuerdo en pagar hasta \$200 por un dispensador de medicamento, no muy atrás con un 33% indican que pagarían hasta \$100 por el dispensador, donde podemos observar que el precio representa un factor decisivo al momento de adquirir un equipo tecnológico con estas características, lo cual representa una desventaja si se llegara a producir para la venta.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se propuso el diseño e implementación de un prototipo de maquina dispensadora en forma de pastillas para facilitar el suministro de los medicamentos y en parte mejorar la calidad de vida, se elaboró un diseño mecánico apropiado para dispensar cada medicamento de manera correcta evitando la manipulación del prototipo por parte del usuario final. La pantalla es amigable para el usuario con una buena visibilidad para el adulto mayor o la persona más cercana él, similar al uso de un teléfono móvil, en donde el 78% de las personas están familiarizados con esta tecnología.

El prototipo diseñado cumple un 85% con las necesidades de las personas que padecen de ENT, donde las principales ventajas son variedad de pastillas, consta de 4 contenedores, en decir se pueden ingresar 4 diferentes medicamentos en caso de ser necesario, además despacha las nueve pastillas que guarda cada contenedor en el tiempo de medicación exacto que el usuario programó y a su vez emite una alarma con audios pregrabados del tipo de pastilla indicando que debe ingerir la pastilla, el mismo que permanece en reproducción mientras no se retire en envase con la pastilla.

Como plus se agregó un módulo GSM, el mismo que cumple la función de enviar un mensaje de texto al dispositivo móvil de la persona más cercana al adulto mayor con el fin de asegurarse que el paciente ingirió la pastilla a tiempo y llevar un seguimiento del tratamiento y suministro adecuado de los medicamentos.

Este prototipo en su primera versión no es portable por dos aspectos importantes, primero el tamaño, resulta incómodo tener que llevar un dispositivo de ese tamaño y en segundo lugar no posee una batería de gran capacidad, por lo que necesita permanecer en un lugar fijo para su uso. Adicional a esto las pruebas de validación del prototipo fueron realizadas con medicamento sin su blíster (envase o embalaje que se utiliza para almacenar diferentes medicamentos en forma de pastillas o capsulas), lo cual provocaría que le medicamento pierda sus componentes químicos o actúe con un menor grado de efectividad, es decir dañando al medicamento, todo esto debido a factores como el calor, el aire, la luz y la humedad. Por lo que se

recomienda realizar un nuevo diseño de los contenedores adoptando las medidas de los diferentes medicamentos con su blíster garantizando el correcto uso de los mismos y manteniendo el efecto adecuado del fármaco en el paciente.

Se recomienda a futuro adaptarle un tipo de batería o un banco de baterías que abastezca por un largo periodo al dispositivo, a su vez se puede implementar un monitoreo en tiempo real mediante una aplicación móvil o mediante una página web, en donde se puede almacenar datos y tener un historial del adulto mayor, referente al consumo de medicamentos y los avances en su tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Situación de las enfermedades crónicas no transmisibles en Ecuador*. **OPS/OMS**. 32, 2014, Revista informativa, págs. 14-28.
2. **Organización Mundial de la Salud OMS**. Las 10 principales causas de defunción. [En línea] 24 de mayo de 2018. [Citado el: 10 de junio de 2019.] https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death?fbclid=IwAR0OepFI0Ma1P_f726euWa6neMjK0qFwsG-sQk6bQVa-v76fLXycg4kocLM.
3. *Smart Medicine Dispenser (SMD)*. **Antoun, Wissam, y otros**. 2018, IEEE 4th Middle East Conference on Biomedical Engineering (MECBME), págs. 20-23.
4. *Smart Medicine Dispenser*. **Jabeena, A y Kumar, Shivam**. 2018, International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT), págs. 410-414.
5. *Pill dispenser with alarm via smart phone notification*. **Othman, Nurmiza y Ek, Ong**. 2015, IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics, págs. 1-2.
6. *Weekly electronic pills dispenser with circular containers*. **Färçaş, C, y otros**. 2015, IEEE 21st International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), págs. 125-129.
7. *A framework for low cost automatic pill dispensing unit for medication management*. **Mugisha, Gift, Uzoka, Faith-Michael y Nwafor-Okoli, Chinyere**. 2017, IEEE: IST-Africa Week Conference (IST-Africa), págs. 1-10.
8. *The autonomous pill dispenser: Mechanizing the delivery of tablet medication*. **Chawla, Shaantam**. 2016, IEEE 7th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON), págs. 1-4.
9. **Amazon**. Saiko - Pastillero. [En línea] 9 de Julio de 2018. [Citado el: 20 de Septiembre de 2019.] <https://www.amazon.es/Saiko-organizador-dispensador-almacenamiento-mediaplanner/dp/B07FB2KB7C>.

10. —. Pastillero de 7 días. [En línea] 5 de Septiembre de 2019. [Citado el: 20 de Septiembre de 2019.] <https://www.amazon.com/Pastillero-recordatorio-organizador-desmontable-suplementos/dp/B07Q9JSHMP>.
11. —. Dispensador de pastillas automático de Ivation. [En línea] 4 de Diciembre de 2013. [Citado el: 20 de Septiembre de 2019.] <https://www.amazon.es/Dispensador-autom%C3%A1tico-Recordatorio-electr%C3%B3nico-parpadeante/dp/B00H3R98VU>.
12. —. TabTime Medelert CII Dispensador de pastillas electrónico. [En línea] 8 de Febrero de 2016. [Citado el: 20 de Septiembre de 2019.] <https://www.amazon.es/TabTime-Medelert-CII-Dispensador-medicamentos/dp/B00QMCS06Q>.
13. **Organización Mundial de la Salud OMS**. Enfermedades no transmisibles. [En línea] 1 de junio de 2018. [Citado el: 13 de marzo de 2019.] <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.
14. **INEC**. Estadísticas vitales. Registro Estadístico de Nacidos vivos y Defunciones 2016. [En línea] 10 de febrero de 2016. [Citado el: 10 de marzo de 2019.] http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Nacimientos_Defunciones/2016/Presentacion_Nacimientos_y_Defunciones_2016.pdf?fbclid=IwAR058rY3XhrjcO5hi_Ys81F5vLxbKFvWYsFYKPsYW8WDPv5ioSmomTzMpnI.
15. *Smart drugs: Improving healthcare using Smart Pill Box for Medicine Reminder and Monitoring System*. **Minaam, Diao y Abd-ELfattah, Mohamed**. 2, 2018, Elsevier: Future Computing and Informatics Journal, Vol. 3, págs. 443-456.
16. *Automatic pill reminder for easy supervision*. **Jabeena, A, y otros**. 2017, IEEE: International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS), págs. 630-637.
17. *Using text message reminders in health care services: A narrative literature review*. **Schwebel, Frank y Larimer, Mary**. 2018, Elsevier: Internet interventions, Vol. 13, págs. 82-104.

