



"Responsabilidad con pensamiento positivo"

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

CARRERA: ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**TEMA: ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPENSADOR DE
PASTILLAS AUTOMATIZADO CON AVISOS POLIFÓNICOS PARA PERSONAS
DE LA TERCERA EDAD**

AUTOR: CAÑAR ERAZO CRISTIAN DANILO

TUTOR: ING. MAURICIO ALMINATE

AÑO 2014

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación certifico:

Que el trabajo de graduación **“ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPENSADOR DE PASTILLAS AUTOMATIZADO CON AVISOS POLIFÓNICOS PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD”**, presentado por Cristian Danilo Cañar Erazo, estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D. M., Septiembre de 2014

TUTOR

Ing. Mauricio Alminate V.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**CERTIFICADO DE AUTORÍA**

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Graduación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M., Septiembre de 2014

Cristian Cañar Erazo

CC: 1722715396

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban la tesis de graduación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D.M., Septiembre de 2014

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a mis padres quienes fueron un pilar fundamental en mi vida tanto universitaria como diaria, ya que ellos estuvieron siempre apoyándome incondicionalmente para que siga adelante con mis estudios y se han sacrificado para brindarme un mejor futuro.

También agradezco a mis hermanas ya que siempre estuvieron a mi lado para brindarme cariño y alentarme para cumplir una de mis metas trazadas en mi vida.

DEDICATORIA

Dedico esta etapa de culminación estudiantil principalmente a mis padres ya que sin el apoyo de ellos no hubiera podido culminar mi carrera universitaria con éxito, por lo que siempre me dieron lo mejor de ellos para llegar a ser un buen profesional. También dedico este proyecto de grado a toda mi familia porque siempre estaban pendientes de mí dándome consejos para que fuera una persona de bien y así cumplir con todos los objetivos y metas que me he planteado.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	1
PROBLEMATIZACIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema investigado	2
1.3 Problema principal.....	3
1.4 Problemas secundarios	3
1.5 Justificación	4
1.6 Objetivos	4
1.6.1 Objetivo principal	4
1.6.2 Objetivos específicos.....	4
1.7 Metodología.....	5
CAPÍTULO 2	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Microcontroladores.....	6
2.1.1 Tipos de Arquitecturas de los Microcontroladores.....	7
2.1.2 Estructura y Elementos de un Microcontrolador.	8
2.2 Teclado Matricial Electrónico.	10
2.2.1 Ventajas y Desventajas del teclado matricial.....	11
2.2.2 Lectura del teclado matricial.....	11
2.2.3 Conexión de un Teclado matricial	12
2.3 LCD Display de Cristal Líquido.....	12
2.3.1 Características de un LCD.	13
2.4 Módulo para Tonos Polifónicos.	15
2.5 Servomotores	15
2.5.1 Partes principales de un servomotor.	16
2.5.2 Ángulo de posición para el servomotor.	17
2.6 Motores de Corriente Continua	18
2.6.1 Control del sentido de giro para el motor.	18
CAPÍTULO 3	19

ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPENSADOR DE PASTILLAS AUTOMATIZADO CON AVISOS POLIFÓNICOS PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD.....	19
3.1. Estudio de las características técnicas de los elementos que se necesitan para realizar el dispensador de pastillas.	19
3.1.1 Microcontroladores.....	19
3.1.1.1 PIC 16F877A.	19
3.1.1.2 ATMEGA 16	21
3.1.1.3 MICROCONTROLADOR PIC 18F452.....	23
3.1.2 Módulos para tonos polifónicos.....	25
3.1.2.1 Módulo TDB-380	25
3.1.2.2 Módulo MP3 WT9501M03	26
3.1.2.3 Módulo Vmusic 1	28
3.1.3 9 g Micro servo (1.6 Kg.)	29
3.2 Diseño de un dispensador de pastillas que pueda entregar las pastillas correspondientes a las personas de la tercera edad.	30
3.2.1 Diseño del Hardware.	31
3.2.1.1 Diseño de la Etapa de Alimentación de Voltaje EAV.	31
3.2.1.2 Diseño de la Etapa de Control EC.	32
3.2.1.3 Diseño de la Etapa Electromecánica ELM.	37
3.2.1.4 Diseño de la Etapa de la cerradura electrónica ECE.....	39
3.2.1.5 Diseño del Módulo para tonos polifónicos MTP.....	40
3.2.2 Diseño del Software	42
3.2.3 Diseño de la Estructura Mecánica	43
3.2.3.1 Diagramas estructurales	44
3.3 Montaje del Sistema.	50
3.3.1 Montaje de Hardware.....	50
3.3.1.1 Pruebas electrónicas de Entrada y Salida de Datos.....	50
3.3.1.2 Pruebas electrónicas del Servomotor.	51
3.3.1.3 Pruebas electrónicas del motor de corriente continua para la compuerta electrónica de apertura de los contenedores.....	52
3.3.1.4 Pruebas electrónicas del Servomotor que asegura la caja exterior del dispensador.	52
3.3.1.5 Pruebas electrónicas del módulo de tonos polifónicos.	53

3.3.2 Montaje de Software.....	54
3.3.3 Montaje Mecánico.....	89
3.3.3.1 Montaje de Maqueta en Madera.....	89
3.3.3.2 Montaje de la estructura en Acrílico.....	90
3.4 Construcción del dispensador de pastillas de acuerdo a las características deseadas....	92
3.4.1 Implementación del Hardware.....	92
3.4.1.1 Diseño de las placas PCB del sistema.....	92
3.4.1.2 Diseño de la placa del sistema con vista en 3D.....	93
3.4.1.3 Implementación de las pistas de las placas electrónicas.....	93
3.4.2 Implementación del sistema.....	94
CAPÍTULO 4.....	101
RESULTADOS Y COSTOS.....	101
4.1 Pruebas de Validación.....	101
4.1.1 Pruebas de verificación del funcionamiento Mecánico.....	101
4.1.2 Pruebas de verificación del funcionamiento de Hardware.....	102
4.1.3 Pruebas de verificación del funcionamiento de Software.....	104
4.2 Pruebas de Operatividad del sistema.....	104
4.3 Análisis de Resultados.....	108
4.3.1 Análisis de Resultados de las pruebas de verificación de funcionamiento.....	108
4.3.2 Análisis de Resultados de las pruebas de Operatividad.....	110
4.4 Análisis de la Matriz FODA.....	113
4.5 Costos del Proyecto.....	114
CAPÍTULO 5.....	117
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117
5.1 Conclusiones.....	117
5.2 Recomendaciones.....	118
Bibliografía.....	120
ANEXOS.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Esquema de un microcontrolador	6
Figura 2.2: Diagrama de bloques de la Arquitectura Von Neumann.	7
Figura 2.3: Diagrama de bloques de la Arquitectura Harvard.....	7
Figura 2.4: Esquema general de un teclado matricial hexadecimal.	10
Figura 2.5: Diagrama de la conexión de un teclado matricial.	12
Figura 2.6: Diagrama estructural interna de un LCD.	12
Figura 2.7: Diagrama del LCD real respecto al virtual cuando se energiza el LCD.	13
Figura 2.8: Asignación de pines de un LCD.	14
Figura 2.9: Partes principales internas de un servomotor.....	16
Figura 2.10: Diagrama de pines de un servomotor.....	16
Figura 2.11: Angulo de posicionamiento del servomotor.	17
Figura 2.12: Motor de corriente continua.....	18
Figura 2.13: Inversión de giro de un motor de corriente continua.	18
Figura 3.1: Diagrama de pines del microcontrolador 16F877A.....	20
Figura 3.2: Diagrama de pines del ATMEGA 16 L.	21
Figura 3.3: Diagrama de pines del PIC 18F452.	23
Figura 3.4: Diagrama del módulo TDB-380	25
Figura 3.5: Pines del Módulo MP3 WT9501M03.....	26
Figura 3.6 Diagrama de pines del módulo Vmusic1.	28
Figura 3.7: Diagrama de bloques general del Equipo.	30
Figura 3.8: Diagrama Circuitual de Fuente de Alimentación.....	32
Figura 3.9: Diagrama de bloques general de la Etapa de Control.	32
Figura 3.10: Esquema Electrónico del Procesamiento de Datos.	34
Figura 3.11: Esquema Electrónico de la etapa de visualización de datos.	35
Figura 3.12: Esquema Electrónico de la Etapa de Ingreso de Datos.	36
Figura 3.13: Diagrama de bloques de la Etapa Electromecánica.	37
Figura 3.14: Esquema Electrónico de los Servomotores.....	38
Figura 3.15: Esquema Electrónico del Motor de corriente continua.	39
Figura 3.16: Esquema Electrónico del servomotor de la cerradura de la caja externa.	40
Figura 3.17: Esquema Electrónico del Módulo de Tonos polifónicos.	40