18. *Medi-Kit: Developing a solution to improve attention on medical treatment.* **Mondragón, Andrea, y otros.** 2017, IEEE Mexican Humanitarian Technology Conference (MHTC), págs. 28-33.
19. **Republica del Ecuador.** Constitución de la Republica del Ecuador y Leyes Conexas. *Codificación de la Ley del Anciano.* 2008.
20. *Intervención del trabajo social en los programas de atención al adulto mayor en los centros geriátricos en la ciudad de Portoviejo.* **Cárdenas, Johanna y Cedeño, Mercedes.** Julio, 2018, Caribeña de Ciencias Sociales.
21. *El abandono del adulto mayor y su incidencia en su estado emocional en el Centro Gerontológico Casa Hogar Caleb de la ciudad de Portoviejo en la provincia de Manabí en el año 2018.* **Loor, Cristina y and Rodríguez, Jayne.** Diciembre, 2018, Caribeña de Ciencias Sociales.
22. **Organización Mundial de la Salud (OMS).** Informe Mundial sobre el envejecimiento y la salud. [En línea] 2015. [Citado el: 30 de Septiembre de 2019.] <https://www.who.int/ageing/publications/world-report-2015/es/>.
23. **MedELert.** Med-E-Lert. [En línea] 2019. [Citado el: 30 de Septiembre de 2019.] <https://www.medelert.com/>.
24. **e-pill.** e-pill Medication Reminders. [En línea] 2019. [Citado el: 30 de Septiembre de 2019.] <https://www.epill.com/>.
25. **Med-Tracker.** Med-Tracker. [En línea] 2019. [Citado el: 30 de Septiembre de 2019.] <http://www.med-tracker.com>.
26. *Three dimensional adjustable cavity for flexible singulation of multiple medications in an automated medication dispenser.* **Toh, C, Ng, S y Tan, Y.** 2012, International Conference Automation Science and Engineering, págs. 347-352.
27. *Preliminary design of remotely used and monitored medication dispenser.* **Patil, Sushil y Gale, Timothy.** 2006, International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, págs. 3616-3619.

28. *Intelligent pillbox: Automatic and programmable Assistive Technology device.* **Parra, Juan, y otros.** 2017, 13th IASTED International Conference on Biomedical Engineering (BioMed), págs. 74-81.
29. **DELIVER.** *Directrices para el almacenamiento de los medicamentos esenciales y otros insumos de salud.* s.l. : Laurie Lyons, 2003.
30. *Intelligent and privacy-preserving medication adherence system.* **Jia, Ji, y otros.** 2018, Elsevier: Smart Health, Vol. 9, págs. 250-264.
31. *Intelligent multi-dose medication controller for fever: From wearable devices to remote dispensers.* **Medina, Javier, y otros.** 2018, Elsevier: Computers & Electrical Engineering, Vol. 65, págs. 400-412.
32. *Zealth: ZigBee-Based WBAN System for e-Health Monitoring.* **Imdoukh, Mahmoud, y otros.** 2017, 9th IEEE-GCC Conference and Exhibition (GCCCE), págs. 1-9.
33. *Designing and evaluating an intelligent augmented reality system for assisting older adults' medication management.* **Guerrero, Esteban, y otros.** 2019, Elsevier: Cognitive Systems Research, Vol. 58, págs. 278-291.
34. *A medication adherence monitoring system for people with dementia.* **Moshnyaga, Vasily, y otros.** 2016, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), págs. 194-199.
35. *A smartphone-enhanced pill-dispenser providing patient identification and in-take recognition.* **Crema, Claudio, y otros.** 2015, IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA) Proceedings, págs. 484-489.
36. **Novas, Despradel.** *Microcontroladores.* Hawai : Atlantic International University, 2008.
37. **Vásquez, Juan.** *Arquitectura de Computadoras I.* Tlalnepantla : Red Tercer Milenio S. C., 2012.
38. **Meneu, Jean.** Los relojes en tiempo real (RTC) nunca duermen. [En línea] 9 de diciembre de 2015. [Citado el: 23 de junio de 2019.] <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/rtc-real-time-clocks-never-sleep>.

39. **García, Antony.** El módulo DS3231, un reloj para Arduino. PANAMAHITEK. [En línea] 22 de mayo de 2014. [Citado el: 23 de junio de 2019.] <http://panamahitek.com/el-modulo-ds3231-un-reloj-para-arduino/>.
40. *Servomotores: control, precisión y velocidad.* **AADECA.** 2017, AADECA, págs. 22-23.
41. **Cucho, Zenon, y otros.** *Microcontroladores.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007.
42. *Pantallas táctiles para mejorar la presentación y el funcionamiento de nuestros productos.* **Echevería, M, Angulo, I y Angulo, J.** 2008, REE, págs. 24-40.
43. **NEXTION.** Inicio - Recursos - Hojas de datos - NX4827T043_011. [En línea] 23 de junio de 2019. [Citado el: 23 de junio de 2019.] https://nextion.itead.cc/resources/datasheets/nx4827t043_011/.
44. **ARDUINO.** Qué es Arduino. [En línea] 24 de junio de 2019. [Citado el: 24 de junio de 2019.] <https://www.arduino.cc/>.
45. **Quintana, José.** *Sistema de Alarma de Incendios.* Catalunya : Universitat Oberta de Catalunya, 2012.
46. **COMPONENTS101.** Buzzer-pinout-working-datasheet. [En línea] 25 de junio de 2019. [Citado el: 25 de junio de 2019.] <https://components101.com/buzzer-pinout-working-datasheet..>
47. **Villacrés, Eduardo.** *Desarrollo de un prototipo de asistencia móvil para personas con problemas de insuficiencia auditiva mediante comunicación Zigbee y su monitorización usando tecnología GSM.* Quito. Quito : Universidad Politécnica Salesiana, 2013.
48. **Uxcell.** Uxcell Micro motor moneda de vibración para teléfono celular, al4061100ux0057. [En línea] Amazon, 25 de junio de 2019. [Citado el: 25 de junio de 2019.] https://www.amazon.com/0-05A-10x2-7mm-Mobile-Phone-Vibration/dp/B00PZYMCT8?ie=UTF8&psc=1&redirect=true&ref_=oh_aui_.

49. **Pinzón, Milton y Pulido, Carlos.** *Diseño e implementación de un prototipo de máquina dispensadora portable de medicamentos para personas con enfermedades crónicas.* Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016.
50. *Pill dispenser with alarm via smart phone notification.* **Othman, N y Ek, Ong.** 2016, IEEE Xplore Digital Library, Vol. I, págs. 1-2.
51. *Dispensador de pastillas electrónico semanal con contenedores circulares.* **Fãrcas, C, y otros.** 2015, 21st Simposio Internacional de Diseño y Tecnología en Envases Electrónicos (SIITME), Vol. XXI, págs. 125-129.
52. *Pill dispenser with alarm via smart phone notification.* **Othman, N y Ek, O.** 2016, Conf. Consum. Electron, Vol. V, págs. 1-2.
53. **Parra, Leopoldo.** *Microprocesadores.* Tlalnepantla : Red Tercer Milenio S. C., 2012.
54. **Villamil, Uriel.** *Módulo de microprocesadores & microcontroladores.* Chiquinquirá : Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, 2009.
55. *El Microcontrolador vs el Microprocesador.* **Molina, Carlos.** s.f., Redtauros, págs. 1-4.
56. **Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.** *Arquitectura y Organización de un microcontrolador genérico.* [En línea] [Citado el: 22 de junio de 2019.]
http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/tmicrocon/Material/1_introduccion_a_los_ucontroladores.pdf.
57. **Bonilla, Ana.** *Guía TECNOPYME. Fase II.* Zamudio : ROBOTIKER, 2003.
58. **Chaur-Bernal, J.** *Diseño conceptual de productos asistidos por ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica del nuevo programa.* Cataluña : Universidad Politécnica de Cataluña, 2004.
59. **Lozano, Ivan.** *Cuatro alternativas a Arduino: BeagleBone, Raspberry Pi, Nanode y Waspote.* [En línea] blogthinkbig, 9 de enero de 2013. [Citado el: 24 de junio de 2019.] <https://blogthinkbig.com/4-alternativas-arduino-beaglebone-raspberrypi-nanode-waspote>.

60. **Bolaños.** Programar posiciones en un Micro Servo Tower Pro SG90 9G. [En línea] 12 de abril de 2018. [Citado el: 25 de junio de 2019.] <http://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/servomotores.pdf>..
61. **MedReady Inc.** Automated Medication Dispensers. [En línea] 2019. [Citado el: 30 de Septiembre de 2019.] <https://www.medreadyinc.net/>.
62. **MedicaSafe.** Developing Effective Medication Regimens. [En línea] 2019. [Citado el: 30 de Septiembre de 2019.] <https://www.medicasafe.com/>.

APÉNDICE B: DIMENSIONES DE LA TAPA Y BUJES DE SOPORTE

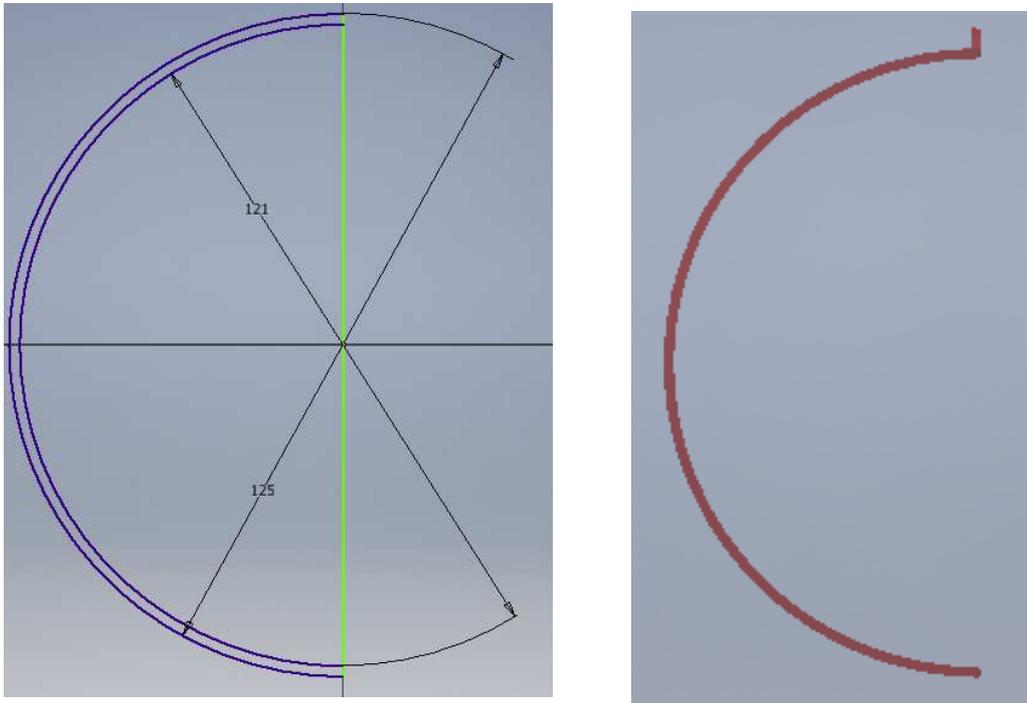


Figura 51. Cotas vista frontal de la tapa.

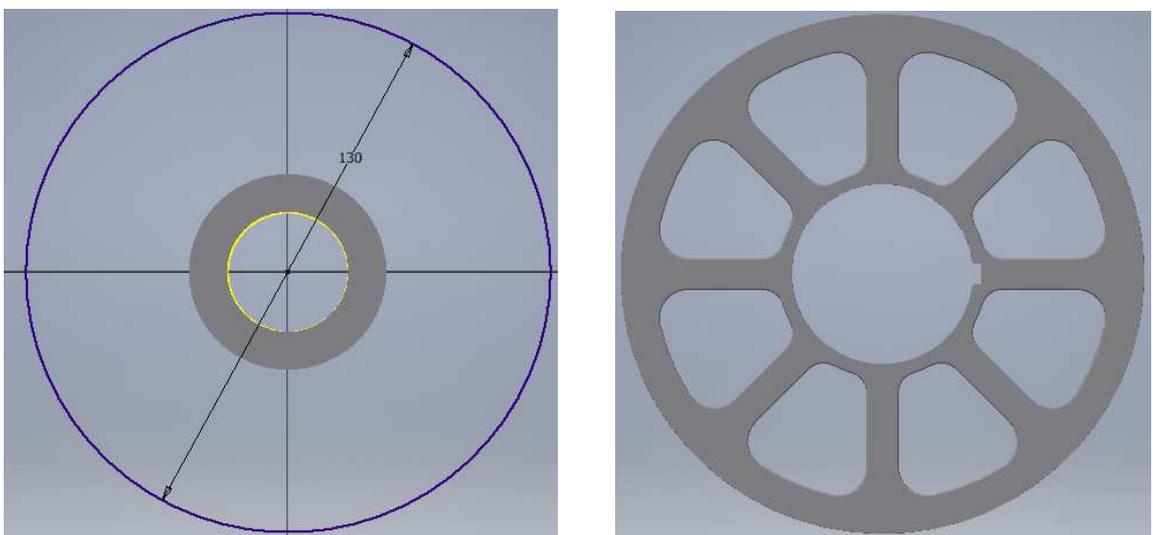


Figura 52. Cotas vista frontal de la guía tapa del contenedor.