Figura 3.18: Diagrama de Flujo general del PIC.....	42
Figura 3.19: Diagrama de bloques de la Estructura mecánica.	43
Figura 3.20: Diseño de la base del dispensador de pastillas.....	44
Figura 3.21: Diseño del contenedor A de las pastillas.	45
Figura 3.22: Diseño del contenedor B de las pastillas.....	45
Figura 3.23: Diseño del contenedor C de las pastillas.....	46
Figura 3.24: Diseño del contenedor D de las pastillas.	46
Figura 3.25: Diseño del embudo por donde caen las pastillas.	47
Figura 3.26: Diseño de la estructura de los orificios por donde caen las pastillas.	47
Figura 3.27: Diseño de los disparadores de los contenedores de pastillas A y B.....	47
Figura 3.28: Diseño de los disparadores de los contenedores de pastillas C y D.....	48
Figura 3.29: Diseño de la compuerta electrónica de los contenedores de pastillas.....	48
Figura 3.30: Diseño del cajón del depósito de pastillas.	49
Figura 3.31: Diseño de los resortes de los disparadores de los contenedores.	49
Figura 3.32: Diseño de la caja exterior del dispensador de pastillas.....	50
Figura 3.33: Montaje de pruebas electrónicas realizadas para una medicación.....	50
Figura 3.34: Pruebas del servomotor realizadas para un contenedor.	51
Figura 3.35: Pruebas del motor de corriente continua.....	52
Figura 3.36: Pruebas electrónicas del Servomotor de la caja externa.	52
Figura 3.37: Pruebas del módulo de tonos polifónicos para el dispensador.....	53
Figura 3.38: Montaje del dispensador de pastillas en madera.	89
Figura 3.39: Montaje del dispensador de pastillas en acrílico.....	91
Figura 3.40: Diseño de las placas PCB del sistema.....	92
Figura 3.41: Diseño de la placa del sistema vista en 3D.	93
Figura 3.42: Implementación de las pistas de las placas electrónicas.	93
Figura 3.43: Placa electrónica implementada en la estructura en acrílico.....	94
Figura 3.44: Placa electrónica y conexión de la fuente de energía.....	94
Figura 3.45: Vista frontal de la ubicación de la placa electrónica.....	95
Figura 3.46: Implementación de la placa electrónica que controla el motor y del servomotor.....	96
Figura 3.47: Implementación del módulo de tonos polifónicos.	96

Figura 3.48: Vista Superior de la ubicación de los servomotores y del motor de corriente continua. 97

Figura 3.49: Vista lateral de la estructura interna..... 98

Figura 3.50: Vista frontal del dispensador de pastillas final. 98

Figura 3.51: Vista superior del dispensador de pastillas final..... 99

Figura 3.52: Vista superior de la estructura, de las placas y dispositivos electrónicos internos del dispensador de pastillas cuando el equipo se encuentra encendido..... 99

Figura 3.53: Vista frontal del dispensador de pastillas final encendido..... 100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Tipo de Computadores de Juego de Instrucciones de un Microcontrolador.	8
Tabla 2.2: Tipos de memorias de microcontroladores.	9
Tabla 3.1: Comparación de los Microcontroladores.	24
Tabla 3.2: Pines del Módulo de Tonos Polifónicos TDB-380.	26
Tabla 3.3: Descripción del diagrama de pines del módulo WT9501M03.....	27
Tabla 3.4: Comparación de las características técnicas de los módulos MP3.....	29
Tabla 4.1: Pruebas de verificación del funcionamiento de las partes mecánicas.	102
Tabla 4.2: Pruebas de verificación del funcionamiento de las partes electrónicas.....	103
Tabla 4.3: Pruebas de verificación del funcionamiento de software.....	104
Tabla 4.4: Pruebas de Operatividad 1.....	105
Tabla 4.5: Pruebas de Operatividad 2 (Con opción día específico)	106
Tabla 4.6: Resultados de las pruebas de Operatividad 2.	107
Tabla 4.7: Análisis de la Matriz FODA.....	113
Tabla 4.8: Costos de Elementos Electrónicos.	115
Tabla 4.9: Costos de Elementos Mecánicos	115
Tabla 4.10: Otros Costos	116
Tabla 4.11: Costo Total del Prototipo.	116

RESUMEN

En este proyecto de grado se diseñó e implementó un dispensador de pastillas automatizado para personas de la tercera edad el cual está hecho en acrílico tomando en cuenta la comodidad del usuario para transportarlo a cualquier lugar. Consta de elementos mecánicos, electrónicos, electromecánicos y una aplicación de software.

El prototipo se diseñó de manera que la persona que deba tomar algún medicamento recetado por el médico y no lo recuerde a la hora indicada, le avisará al usuario y le entregará la pastilla seleccionada. Se trató de diseñarlo lo más pequeño posible para su fácil manejo.

La información detallada en este escrito técnico se dividió por capítulos que constan de:

En el capítulo 1 se planteó el problema principal, se justificó el proyecto y se plantearon objetivos para dicho proyecto y se utilizó las metodologías más adecuadas para solucionar el problema.

En el capítulo 2 se analizó el marco teórico como también el marco conceptual adecuado para realizar este proyecto tomando en cuenta conceptos fundamentales, elementos básicos para el proyecto, así como las tecnologías adecuadas para cumplir con los objetivos planteados.

En el capítulo 3 se realizaron comparaciones de elementos electrónicos fundamentales, se realizó el diseño del prototipo, montaje e implementación del dispensador de pastillas.

En el capítulo 4 se realizaron pruebas de validación del proyecto, pruebas de operatividad, análisis FODA del proyecto y también se presenta el costo total del proyecto.

En el capítulo 5 se realizaron conclusiones que se experimentó al realizar este proyecto, también recomendaciones importantes a la hora de utilizar el proyecto.

ABSTRACT

In this graduation project was designed and implemented an automated pill dispenser elderly people which is done in acrylic considering user comfort for wearing anywhere. Consisting of mechanical, electronic, electromechanical and software application elements.

The prototype was designed so that the person to take any medication prescribed by your doctor and do not remember at the time indicated, will warn the user and will deliver the selected tablet. He tried to design it as small as possible for easy handling.

Detailed information in this technical writing is divided into chapters that consist of:

In Chapter 1, the main issue was raised, the project was justified and objectives for the project were raised and the most appropriate methodologies used to solve the problem.

In chapter 2 the theoretical framework as well as the appropriate conceptual framework for this project analyzed taking into account fundamental concepts, basic elements for the project, and adequate to meet the objectives technologies.

In Chapter 3, comparisons were performed basic electronic elements, prototype design, installation and implementation of the tablet dispenser was performed.

In chapter 4 test project validation testing operation, SWOT analysis of the project were made and the total cost of the project is also presented.

In Chapter 5 conclusions are experienced in making this project were performed similarly important recommendations when using the project.