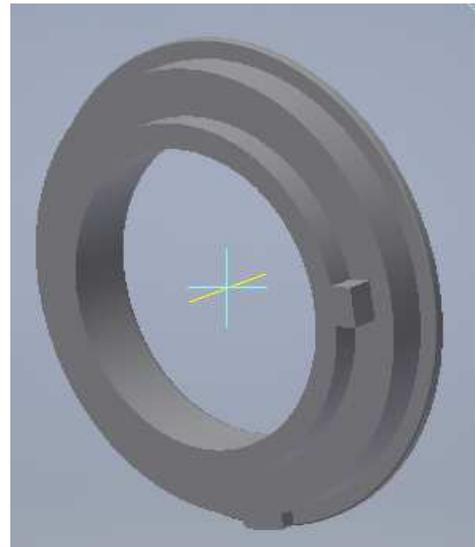
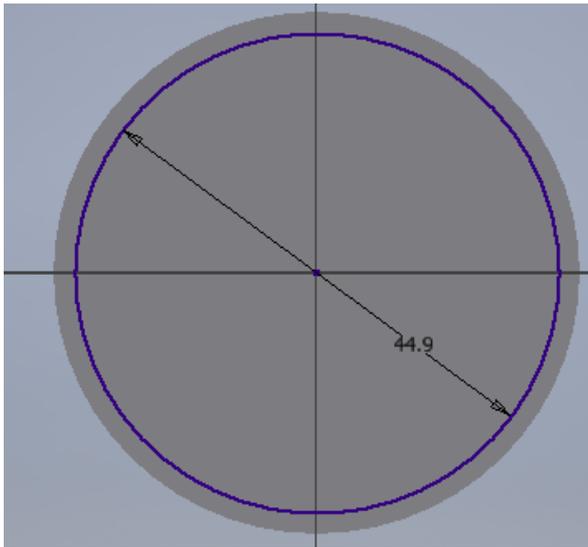


Figura 53. Cotas vistas frontal de soporte tipo buje.

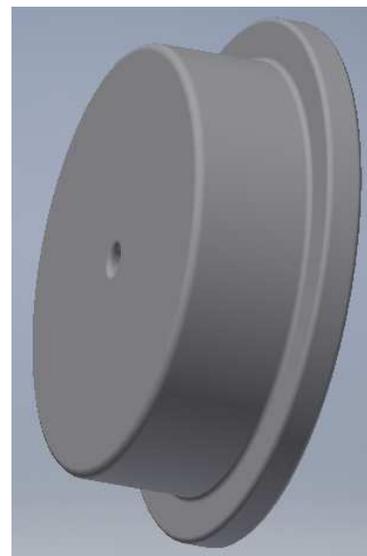
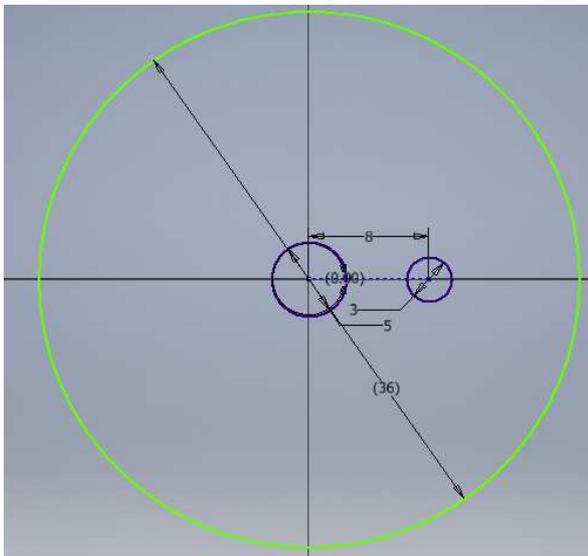


Figura 54. Cotas vistas frontal de soporte tipo bocín.

APÉNDICE C: DIMENSIONES DE LA TAPA Y BUJES DE SOPORTE

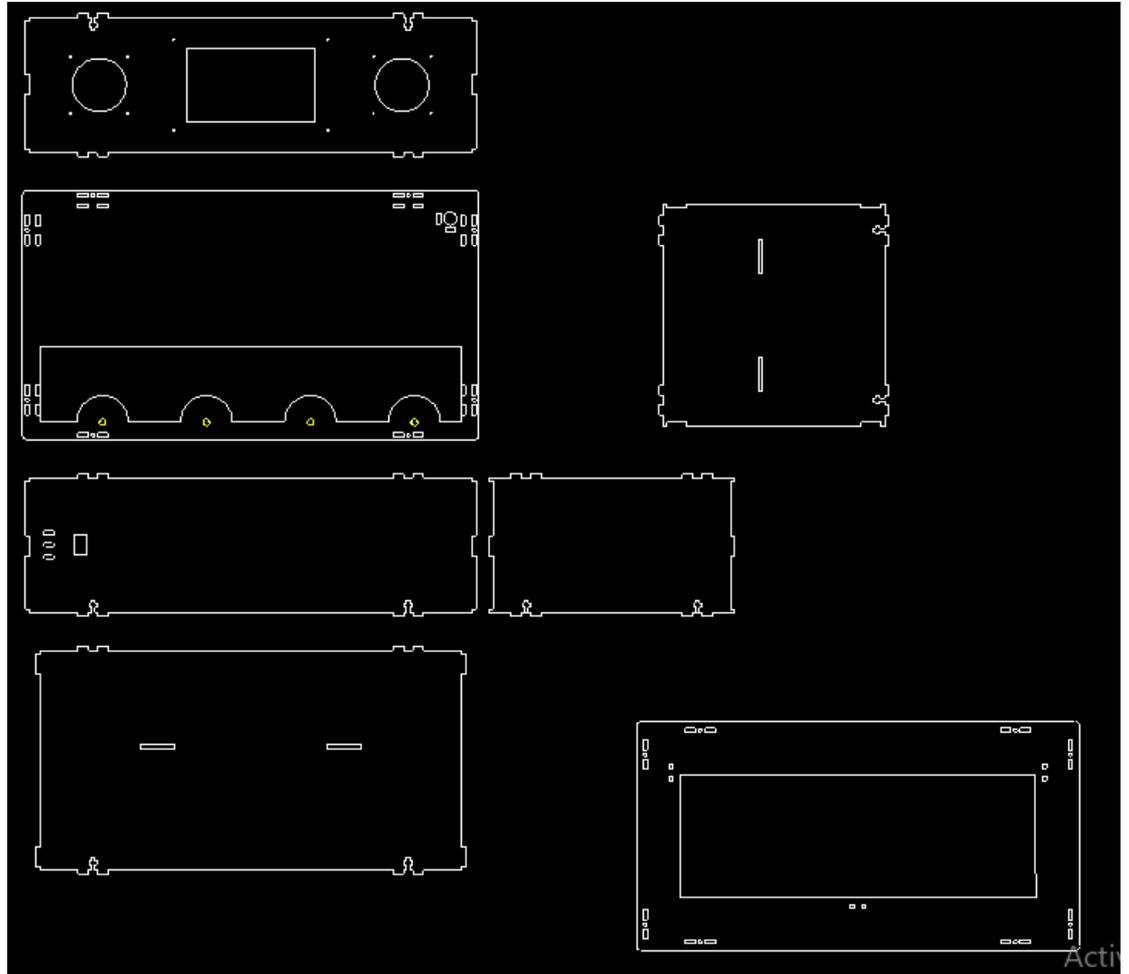


Figura 55. Diseño de corte del revestimiento para el prototipo dispensador de pastillas. Elaboración propia.