CAPÍTULO 1

PROBLEMATIZACIÓN

1.1 Antecedentes

El origen de las máquinas dispensadoras empezó en Egipto con la ayuda del Físico y Matemático Herón de Alejandría ya que diseñó la primera máquina que sirvió para dispensar agua bendita en Egipto. (QuHist, 2010)

En el transcurso del tiempo se hicieron innovaciones en las máquinas dispensadoras y se fabricaron dispensadores más modernos en la época de la revolución industrial en Inglaterra. En la década del año de 1880 fue la primera vez que se creó máquinas automáticas dispensadoras en el que consistían en vender tarjetas postales, pero en el mismo año también Richard Carlisle inventó una máquina capaz de vender libros. (Defensorabogado, 2013)

Luego en Estados Unidos cerca del año de 1888 la compañía Thomas Adams Gum Company comenzó a instalar máquinas en los andenes altos de la estación del tren en New York el cual consistían en dispensar chicles o goma de mascar. Para luego en 1907 introducir estos chicles en forma de bolas de colores. (Oyarzunsl, 2011). En Philadelphia en un restaurante llamado Cuerno y Hardart que se inauguró en 1902 y permaneció en funcionamiento hasta 1962 se utilizaban mucho estas máquinas que vendían bebidas gaseosas. (Leelo.co, 2013)

Las primeras máquinas automáticas para refresco aparecieron en 1920, que dispensaban las bebidas directamente en las tazas. En 1926 el inventor llamado William Rowe creó una máquina que vendía cigarrillos. (Leelo.co, 2013)

En 1946, aparecen por primera ocasión las máquinas dispensadoras de café caliente para luego también tener una máquina refrigerada de venta de sándwiches. En 1960 se obtiene una máquina en la que ya era posible pagar y obtener los respectivos cambios tanto con

monedas como con billetes de todos los valores que circulaban en esa época. En 1985 las máquinas más modernas ya permitían cancelar los pedidos con tarjetas de crédito y débito. (Oyarzunsl, 2011)

Hoy en día existen en el Ecuador máquinas dispensadoras de todo tipo de artículos y productos que se encuentran localizados en diferentes sectores del país como son en el ámbito privado ya sea en oficinas o fabricas para obtener de una forma más fácil el café o productos alimenticios, así como en lugares públicos como son aeropuertos, parques de diversión infantil, centros comerciales para obtener bebidas, regalos, golosinas o artículos exclusivamente para niños, incluso se puede encontrar en lugares educativos como universidades del país, pero también en restaurantes y bares como las máquinas de tabacos y para finalizar se encuentran también dispensadores de agua en farmacias que los clientes utilizan cuando necesitan tomar sus pastillas en ese momento.

1.2 Problema investigado

Cuando se tiene un familiar de la tercera edad en casa y debe obligatoriamente tomar una o varias pastillas diarias a diferentes horas del día surge un problema ya que al no ingerirlas a las horas exactas estas personas pueden empeorar en su salud por lo que se generan consecuencias mucho más graves.

También cabe recalcar que estas personas al encontrarse sin ningún familiar en casa teniendo los medicamentos al alcance de ellos pudieran confundir los nombres de las pastillas y no tomar a las debidas horas que se especifica en la receta médica o peor aún tomar estos medicamentos equivocados por lo que surgiera un problema muy grave en su estado de salud.

También se sabe que algunas personas exclusivamente dependen de esos medicamentos porque si se olvidaran tan solo una pastilla de tomarse su salud podría ponerse en grave peligro.

Existen en otros países dispensadores automáticos semanales robotizados que les ayudan a este tipo de personas a resolver algunos de los tipos de problemas ya mencionados y además de eso tienen alarmas para alertarles que ya se deben tomar las pastillas e incluso pueden tener cerraduras electrónicas para que nadie pueda alterar la programación respectiva de estos medicamentos pero a unos costos altamente altos por lo que adquirir uno fuera extremadamente difícil en este país.

En Colombia existe un dispensador de pastillas con un sólo casillero en donde se puede programar la hora en que debe tomarse la pastilla adecuada y a esa hora le entregará ésta pero los costos son relativamente altos.

Muchas veces se ha dado el caso que por circunstancias de tiempo a una persona se le pasó por alto tomar un medicamento muy importante entonces sería necesario tener algún sistema que le recuerde en ese momento tomar la pastilla adecuada.

1.3 Problema principal

No hay un sistema automatizado para que alerte a las personas de la tercera edad a tomar las respectivas pastillas a la hora exacta que fue recetada por el médico.

1.4 Problemas secundarios

- No hay estudios de los elementos que conforman sistemas automatizados que entreguen pastillas recetadas a las personas de la tercera edad.
- No existen diseños de dispensadores automáticos de pastillas con avisos polifónicos que controlen la hora exacta y la cantidad que deba tomarse las personas de la tercera edad sus respectivas pastillas.
- No se han construido en el Ecuador dispensadores automáticos que entreguen las pastillas correspondientes a las personas de la tercera edad.

1.5 Justificación

El proyecto servirá para ayudar a las personas de la tercera edad ya que implementando este sistema entregaría automáticamente las pastillas que deberá tomarse el paciente todos los días y así no tener que depender de sus familiares. Contará con un sistema de alta tecnología que le permitirá poder obtener las pastillas a la hora exacta en que le recetó el médico; también el usuario va a poder colocar las pastillas respectivas abriendo una cerradura electrónica en el que podrá ingresar en cada estante las pastillas recetadas por el médico. Un moderno tablero de control será exclusivamente controlado por el familiar del paciente para poder ingresar las horas y las pastillas que obligatoriamente el paciente tiene que tomarse.

El sistema para asegurar que el paciente ingiera las pastillas contará con una tecnología moderna muy importante que alerta con avisos polifónicos las horas y la pastilla que debe tomarse en ese momento. Incluso este sistema moderno tendrá mayor regulación en el control de las pastillas diarias generando información detallada de la cual dirá que fueron entregadas a las horas exactas.

En la actualidad es importante el dispensador en todos los hogares donde se tenga una persona de la tercera edad para que de forma automática le provea el medicamento respectivo al paciente de acuerdo a las indicaciones de su respectivo médico.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo principal

Estudiar, Diseñar e Implementar un dispensador de pastillas automatizado con avisos polifónicos para personas de la tercera edad.

1.6.2 Objetivos específicos

- Estudiar las características técnicas de los elementos que se necesitan para realizar el dispensador de pastillas.

- Diseñar un dispensador de pastillas que pueda entregar las pastillas correspondientes a las personas de la tercera edad.
- Construir el dispensador de pastillas de acuerdo a las características deseadas.

1.7 Metodología

Se realizó la investigación para proponer este sistema para el beneficio de las personas entregándole automáticamente las pastillas que deban tomarse a la hora exacta recetada por el médico; de modo que se hizo énfasis en la validez de investigaciones que se aproxime a la realidad que brindó esta metodología en el que se aplicó el método de análisis y se buscó la información más adecuada ya sea en libros, revistas en la web etc.

También estuvo enfocado al método de síntesis ya que se logró recopilar la mayor cantidad de información necesaria que ayudó a solucionar la mayoría de problemas que se pudo encontrar en el camino al realizar el proyecto y que se resumió en lo que verdaderamente sirva para avanzar con el proyecto a paso firme para alcanzar los objetivos deseados.

En este proyecto se aplicó también el método de inducción y deducción con el cual se analizó los problemas más comunes que se encontró en los hogares a la hora de que el paciente deba ingerir su respectiva medicina, a partir de ello se indujo el dispensador automático para que pueda ser implementado en cualquier hogar para beneficiar a los pacientes y después se dedujo cuáles son las ventajas para los pacientes que se encuentran solos en casa para utilizarlo diariamente.

Cuando se estuvo en el medio camino de los objetivos planteados se encontró con el diseño, el control, el armaje y la validación del proyecto por lo que fue necesario en este caso utilizar el método experimental que sirvió para lograr engranar todas las piezas correspondientes del proyecto para que funcione de una manera óptima y de acuerdo a las condiciones que se ha planteado para cumplir con todos los objetivos por eso se realizó pruebas del proyecto y se aseguró que todo este colocado y armado en su respectivo lugar por lo que se obtuvo el proyecto finalizado con todos los objetivos cumplidos a cabalidad.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Introducción.

En este capítulo se presentan los conceptos teóricos más relevantes que se usarán en el desarrollo del proyecto.

2.1 Microcontroladores.

Un microcontrolador es un dispositivo que realiza procesos lógicos y que se programan en lenguaje ensamblador por el usuario y se pueden poner en un chip mediante un programador para que ejecute una aplicación deseada. (Aguayo S. , 2004)

Un microcontrolador está formado por un computador completo que tiene sus periféricos incluidos en el mismo chip como son memorias, controladores, conversores y otros más, de los cuales sólo sobresalen al exterior las líneas que gobiernan los periféricos. (Aguayo S. , 2004)

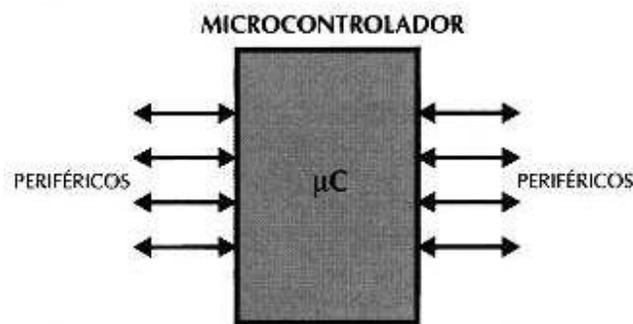


Figura 2.1: Esquema de un microcontrolador

Fuente: (Aguayo S. , 2004)

Tiene dos componentes primarios que son el software y el hardware, el hardware es un componente físico del sistema y el software es una lista de instrucciones que se encuentran dentro del hardware. (Aguayo S. , 2004)

2.1.1 Tipos de Arquitecturas de los Microcontroladores.

Existen 2 tipos de arquitecturas en los microcontroladores la primera es la Von Neumann que utilizan tradicionalmente las computadoras, en la que la CPU está conectada a una memoria que almacena datos e instrucciones del programa y su velocidad es limitada porque manejan el mismo bus de datos e instrucciones. (Aguayo S. , 2004)

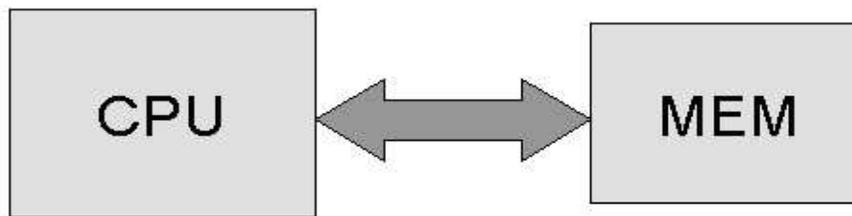


Figura 2.2: Diagrama de bloques de la Arquitectura Von Neumann.

Fuente: (Aguayo S. , 2004)

La segunda Arquitectura es la Harvard que a diferencia de la Von Neumann tiene una CPU conectada a dos memorias de datos e instrucciones con dos buses diferentes y tienen capacidades distintas, además maneja un procesador tipo RISC (Procesador de un Conjunto de Instrucciones reducido). (Aguayo S. , 2004)

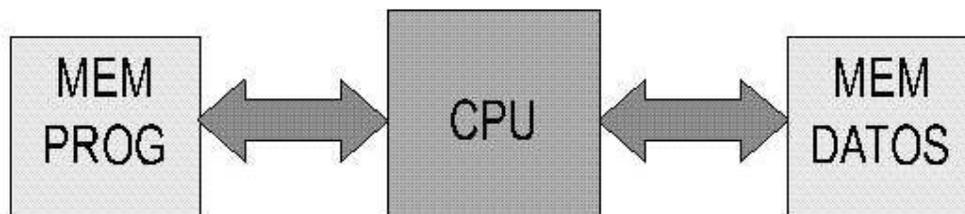


Figura 2.3: Diagrama de bloques de la Arquitectura Harvard.

Fuente: (Aguayo S. , 2004)

2.1.2 Estructura y Elementos de un Microcontrolador.

Procesador

Es la parte principal de un microcontrolador y determina sus características de hardware y software y también direcciona la memoria de instrucciones, recibe el código OP, la decodifica y se ejecuta cada instrucción. (Aguayo S. , 2004)

Tipo de Computadores de Juego de Instrucciones de un Microcontrolador.

La tabla 2.1 muestra el juego de instrucciones de un microcontrolador de acuerdo al tipo de computador.

CISC	80 instrucciones de máquina pero necesitan varios ciclos para su ejecución.
RISC	Utiliza comúnmente los microcontroladores porque sus instrucciones son simples y sólo necesita un ciclo de reloj.
SISC	Se utilizan en aplicaciones imprevistas muy concretas en los microcontroladores.

Tabla 2.1: Tipo de Computadores de Juego de Instrucciones de un Microcontrolador.

Fuente: (Aguayo S. , 2004)

Memorias de un Microcontrolador.

La memoria tanto de datos e instrucciones se encuentran en el mismo chip la una es de tipo ROM y es no volátil y en ella se almacena el programa de instrucciones de la aplicación y la otra es la RAM que es volátil y guarda las variables y datos del programa. (Aguayo S. , 2004)

Tipos de memoria del Microcontrolador.

Rom con mascara	Es de sólo lectura y se graba cuando es fabricada.
OTP	Memoria que se programa una vez y sus costo es elevado.
EPROM	Los datos se graban y se borran muchas veces mediante una ventana de cristal por medio de rayos ultravioleta
EEPROM	Memoria programable y borrrable eléctricamente incluye el grabador de microcontroladores en el mismo circuito.
FLASH	Memoria de bajo consumo de energía y se puede grabar muchas veces.

Tabla 2.2: Tipos de memorias de microcontroladores.

Fuente: (Aguayo S. , 2004)

Un microcontrolador se comunica con sus periféricos con puertas de Entrada/Salida y tiene un reloj principal llamado circuito oscilador que sincroniza las operaciones ya sea internamente o externamente. (Aguayo S. , 2004)

Recursos Especiales de un Microcontrolador.

Existen microcontroladores con diferentes capacidades de memoria de acuerdo a la aplicación que se requiera realizar se pueden utilizar algunos recursos que son: Temporizadores o Timers, perro guardián o Watchdog, Brownout o fallo de alimentación, Sleep mode o bajo consumo, conversores A/D y D/A, comparadores, modulador ancho de pulsos (PWM), puertas de E/S y de comunicación. (Aguayo S. , 2004)

2.2 Teclado Matricial Electrónico.

Un teclado matricial hexadecimal es un elemento de entrada de datos que contiene 16 teclas o pulsadores que se encuentran conectados en 4 filas y 4 columnas y contiene un conector SIL (Single in Line) macho de 8 pines para conectar tanto las filas como las columnas respectivamente. (Martín, 2001-2008)

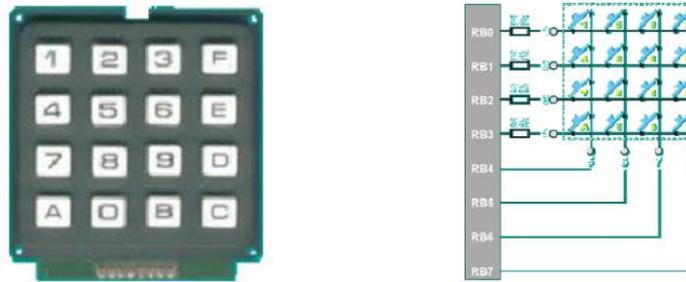


Figura 2.4: Esquema general de un teclado matricial hexadecimal.

Fuente: (Martín, 2001-2008)

En la figura 2.4 se puede observar al dispositivo, así como también su diagrama circuital esquemático. Es importante saber que cuando no se presiona ninguna tecla los pulsadores permanecen abiertos o sea no hay conexión entre una fila y una columna, pero cuando una tecla es presionada cualquiera que esta sea, en realidad se está haciendo una conexión entre una fila y una columna por lo que en ese momento se ingresa el dato de la respectiva tecla. (Martín, 2001-2008)

Para utilizar un teclado matricial conjuntamente con un microcontrolador es necesario tener un circuito antirrebote ya sea mediante hardware o software para que al momento de que se pulse una tecla sólo ingrese un dato a la vez, pues cabe recalcar que puede ingresar varios datos hasta que se suelte la tecla respectiva. (Martín, 2001-2008)

2.2.1 Ventajas y Desventajas del teclado matricial

Dentro de las ventajas se tiene:

- Hay mayor aprovechamiento de los pines de entrada/salida que con un teclado lineal. (Romo & Guerra, 2012)
- Se tiene 16 teclas que van conectadas tan sólo en 8 pines del microcontrolador. (Romo & Guerra, 2012)

Dentro de las desventajas se tiene:

Por el mismo principio que sólo utiliza 8 pines para su conexión existen 2 problemas cuando se presiona 2 teclas al mismo tiempo, los cuales son: (Romo & Guerra, 2012)

- **Ghosting:** Esto se da cuando son presionadas 3 o más teclas al mismo tiempo que correspondan al mismo renglón y columna con cada una de ellas respectivamente. (Romo & Guerra, 2012)
- **Enmascarado:** Cuando se presiona 2 teclas y se las suelta el micro no detectará que se soltó una tecla porque la corriente sigue fluyendo por el camino equivocado. (Romo & Guerra, 2012)

2.2.2 Lectura del teclado matricial.

Existen 2 formas de leer el teclado matricial y estas son:

- Empleando un circuito electrónico el cuál envía un código de la tecla la cual fue presionada y un pin de interrupción para que el micro pueda leer ese dato. (Romo & Guerra, 2012)
- Otra forma es decodificando la fila y la columna respectiva utilizando los puertos de entrada y salida alternativamente. (Romo & Guerra, 2012)

2.2.3 Conexión de un Teclado matricial

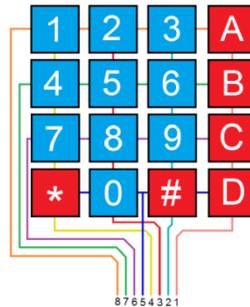


Figura 2.5: Diagrama de la conexión de un teclado matricial.