APÉNDICE D: PROGRAMACIÓN AVR

El algoritmo implementado podría ser algo similar a lo siguiente, el mismo que es una versión incompleta de otra aplicación:

Código 1: Dispensador de medicamentos en forma de pastillas – AVR 445

Paso 1: Importamos librerías

```
#include "Nextion.h" //Libreria para usar la pantalla nextion.
#include <Wire.h> // Libreria usada para comunicar la placa
                arduino con dispositivos que trabajan mediante el protocolo I2C/TWI
#define DS3231_I2C_ADDRESS 0x68 //Convierte números decimales normales a codigos
#include < Servo.h > //Libreria para usar servos con arduino
#include < DFRobotDFPlayerMini.h > // Liberia para reproducir audios mp3
#include "RTClib.h" // Libreria del reloj tiempo real
                RTC_DS1307 RTC; // Funcion propia de la libreria RTC para poder
                configurar los datos internos del RTC

char pantallaAct = 0; // Número de pagina de la pantalla Nextion
////Pines de arduino////
int led1 = 29;
int led2 = 23;
int led3 = 27;
int led4 = 25;

int buzzer = 52;

int estacion1 = 53;
int estacion2 = 51;
int estacion3 = 49;
int estacion4 = 47;

////Servos/////
Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;

////Variables para módulo GSM////
String numero = "\ + 593983828965\";
String mensaje = "El paciente ingirio la pastilla:";

////Variables para reproducción de audio mp3////
DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;
void printDetail(uint8_t type, int value);
```

Paso 2: Declaramos los objetos de cada botón y cuadro de texto (id página, id componente, nombre componente):

```
NexButton BotonGuardar = NexButton(4, 11, "BotonGuardar");
NexButton BotonGuardarA = NexButton(5, 11, "BotonGuardarA");
NexButton BotonGuardarV = NexButton(6, 11, "BotonGuardarV");
NexButton BotonGuardarN = NexButton(7, 11, "BotonGuardarN");
NexButton b1 = NexButton(1, 11, "b1");
```

```

NexButton b2 = NexButton(1, 12, "b2");
NexButton b3 = NexButton(1, 13, "b3");
NexButton b4 = NexButton(1, 14, "b4");
NexButton b5 = NexButton(1, 15, "b5");
NexButton b6 = NexButton(1, 16, "b6");
NexButton b7 = NexButton(1, 2, "b7");
NexButton b97 = NexButton(3, 2, "b97");
NexButton b8 = NexButton(2, 4, "b8");
NexButton b9 = NexButton(2, 5, "b9");
NexButton b10 = NexButton(3, 6, "b10");
NexButton b11 = NexButton(3, 7, "b11");
NexButton b12 = NexButton(3, 8, "b12");
NexButton b13 = NexButton(3, 9, "b13");
NexButton b14 = NexButton(3, 10, "b14");
NexButton b15 = NexButton(3, 11, "b15");

```

//////Variables el envio de datos del reloj a la nextion//////

```

NexText t0 = NexText(1, 3, "t0");
NexText t0 = NexText(1, 3, "t0");
NexText t1 = NexText(1, 5, "t1");
NexText t2 = NexText(1, 7, "t2");
NexText t4 = NexText(3, 12, "t4");

```

```

NexText page0 = NexText(0, 0, "page0");

```

Paso 3: Se registran los objetos de los botones en una lista de eventos táctiles:

```

    NexTouch *nex_listen_list[] =
{
    &BotonGuardar,
    &BotonGuardarA,
    &BotonGuardarV,
    &BotonGuardarN,
    &b1,
    &b2,
    &b3,
    &b4,
    &b5,
    &b6,
    &b7,
    &b97,
    &b8,
    &b9,
    &b10,
    &b11,
    &b12,
    &b13,
    &b14,
    &b15,
    &t0,
    &t1,
    &t2,
    &t4,
    NULL
};

```

Paso 4: Declaramos las variables a utilizar:

Variables enviadas de la nextion al arduino Pastilla y hora de en la que se empezó a tomar la medicacion

```
uint32_t Pastilla; // variable para almacenar tipo pastilla
uint32_t HoraD;
uint32_t HoraU;
uint32_t MinD;
uint32_t MinU;
uint32_t Tiempo;
char texto[100]; // declaramos la variable para almacenar datos
```

Variables para tranformar las variables uint32_t de la nextion a valores int para el arduino
int n1; // Se usa para tranformar las horas en min
int n2; // Se usa para los minutos
int n3; // Se usa para tranformar el tiempo de medicacion a min
int p; // Se usa para saber que pastilla se configuró

```
////Variables para el control de alarmas
// Hi * Hora de inicio
// Tm * Tiempo de medicación
// Cont * Contador del numero de pastilla
// R: Rojo, A: Azul, V: Verde, N: Naranja
```

```
int HiR;
int TmR;
int ContR = 10;
int HiA;
int TmA;
int ContA = 10;
int HiV;
int TmV;
int ContV = 10;
int HiN;
int TmN;
int ContN = 10;;
```