Fuente: (Parallax, 2011)

2.3 LCD Display de Cristal Líquido

Un LCD es un elemento de salida de datos que sirve para mostrar mensajes que indican al usuario el estado de la máquina o de algún dispositivo. El LCD está formado por 2 capas conductoras transparentes y en el centro se introduce un cristal líquido para el paso de la luz y si circula una pequeña corriente en los electrodos se puede representar un segmento de un número. (Pergamino Virtual, 1998-2013)

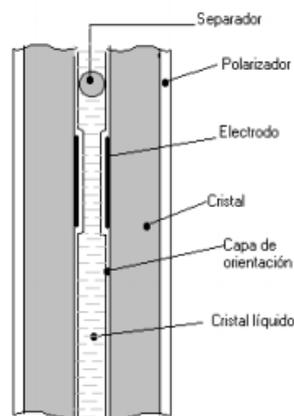


Figura 2.6: Diagrama estructural interna de un LCD.

Fuente: (Francesc Casanellas, 2013)

2.3.1 Características de un LCD.

Alimentación

La tensión a la que trabaja el LCD es de 5 V con un consumo de 5 mA. (ITSPA, 2011)

Tipos de memoria del LCD.

Un LCD dispone de 2 tipos de memoria la DD-RAM y la CG-RAM. (ITSPA, 2011)

La DD-RAM (Display Data Ram) almacena los caracteres en posiciones que no puede visualizar el usuario ya que almacena dos líneas de 40 caracteres pero sólo se observan por el usuario 2 líneas de 16 caracteres y la capacidad de esta memoria es de 80 bytes. (ITSPA, 2011)

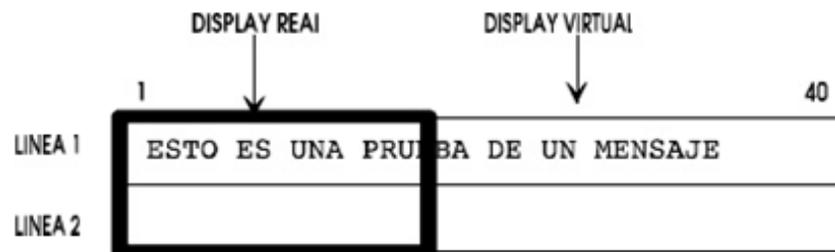


Figura 2.7: Diagrama del LCD real respecto al virtual cuando se energiza el LCD.

Fuente: (ITSPA, 2011)

En la memoria CG-RAM se encuentran los caracteres definidos por el usuario y está constituido por 64 posiciones con direcciones que van desde \$00 hasta \$3F, cada posición es de 5 bits. (ITSPA, 2011)

Esta memoria CG-RAM tiene 8 bloques correspondiendo cada bloque a un caracter definible por el usuario que van del 0 al 7 y estas direcciones están en hexadecimal. (ITSPA, 2011)

- **Control de Contraste.**

Para controlar el contraste se debe introducir por el pin Vo una tensión entre 5 V y 0 V pero la tensión típica es de 0.6 V, también se coloca un potenciómetro para ajustar el contraste del LCD de acuerdo a las necesidades del usuario. (ITSPA, 2011)

2.4 Módulo para Tonos Polifónicos.

El módulo de tonos polifónicos es un dispositivo en el cual se almacena pistas de audio MP3 ya sean de voz o melodías previamente grabadas desde una computadora a través de una SD MEMORY CARD de diferentes capacidades de lectura de datos.

Tiene un sistema de control por medio de un microcontrolador que es el encargado de realizar accesos hacia la memoria SD MEMORY CARD para reproducir las pistas grabadas desde la computadora, también es necesario para reproducir las pistas de audio contar con un amplificador de audio de 3 W para posteriormente conectar a un parlante y escuchar la melodía seleccionada.

Muchos de los reproductores MP3 constan de pines los cuales sirven para subir o bajar el volumen para pausar o poner play en la canción o para pasar a la anterior canción, pero para grabar las pistas de audio que se van a reproducir es necesario grabar un formato de 3 o 5 dígitos o sea 00001 para la pista 1 y así sucesivamente.

2.5 Servomotores

Es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento para el control de precisión de velocidad, torque y posición. (González, 2002-2003)

Un servomotor rota continuamente, lo hace en pequeños pasos, en sentido horario y antihorario, a través de un campo limitado de movimiento. (González, 2002-2003)

Un servomotor puede ser llevado a posiciones angulares al enviar una señal codificada ya que siempre mantendrá la posición angular del engranaje, sin embargo cuando esta cambia, los piñones también varían su ubicación. (González, 2002-2003)

El servo es sumamente fuerte para su tamaño debido a que su torque es grande y su potencia es proporcional para cargas mecánicas y no consume mucha energía por lo que un servo estándar oscila entre 3 kg por cm. (González, 2002-2003)

2.5.1 Partes principales de un servomotor.



Figura 2.9: Partes principales internas de un servomotor.

Fuente: (González, 2002-2003)

Un servomotor está constituido por una circuitería interna de control para su posicionamiento y un potenciómetro para el ángulo del servomotor, también tiene un motor, un juego de piñones y una caja de protección. (González, 2002-2003)

Se puede observar en la figura 2.10 que tiene 3 cables, el uno es para la alimentación a VCC (5 V), el segundo es para GND o conexión a tierra y el del medio es para el control del servomotor. (Carletti, 2007-2012)

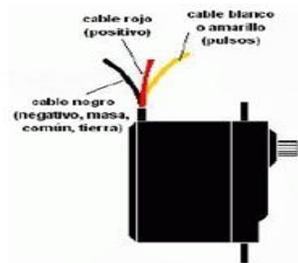


Figura 2.10: Diagrama de pines de un servomotor.

Fuente: (Carletti, 2007-2012)

Es necesario señalar que cuando el eje esta en ángulo correcto el servo se encuentra apagado, pero si el circuito de control detecta que el ángulo no es el correcto el motor gira hasta llegar al ángulo correcto y tiene la posibilidad un servo de llegar hasta 180 grados, la cantidad de voltaje aplicado al servo es proporcional a su distancia. (González, 2002-2003)

2.5.2 Ángulo de posición para el servomotor.

El cable de control se utiliza para comunicar el ángulo. El ángulo viene determinado por la duración de pulso que se aplique al cable de control y a este se le llama PCM (Modulación codificada por pulsos), para su correcto funcionamiento el servo debe tener 20 ms (0.02 s) y estos pulsos determinan los giros del motor en cualquier sentido. (González, 2002-2003)

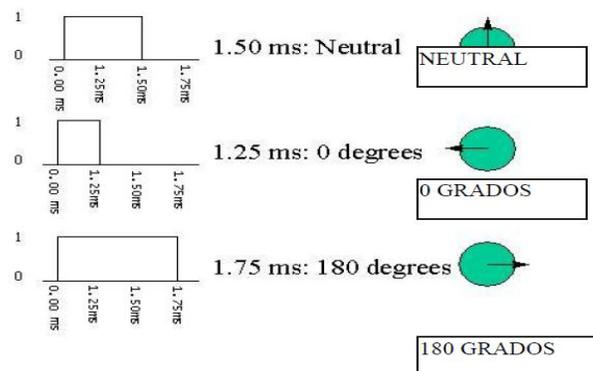


Figura 2.11: Ángulo de posicionamiento del servomotor.

Fuente: (González, 2002-2003)

En la figura 2.11 se observa un pulso de duración de 1.5 ms que hace que el motor gire 90 grados o también llamada posición neutra, en cambio si es menor de 1.5 ms el motor va a 0 grados y si es mayor a 1.5 ms el motor va a 180 grados. (González, 2002-2003)

Es importante señalar que para posicionarlo en un ángulo determinado se debe recurrir a la hoja de datos del servomotor seleccionado porque si se da mayor duración al pulso se escuchará un zumbido y el potenciómetro llegará a su tope máximo. (González, 2002-2003)

2.6 Motores de Corriente Continua

Un motor es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Están conformados por 2 imanes permanentes que se encuentran en su carcasa y también posee bobinados que están ubicados en el eje del motor. (Rueda, 2009)

Su funcionamiento se debe a que el imán permanente genera un campo magnético a través de las bobinas por lo que genera el movimiento en el eje del motor produciéndose un torque o fuerza de giro en el motor. (Rueda, 2009)

La fuerza de giro depende de la cantidad de corriente, el alambre de cobre utilizado, el número de vueltas del bobinado, etc. (Rueda, 2009)



Figura 2.12: Motor de corriente continua

Fuente: (Rueda, 2009)

2.6.1 Control del sentido de giro para el motor.

La forma más sencilla de controlar el giro de un motor es utilizando una fuente de poder simétrica con 2 contactos ya que al invertir la polaridad de alimentación el motor invierte el giro, pero se debe utilizar un capacitor en paralelo entre los bornes del motor con el objetivo de amortiguar la inducción de las bobinas internas. (Rueda, 2009)

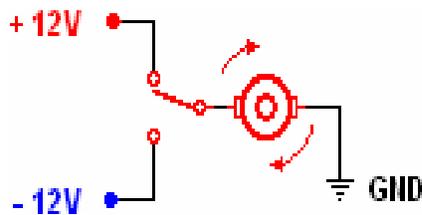


Figura 2.13: Inversión de giro de un motor de corriente continua.

Fuente: (Rueda, 2009)

CAPÍTULO 3

ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPENSADOR DE PASTILLAS AUTOMATIZADO CON AVISOS POLIFÓNICOS PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD.

Introducción

En este capítulo se presenta el estudio, el diseño, el montaje y la construcción del dispensador de pastillas que consta de la parte electrónica, la electromecánica y la parte mecánica.

En la parte electrónica se presenta el software y el hardware que contienen los diagramas de flujo, diagramas circuitales, diagramas esquemáticos con la explicación y funcionamiento de cada dispositivo así como los módulos necesarios.

En la parte electromecánica se presenta el diseño y el montaje de los dispositivos requeridos para este proyecto.

En la parte mecánica se presenta diagramas estructurales de los diferentes componentes del equipo.

3.1. Estudio de las características técnicas de los elementos que se necesitan para realizar el dispensador de pastillas.

3.1.1 Microcontroladores.

3.1.1.1 PIC 16F877A.

Posee una memoria flash, es fabricado con tecnología CMOS, posee 40 pines

Diagrama de Pines del PIC 16F877A

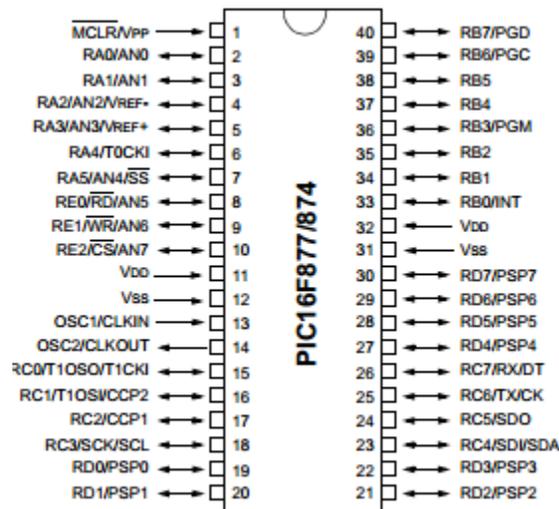


Figura 3.1: Diagrama de pines del microcontrolador 16F877A

Fuente: (Microchip Technology inc., 2001)

Características principales del PIC 16F877A. (Microchip Technology inc., 2001)

- Memoria de programa: FLASH, 8 K x 14 palabras.
- Memoria de datos: 368 x 8 bytes de RAM y 256 x 8 bytes de EEPROM.
- Frecuencia oscilador: DC- 20 MHz (máxima)
- 3 Temporizadores/Contadores.
- Líneas de E/S : 6 para el puerto A, 8 para el puerto B, 8 para el puerto C, 8 para el puerto D y 3 para el puerto E y 8 entradas análogas.
- 2 módulos de Comparación y Captura/PWM.
- Convertidor Análogo/Digital de 10 bits multicanal
- Puerto serial síncrono con bus SPI y bus I²C
- Comunicación Serial USART con dirección de detección de 9 bits y MSSP.
- Voltaje de alimentación de 2 V a 5.5 V de DC

3.1.1.2 ATMEGA 16

Los microcontroladores AVR son los más actuales del mercado ya que poseen herramientas más fáciles de control de software y de hardware. Poseen interfaces como son SPI, PC, UART, USB, 1WIRE, 2WIRE. (Atmel Corporation, 2010)

El ATMEGA 16 L es uno de los microcontroladores más completos que facilita realizar proyectos complejos, posee 4 puertos A,B,C,D que se usan como entradas y salidas también poseen canales de conversión A/D.

A diferencia de los microcontroladores PIC poseen en el puerto B pines para conectar directamente al programador, el puerto C están los pines de comunicación PC , SDA Y SCL para el reloj de tiempo real y en el puerto D están los pines de transmisión y recepción de datos.

Diagrama de Pines del ATMEGA 16

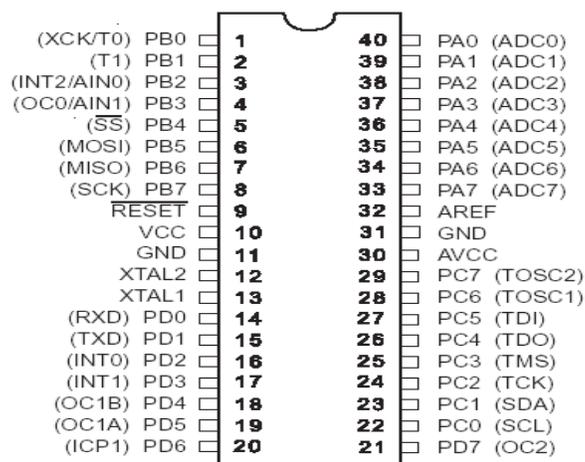


Figura 3.2: Diagrama de pines del ATMEGA 16 L.

Fuente: (Atmel Corporation, 2010)

Características principales del ATMEGA 16 (NetzeK, 2014)

- 32 registros de propósito general
- 16 Kbytes de memoria de programa
- 512 bytes de memoria no volátil EEPROM
- 1 Kbyte en memoria interna SRAM
- 4 canales PWM
- 8 canales ADC de 10 bits
- Comunicación USART
- Oscilador interno RC de 1Mhz, 2Mhz, 4Mhz y 8Mhz
- RTC interno con cristal de 32768 Hz
- Voltaje de operación de 2,7 V a 5,5 V

Programación del ATMEGA 16

Este microcontrolador se programa en Bascom de la empresa MCS Electronics y se programa en lenguaje de alto nivel al igual que los PIC.

Funcionamiento del ATMEGA 16

Es importante tener en cuenta que para grabar los microcontroladores ATMEGA se debe configurar los fusibles que para el caso de este microcontrolador son: (Velarde, 2009)

- Deshabilitar el JTAG, para habilitar el puerto C
- Seleccionar el tipo y valor del oscilador
- Luego de configurar los fusibles o fuse bits se puede grabar con el botón write, del espacio lock value.