Paso 5: set

```
////FUNCIONES DE LOS BOTONES DE LA NEXTION////
void BotonGuardarPopCallback(void
    * ptr) //Botón para enviar datos de la nextion al arduino
{
    pantallaAct = 1;
    Serial.println();
    recvRetNumber(&Pastilla);
    recvRetNumber(&HoraD);
    recvRetNumber(&HoraU);
    recvRetNumber(&MinD);
    recvRetNumber(&MinU);
    recvRetNumber(&Tiempo);

    delay(1000);

    uint32_t pastilla = Pastilla;
    p = (int)pastilla;
    // delay(1000);

    uint32_t num1 = HoraD * 10 + HoraU;
    n1 = (int)num1;
    // delay(1000);
```

```

uint32_t num2 = MinD * 10 + MinU;
n2 = (int)num2;
// delay(1000);

uint32_t num3 = Tiempo;
n3 = (int)num3;
// delay(1000);

if (p == 1)
{
  HiR = n1 * 60 + n2;
  TmR = n3 * 60;
  ContR = 0;
  Serial.println(p);
  Serial.println(HiR);
  Serial.println(TmR);
  Serial.println(ContR);
}
if (p == 2)
{
  HiA = n1 * 60 + n2;
  TmA = n3 * 60;
  ContA = 0;
  Serial.println(p);
  Serial.println(HiA);
  Serial.println(TmA);
  Serial.println(ContA);
}
if (p == 3)
{
  HiV = n1 * 60 + n2;
  TmV = n3 * 60;
  ContV = 0;
  Serial.println(p);
  Serial.println(HiV);
  Serial.println(TmV);
  Serial.println(ContV);
}
if (p == 4)
{
  HiN = n1 * 60 + n2;
  TmN = n3 * 60;
  ContN = 0;
  Serial.println(p);
  Serial.println(HiN);
  Serial.println(TmN);
  Serial.println(ContN);
}

myservo1.write(180);
myservo2.write(180);
myservo3.write(180);
myservo4.write(180);
}

```

Paso 6: Botón para actualizar la hora ingresada en el paso 6

```

// Funcion para actualizar la hora cada vez que
// se preciona un botón que lleve a la pantalla de inicio
void b7PopCallback(void * ptr)
{
    actualizarHora ();
}

```

Paso 7: Recibe datos del reloj DS3231

```

////// Bótones para igualar la hora y la fecha//////
void b1PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // recibe datos de la hora
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (hour == 23) {
        hour = -1;
    }
    setDS3231time(second, minute, hour + 1, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year);
}

void b4PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (hour == 0) {
        hour = 24;
    }
    setDS3231time(second, minute, hour - 1, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year);
}

void b2PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (minute == 59) {
        minute = -1;
    }
    setDS3231time(second, minute + 1, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year);
}

void b5PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (minute == 0) {
        minute = 60;
    }
    setDS3231time(second, minute - 1, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year);
}

```

```

}

void b3PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (second == 59) {
        second = -1;
    }
    setDS3231time(second + 1, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year);
}

void b6PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (second == 0) {
        second = 60;
    }
    setDS3231time(second - 1, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year);
}

void b10PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (dayOfMonth == 31) {
        dayOfMonth = 0;
    }
    setDS3231time(second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth + 1, month, year);
}

void b11PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (month == 12) {
        month = 0;
    }
    setDS3231time(second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month + 1, year);
}

void b12PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231

```

```

readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
if (year == 99) {
    year = -1;
}
setDS3231time(second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year + 1);

}

void b13PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (dayOfMonth == 1) {
        dayOfMonth = 32;
    }
    setDS3231time(second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth - 1, month, year);
}

void b14PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (month == 1) {
        month = 13;
    }
    setDS3231time(second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month - 1, year);
}

void b15PopCallback(void * ptr)
{
    pantallaAct = 1;
    byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
    // retrieve data from DS3231
    readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);
    if (year == 0) {
        year = 100;
    }
    setDS3231time(second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year - 1);
}

```

Paso 8: Establecemos las funciones que llevara a cabo el microcontrolador

```

////////////////////Configuración Inicial////////////////////////////////////

void setup(void)
{

    pinMode(led1, OUTPUT);/////leds
    pinMode(led2, OUTPUT);
    pinMode(led3, OUTPUT);
    pinMode(led4, OUTPUT);
}

```

```

pinMode(buzzer, OUTPUT);///buzzer
pinMode(estacion1, INPUT);///ldr
pinMode(estacion2, INPUT);
pinMode(estacion3, INPUT);
pinMode(estacion4, INPUT);

///Pines de señales para los servos ///
myservo1.attach(9);
myservo2.attach(10);
myservo3.attach(11);
myservo4.attach(12);

///Velocidades para las comunicaciones seriales ///
Serial.begin(9600); // Serial arduino
Serial1.begin(9600); // Netxion pantalla
Serial2.begin(9600); // Mp3 audio
Serial3.begin(9600); // Sim800l gsm

Wire.begin();
RTC.begin(); // Se inicializa el RTC
RTC.adjust(DateTime(_DATE_, _TIME_)); // Se ajusta la hora y fecha con la del PC

if (!myDFPlayer.begin(Serial2)) { /
    // Se usa para la comunicación entre el arduino y la SD.
    Serial.println(F("Unable to begin: "));
    Serial.println(F("1. Please recheck the connection!"));
    Serial.println(F("2. Please insert the SD card!"));
    while (true);
}

Serial.println(F("DFPlayer Mini online. "));
myDFPlayer.EQ(DFPLAYER_EQ_NORMAL);
myDFPlayer.volume(30); // Control de volumen. Desde 0 to 30
myDFPlayer.disableLoopAll( );

myservo1.write(0); // Posición inicial de los servos
myservo2.write(0); // Posición inicial de los servos
myservo3.write(0); // Posición inicial de los servos
myservo4.write(0); // Posición inicial de los servos

/* Inicialización de la pantalla nextion.*

nexInit();

/* Registro de funciones que devuelve cada botón de la nextion.*
b1.attachPop(b1PopCallback, &b1);
b2.attachPop(b2PopCallback, &b2);
b3.attachPop(b3PopCallback, &b3);
b4.attachPop(b4PopCallback, &b4);
b5.attachPop(b5PopCallback, &b5);
b6.attachPop(b6PopCallback, &b6);

b7.attachPop(b7PopCallback, &b7);
b97.attachPop(b7PopCallback, &b97);
b8.attachPop(b7PopCallback, &b8);
b9.attachPop(b7PopCallback, &b9);

```

```

b10.attachPop(b10PopCallback, &b10);
b11.attachPop(b11PopCallback, &b11);
b12.attachPop(b12PopCallback, &b12);
b13.attachPop(b13PopCallback, &b13);
b14.attachPop(b14PopCallback, &b14);
b15.attachPop(b15PopCallback, &b15);

```

```

BotonGuardar.attachPop(BotonGuardarPopCallback, &BotonGuardar);
BotonGuardarA.attachPop(BotonGuardarPopCallback, &BotonGuardarA);
BotonGuardarV.attachPop(BotonGuardarPopCallback, &BotonGuardarV);
BotonGuardarN.attachPop(BotonGuardarPopCallback, &BotonGuardarN);