3.1.1.3 MICROCONTROLADOR PIC 18F452.

Diagrama de Pines del PIC 18F452

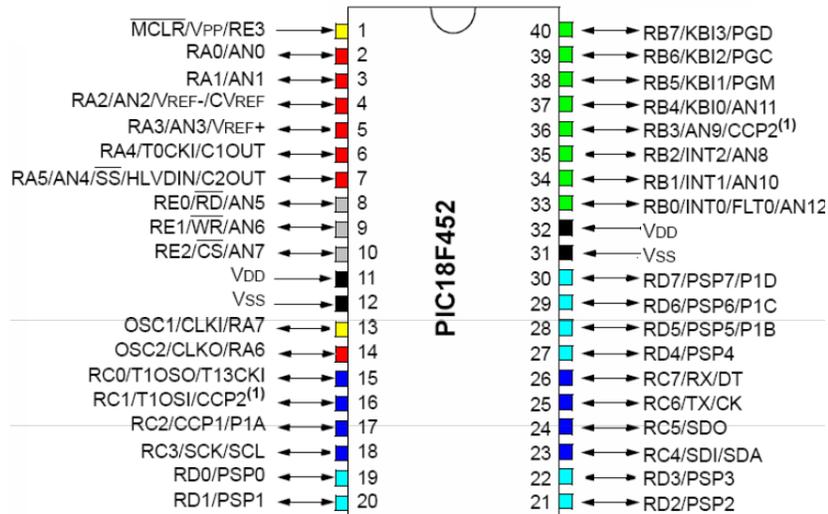


Figura 3.3: Diagrama de pines del PIC 18F452.

Fuente: (Trujillo Arias, 2009)

Características principales del PIC 18F452. (Microchip Technology inc., 2002)

- 32Kbytes de Memoria del programa FLASH
- 256 Bytes de memoria EEPROM
- 1536 Bytes de memoria SRAM
- Frecuencia máx. 40MHz
- Cantidad de entradas/salidas 34
- Cantidad de timers 8-bit (1)
- Cantidad de timers 16-bit (3)
- Tensión de trabajo 2,0 V a 5,5 V
- Comunicación USART

En la tabla 3.1 se realiza las comparaciones de las características técnicas de los microcontroladores.

Nombre del parámetro	PIC 16F877A	ATMEGA 16 L	PIC 18F452
Memoria de programa	FLASH, 8 Kbytes	Flash, 16 Kbytes	FLASH 32 Kbytes
Memoria de datos	256 bytes EEPROM, 368 bytes de RAM.	512 bytes de EEPROM, 1 Kbytes de SRAM	256 Bytes de EEPROM 1536 bytes de RAM
Frecuencia de Oscilación	XT= 20 MHz	RC=8 MHz	XT = 40 MHz
Timers y USART	3 timers y 1 USART	3 timers y 1 USART	4 timers y 1 USART
Puertos E/S	5	4	5
Conversión A/D	10 bits multicanal	10 bits multicanal	8 bits multicanal
Programación	Basic	Bascom	Basic

Tabla 3.1: Comparación de los Microcontroladores.

Fuente: (Microchip Technology inc., 2001) (Microchip Technology inc., 2002) (Atmel Corporation, 2010)

El microcontrolador PIC 18F452 se seleccionó ya que es el más idóneo para realizar este proyecto porque se programa en lenguaje amigable para el usuario que es el Basic, también sobresale sobre el ATMEGA por el número de puertos que posee tanto de entrada como de salida que son 5, al igual que el PIC 16F877A, pero tiene mayor capacidad de memoria de programa y como en este proyecto se debe programar varias líneas de programación, porque necesita controlar muchos elementos electrónicos como son teclado, LCD, módulo de tonos polifónicos, motores, etc. Por lo que la capacidad de memoria de este PIC es la adecuada para realizar el prototipo del dispensador de pastillas.

3.1.2 Módulos para tonos polifónicos

3.1.2.1 Módulo TDB-380

En este módulo se puede almacenar archivos de audio MP3, entre sus funciones tiene las siguientes; play, next, prev, vol-, vol+. Tiene interfaces serial y paralela para leer los datos; para descargar los archivos sólo se necesita una SD MEMORY CARD de 32 MB a 2 GB. (Tenda Electronics, 2012)

La fuente de alimentación para la tarjeta comúnmente es de 12 V pero su voltaje de operación es de 6 V a 24 V y la máxima corriente que consume es de 50 mA se puede almacenar hasta 3000 archivos en este módulo, las dimensiones de la tarjeta son de 51mm x 33mmx 8mm. (Tenda Electronics, 2012)

El diagrama de pines del módulo TDB-380 se puede observar en la figura 3.4

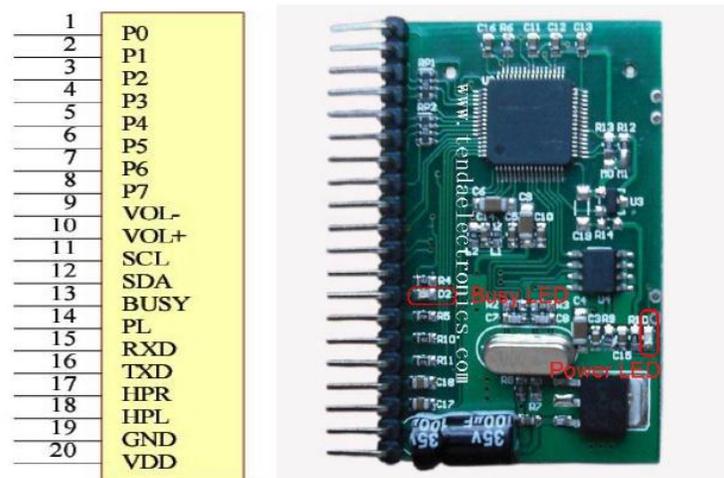


Figura 3.4: Diagrama del módulo TDB-380

Fuente: (Tenda Electronics, 2012)

La Tabla 3.2 muestra la descripción y utilización de los pines del módulo de tonos polifónicos.

Pin Name	# Pin	Description	Remark
P0-P7	8-1	Date Ports/Trigger input	
PL	14	Trigger input	
VOL +	9	Button, Vol +	
VOL -	10	Button, Vol -	
SCL	11	EEPROM CLK (I ² C)	
SDA	12	EEPROM DATA (I ² C)	
BUSY	13	Busy Low active	LED: D2 on PCB
RXD	15	Serial Port/ Data Receive	
TXD	16	Serial Port/ Data Transmit	
HPR	17	Audio output R	
HPL	18	Audio output L	
GND	19	Power GND	
VDD	20	Power Positive	LED: D1 on PCB

Tabla 3.2: Pines del Módulo de Tonos Polifónicos TDB-380.

Fuente: (Tenda Electronics, 2012)

Modos de operación del TDB-380

Los modos de operación son: serial, paralela, modo MP3 y modo de activación directa, La comunicación serial trabaja con los pines P0-P7 y en modo paralelo con los pines TXD y RXD, mientras que en el modo MP3 se pueden activar las funciones play, next, prev, etc. En el modo de activación directa se conecta pulsadores a las entradas del módulo en los pines P0-P7 se activa la canción que fue seleccionada por el pulsador. (Elechouse, 2011)

3.1.2.2 Módulo MP3 WT9501M03

GND	1	2	VDD
AL	3	4	GND
AR	5	6	GND
GBUF	7	8	TXD
P06	9	10	RXD
P05	11	12	EN
P04	13	14	NC
P03	15	16	NC
P02	17	18	3V3
P01	19	20	/RST
BUSY	21	22	GND
USB_D+	23	24	GND
USB_D-	25	26	USB_VDD



Figura 3.5: Pines del Módulo MP3 WT9501M03

Fuente: (Elechouse, 2011)

Este módulo MP3 tiene la capacidad de almacenamiento de archivos de audio desde 8 a 320 Kbps, la máxima capacidad de la SD MEMORY es de 32 GB puede comunicarse a través del puerto USB disco flash y SD. (Elechouse, 2011)

Viene integrado un amplificador de clase D de 3W, sus dimensiones son de 41 mm x 39 mm y su fuente de alimentación es de 5 V y la corriente es de 20 mA . (Elechouse, 2011)

Diagrama de pines del WT9501M03

# Pin	Pin Name	Functional Description
1	GND	GND
2	VCC	DC5V Input
3	L	Audio left output
4	GND	Power ground
5	R	Audio right output
6	GND	Power ground
7	GBUF	Audio ground
8	TXD	Serial Data transmitter
9	P06	I/O port
10	RXD	Serial Data Receiver
11	P05	I/O port
12	EN	Power Enable
13	P04	I/O port
14	NC	Reserved
15	P03	I/O port
16	NC	Reserved
17	P02	I/O port
18	3V3	DC 3.3V Output
19	P01	I/O port
20	/RST	Reset pin
21	BUSY	Busy signal the output is low when playing
22	GND	Power ground
23	USB D+	USB D+ input
24	GND	USB ground
25	USB D-	USB D- input
26	USB_VDD	USB Power

Tabla 3.3: Descripción del diagrama de pines del módulo WT9501M03.