```

```

}

```

Paso 9: Establecemos las funciones que se ejecutarán en primera instancia

```

////////////////////MAIN////////////////////
void loop(void)
{
nexLoop(nex_listen_list); //Función para escuchar los botones de la nextion

byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year; //Bariables de tiempo

//// Lectura del reloj////

readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);

//// Toma la hora del reloj y la pasa a la nextion

number = second;
itoa(number, buffer_temp, 10);
if (number < 10)
{
strcpy(buffer, "0");
strcat(buffer, buffer_temp);
if (strcmp(buffer, buffer_second))
{
t2.setText(buffer);
strcpy(buffer_second, buffer);
}
}
else
{
if (strcmp(buffer_temp, buffer_second))
{
t2.setText(buffer_temp);
strcpy(buffer_second, buffer_temp);
}
}

if (second == 0 || pantallaAct == 1)
{
actualizarHora (); // La hora solo se actualiza cuando pasa por cero segundos
}
}

```

```

if (hour == 23 && minute == 59 && second == 59)
{
while (second != 0)
{
readDS3231time(&second,&minute,&hour,&dayOfWeek,&dayOfMonth,&month,&year);
pantallaAct = 1;
}
setDS3231time(second,0,0,dayOfWeek,dayOfMonth,month,year);
}

///  

/Contador de pastillas, si se sobrepasan las 9 pastillas ya no se entra en la funcion de contenedor  

///Contenedor: Compara la hora en que se debe tomar la pastilla y la hora actual  

if (ContR < 9)
{
HiR = contenedor (HiR,TmR,1,hour,minute,second);
}
if (ContA < 9)
{
HiA = contenedor (HiA,TmA,2,hour,minute,second);
}
if (ContV < 9)
{
HiV = contenedor (HiV,TmV,3,hour,minute,second);
}
if (ContN < 9)
{
HiN = contenedor (HiN,TmN,4,hour,minute,second);
}
}

///  

/Alarmas: Cuadno es hora de tomar la pastilla se prende un el que corresponde a cada una de las pastillas  

///  

/La alarma sonara segun el led que prenda y durará hasta que el paciente ingiera la pastilla  

if (digitalRead(led1) == HIGH || digitalRead(led2) == HIGH || digitalRead(led3) ==  

HIGH || digitalRead(led4) == HIGH)
{
if (digitalRead(led1) == HIGH)
{
mp3(1);

if (digitalRead(estacion1) == HIGH)
{
digitalWrite(led1,LOW);
sms_gsm('1');
myDFPlayer.pause();
actualizarHora ();
}
}

if (digitalRead(led2) == HIGH)
{
mp3(2);
if (digitalRead(estacion2) == HIGH)
{
digitalWrite(led2,LOW);
sms_gsm('2');
}
}
}

```

```

    myDFPlayer.pause();
    actualizarHora ();
}
}
if (digitalRead(led3) == HIGH)
{
    mp3(3);

    if ( digitalRead(estacion3) == HIGH)
    {
        digitalWrite(led3,LOW);
        sms_gsm('3');
        myDFPlayer.pause();
        actualizarHora ();
    }
}
if (digitalRead(led4) == HIGH)
{
    mp3(4);
    if ( digitalRead(estacion4) == HIGH)
    {
        digitalWrite(led4,LOW);
        sms_gsm('4');
        myDFPlayer.pause();
        actualizarHora ();
    }
}
}
}
}

//// Funcion que compara la hora de tomar la pastilla y la hora actual,
//// la funcion devuelve la nueva hora en la que se debe tomar la pastilla
int contenedor (int Hi, int Tm, int numContenedor, int hour, int minute, int second)
{
    if (Tm == 1440) //Condicion cuando las pastillas se toman cada 24 horas
    {
        if (Hi == (hour * 60) + minute && second < 3)
        {
            Alarma(numContenedor);
        }
    }
    else
        // Condición cuando la hora de tomar la pastilla es mayor a la siguiente.
        if ((hour * 60) - (Hi - minute) > 0)
        {
            if (((hour * 60) + minute) - Hi == Tm)
            {
                Hi = hour * 60 + minute;
                Alarma(numContenedor);
            }
        }
        // Condición cuando la hora de tomar la pastilla es menor a la siguiente.
        if ((hour * 60) - (Hi - minute) < 0)
        {
            if (((hour * 60) + minute + 1440) - Hi == Tm)
            {
                Hi = hour * 60 + minute;
                Alarma(numContenedor);
            }
        }
    }
}

```

```

    }
  }
  return Hi;
}

```

Paso 10: Configuramos los parámetros para el sistema de alarma auditiva

*//// Función para el movimiento del servo y el encendido del led de alarma
 //// Si el contador llega a 9 se vuelve el servo a la posición de inicio*

```

void Alarma(char n)
{

  Serial.println("");
  if (n == 1)
  {
    ContR = ContR + 1;
    myservo1.write(180 - ContR * 20);
    delay(1500);
    Serial.println("Alarma - 1");
  }

  if (n == 2)
  {
    ContA = ContA + 1;
    myservo2.write(180 - ContA * 20);
    delay(1500);
    Serial.println("Alarma - 2");
  }

  if (n == 3)
  {
    ContV = ContV + 1;
    myservo3.write(180 - ContV * 20);
    delay(1500);
    Serial.println("Alarma - 3");
  }
  if (n == 4)
  {
    ContN = ContN + 1;
    myservo4.write(180 - ContN * 20);
    delay(1500);
    Serial.println("Alarma - 4");
  }
}

```

Contenedores sin pastillas, emitira una alarma para realizar el proceso de abastecimiento

```

if (ContR == 9)
{
  Serial.println("Sin pastillas");
  delay(1500);
  myservo1.write(180);
  delay(1500);
  ContR = 10;
}

if (ContA == 9)
{
  Serial.println("Sin pastillas");
}

```

```

    delay(1500);
    myservo2.write(180);
    delay(1500);
    ContA = 10;
}

if (ContV == 9)
{
    Serial.println("Sin pastillas");
    delay(1500);
    myservo3.write(180);
    delay(1500);
    ContV = 10;
}

if (ContN == 9)
{
    Serial.println("Sin pastillas");
    delay(1500);
    myservo4.write(180);
    delay(1500);
    ContN = 10;
}
}

```

Paso 11: Se establecen los datos fecha y hora del reloj RTC DS3231

```

void setDS3231time(byte second, byte minute, byte hour, byte dayOfWeek, byte dayOfMonth,
byte month, byte year)
{
    // Comience una transmisión al dispositivo esclavo I2C con la dirección dada
    Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);
    Wire.write(0); // inicia el registro de datos
    Wire.write(decToBcd(second)); // establece los segundos
    Wire.write(decToBcd(minute)); // establece los minutos
    Wire.write(decToBcd(hour)); // establece las horas
    Wire.write(decToBcd(dayOfWeek)); // establece los días de la semana (1 = Domingo,
    7 = Sábado)

    Wire.write(decToBcd(dayOfMonth)); // establece la fecha (1 to 31)
    Wire.write(decToBcd(month)); // establece los meses
    Wire.write(decToBcd(year)); // establece los años (0 to 99)
    Wire.endTransmission();
}

```

Paso 12: Configuramos la recepción de datos fecha y hora del reloj RTC DS3231

```

void readDS3231time(byte * second, byte * minute, byte * hour, byte * dayOfWeek, byte
* dayOfMonth, byte * month, byte * year)
{
    Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);
    Wire.write(0); // establece el puntero de registro DS3231 a 00h
    Wire.endTransmission();
    Wire.requestFrom(DS3231_I2C_ADDRESS, 7);
    // solicita siete bytes de datos desde DS3231 a partir del registro 00h
    *second = bcdToDec(Wire.read() & 0x7f);
}

```

```

* minute = bcdToDec(Wire.read());
* hour = bcdToDec(Wire.read() & 0x3f);
* dayOfWeek = bcdToDec(Wire.read());
* dayOfMonth = bcdToDec(Wire.read());
* month = bcdToDec(Wire.read());
* year = bcdToDec(Wire.read());
}

```

Paso 13: Configuramos los parámetros para actualizar los datos hora

```

void actualizarHora ()
{

byte second, minute, hour, dayOfWeek, dayOfMonth, month, year;
// recuperar datos de DS3231
readDS3231time(&second, &minute, &hour, &dayOfWeek, &dayOfMonth, &month, &year);

number = second;
itoa(number, buffer_temp, 10);
if (number < 10)
{
strcpy(buffer, "0");
strcat(buffer, buffer_temp);
if (strcmp(buffer, buffer_second))
{
t2.setText(buffer);
strcpy(buffer_second, buffer);
}
}
else
{
if (strcmp(buffer_temp, buffer_second))
{
t2.setText(buffer_temp);
strcpy(buffer_second, buffer_temp);
}
}
}

number = hour;
itoa(number, buffer_temp, 10);
if (number < 10)
{
strcpy(buffer, "0");
strcat(buffer, buffer_temp);
if (strcmp(buffer, buffer_second))
{
t0.setText(buffer);
strcpy(buffer_second, buffer);
}
}
else
{
if (strcmp(buffer_temp, buffer_second))
{
t0.setText(buffer_temp);
strcpy(buffer_second, buffer_temp);
}
}
}
}

```

```

number = minute;
itoa(number,buffer_temp,10);
if (number < 10)
{
    strcpy(buffer,"0");
    strcat(buffer,buffer_temp);
    if (strcmp(buffer,buffer_second))
    {
        t1.setText(buffer);
        strcpy(buffer_second,buffer);
    }
}
else
{
    if (strcmp(buffer_temp,buffer_second))
    {
        t1.setText(buffer_temp);
        strcpy(buffer_second,buffer_temp);
    }
}

memset(buffer,0,sizeof(buffer));
memset(buffer_temp,0,sizeof(buffer_temp));

//recibir datos del día
number = dayOfMonth;
itoa(number,buffer_temp,10);
strcat(buffer,buffer_temp);
strcat(buffer,"/");

//recibir datos del mes
number = month;
itoa(number,buffer_temp,10);
strcat(buffer,buffer_temp);
strcat(buffer,"/");

//recibir datos del año
number = year;
strcat(buffer,"20");
if (year < 10) {
    strcat(buffer,"0");
}
itoa(number,buffer_temp,10);
strcat(buffer,buffer_temp);

// enviar a Nextion txt con datos fecha y hora

if (strcmp(buffer_year,buffer))
{
    t4.setText(buffer);
}
pantallaAct = 0;
}

```

APÉNDICE E: PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA NEXTION

En este apartado se realiza la programación de la pantalla táctil Nextion en función del tiempo de medicación del paciente

```
ConfigHoraU.val = ConfigHoraU.val + 1
```

```
if(ConfigHoraU.val == 10)
```

```
{
```

```
ConfigHoraU.val = 0
```

```
ConfigHoraD.val = ConfigHoraD.val + 1
```

```
}
```

```
if(ConfigHoraU.val == 4)
```

```
{
```

```
if(ConfigHoraD.val == 2)
```

```
{
```

```
ConfigHoraU.val = 0
```

```
ConfigHoraD.val = 0
```

```
}
```

```
}
```

APÉNDICE E: MODELO DE ENCUESTA

ENCUESTA INFORMATIVA

La presente encuesta tiene como fin conocer el ámbito en que se encuentran los adultos mayores que padecen de enfermedades no transmisibles, medicamentos que consumen y sus horarios respectivos, con el fin validar la implementación del prototipo dispensador de medicamentos en base al uso de la tecnología.

1. ¿Es Ud. un adulto mayor o en su hogar reside un adulto mayor?
 - a. Si
 - b. No

2. ¿Qué edad tiene actualmente?
 - a. 65 – 75 años
 - b. 75 – 85 años
 - c. Más de 85 años

3. ¿Posee alguno de los siguientes equipos tecnológicos en su domicilio?
 - a. Smartphone
 - b. Smart tv
 - c. Tablet
 - d. Computador (portátil/escritorio)
 - e. Otros

4. ¿Con que frecuencia utiliza estos equipos?
 - a. A diario
 - b. Ocasionalmente
 - c. Casi nunca
 - d. Nunca

5. Se le dificulta el uso de estos equipos
 - a. Si
 - b. No

Porque: _____

6. ¿Presenta problemas de salud?
 - a. Si
 - b. No

7. ¿Padece alguna de estas enfermedades? (Puede seleccionar varias opciones)
 - a. Diabetes
 - b. Enfermedades respiratorias (asma)
 - c. Enfermedades cardiovasculares (hipertensión)
 - d. Cáncer
 - e. Dolor de cabeza
 - f. Otras

Si su respuesta es otras indique a continuación que tipo de enfermedad(es) padece:

-
8. ¿Toma medicamentos frecuentemente?
- Si
 - No
9. Toma medicación en forma de:
- Pastillas
 - Capsulas
 - Jarabes
 - Inyecciones
 - Todas las anteriores
10. ¿Cuántas pastillas o capsulas toma por día?
- Menos de 2
 - Entre 2 y 5
 - Más de 5
11. ¿Cuándo toma la medicación?
- Antes de las comidas
 - Durante las comidas
 - Sin relación a las comidas
12. ¿Toma la medicación siempre a la misma hora?
- Si
 - No
- Porque: _____
13. ¿Olvida tomar sus medicamentos?
- Si
 - No
- Porque: _____
14. ¿Considera necesario el uso de la tecnología para evitar olvidar tomar los medicamentos?
- Si
 - No
- Porque: _____
15. ¿Considera necesario el uso de un dispensador de medicamentos en casa, que suministre los medicamentos necesarios en las horas indicadas?
- Si
 - No
- Porque: _____
16. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un dispensador de medicamentos que brinde las comodidades para evitar olvidar tomar los medicamentos?
- \$50 - \$100
 - \$100 - \$200
 - \$200 - \$500
 - Más de \$500