Fuente: (Elechouse, 2011)

Modos de operación del WT9501M03

Este módulo tiene 2 modos de operación el modo de activación directa o de teclado y el modo serial, el modo de activación directa utiliza los pines P01-P06 para controlar el prev, next, vol, etc. Al igual que el módulo TDB-380 se controla directamente con pulsadores conectados a sus respectivos pines y el modo serial tiene una tasa de bits de 9600 baudios para configurar este modo serial es necesario programar códigos de operación tanto para la SD MEMORY CARD y la USB FLASH. (Elechouse, 2011)

3.1.2.3 Módulo Vmusic 1

Es una interfaz fantástica para reproducir música MP3, lo fabrica Vinculum. Posee conexión USB y puede reproducir archivos MP3 directamente desde una unidad flash MP3, se puede controlar los archivos y los estados de estos con el sistema archivo FAT mediante USART o SPI conectando al jumper de este dispositivo y sus dimensiones son 15 mm x 15 mm. (Vinculum, 2006)

Su fuente de alimentación es de 5 V, tiene 2 puertos de conexión USB. (Vinculum, 2006)



Figura 3.6 Diagrama de pines del módulo Vmusic1.

Fuente: (Vinculum, 2006)

En la tabla 3.4 se realiza las comparaciones de las características técnicas de los módulos MP3.

Nombre del Parámetro	TDB-380	WT9501M03	Vmusic 1
Dimensiones	51mm x 33mm x 8mm.	41 mm x 39 mm	15 mm x 15 mm
Modos de operación	Serial, paralela y activación directa	Serial y activación directa	Serial USART SPI con jumper
Corriente de operación	50 mA	20 mA	25 mA
Voltaje	12 V	5 V	5 V
Número de pines	20	26	6

Tabla 3.4: Comparación de las características técnicas de los módulos MP3.

Fuente: (Tenda Electronics, 2012) (Elechouse, 2011) (Vinculum, 2006),

El módulo de tonos polifónicos modelo TDB-380 se seleccionó ya que es más accesible tanto en la programación además no necesita un dispositivo adicional para su funcionamiento como es el caso del Vmusic1, también cuenta con más modos de operación que los otros módulos y tiene mayores proveedores para su venta, incluso se encuentra más información en la hoja de datos que los módulos Vmusic y el WT9501M03.

3.1.3 9 g Micro servo (1.6 Kg.)

Este micro servomotor es ideal para proyectos ya que se necesita potencias elevadas pero con un espacio reducido y sólo pesa 9 gramos, son utilizados principalmente para mover los brazos y piernas de un robot.

Especificaciones técnicas (Robotshop , 2014)

- Velocidad sin carga: 0,12 s /60 ° (4.8V)
- Torsión de la parada: 1,6 kg/ cm (4.8V)
- Voltaje: 4.8 V- 6 V
- Corriente de operación: menos de 500mA
- Tamaño: 22mmx12.5mmx29.5mm

3.2 Diseño de un dispensador de pastillas que pueda entregar las pastillas correspondientes a las personas de la tercera edad.

Con el objetivo de desglosar y entender cada módulo y dispositivo que conforma el dispensador de pastillas se ha procedido a explicar cada etapa por separado como se presenta en la figura 3.7

- Etapa de Alimentación de Voltaje EAV
- Etapa de Control EC
- Etapa Electromecánica ELM
- Etapa de Cerradura Electrónica ECE
- Módulo para tonos polifónicos MTP
- Estructura Mecánica EM

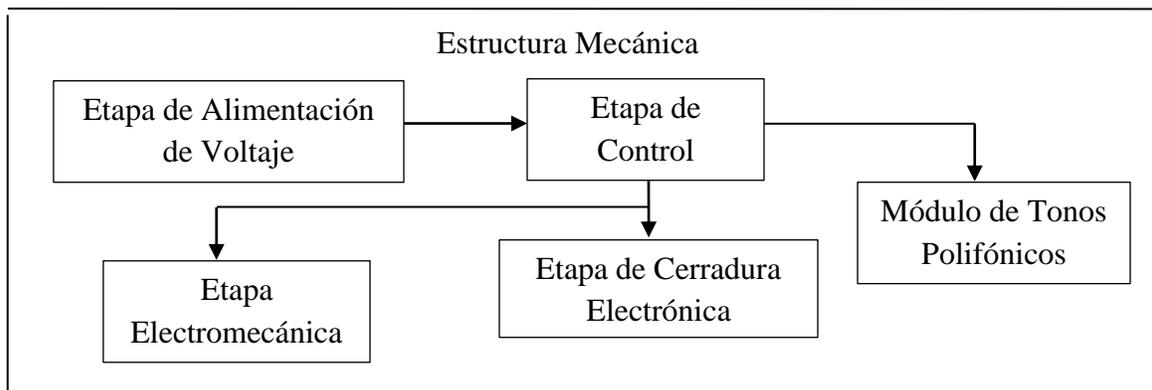


Figura 3.7: Diagrama de bloques general del Equipo.

Fuente: Investigador

- **Etapa de Alimentación de Voltaje EAV**

Esta etapa proporciona la energía eléctrica para todos los módulos y circuitos.

- **Etapa de Control EC**

Esta etapa comandará y ordenará cómo deben funcionar las demás etapas del dispensador de pastillas así como se podrán comunicar entre ellas para que cada una cumpla una función específica dentro de este proyecto.

- **Etapa Electromecánica ELM**

Esta etapa principalmente se encargará de controlar los servomotores de los 4 contenedores del dispensador de pastillas que empujará la pastilla de cada contenedor, así también de un dispositivo para abrir y cerrar las puertas de los mismos cuando algún contenedor se encuentre vacío.

- **Etapa de Cerradura Electrónica ECE**

Esta etapa controlará el acceso a los contenedores ya que tiene una cerradura electrónica en la caja exterior del dispensador con clave para el usuario y sólo se deberá abrir cuando se encuentre un contenedor vacío.

- **Módulo para tonos polifónicos MTP**

Básicamente este módulo servirá para alertar a la persona de que ya ha llegado la hora de tomar la respectiva pastilla recetada por el médico.

- **Estructura Mecánica EM**

Es la estructura mecánica en donde van instalados los diferentes módulos; debe ser muy cómodo para que el usuario para que lo pueda manipular con mucha facilidad, y además liviano para poderlo transportar a cualquier lugar.

3.2.1 Diseño del Hardware.

3.2.1.1 Diseño de la Etapa de Alimentación de Voltaje EAV.

Esquema electrónico de la EAV.

El circuito de la figura 3.8 servirá para regular el voltaje a 5 V entregado por una fuente de alimentación de 12 V.

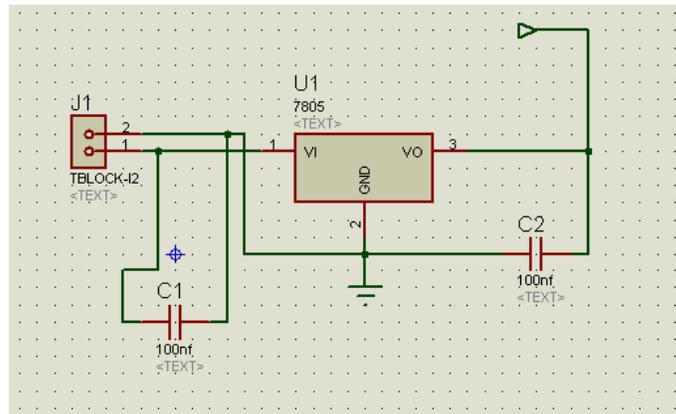


Figura 3.8: Diagrama Circuital de Fuente de Alimentación.

Fuente: Investigador

El regulador de tensión de 7805 tiene como tarea eliminar el "rizado" de tensión que proporciona el filtro de la fuente y mantener constante el nivel de tensión de salida sin importar el consumo de la carga, compensando las fluctuaciones que se produzcan. Para colaborar en esta tarea se colocará un condensador, C1, cuyo valor ha de ser como mínimo de 100nF. El condensador C2 ayudará a mejorar la respuesta ante transitorios y evitar oscilaciones que se generen al conectar al integrado respectivo.

3.2.1.2 Diseño de la Etapa de Control EC.

La etapa de control constará de tres módulos que se comunicarán entre sí como se observa en la figura 3.9

- Etapa de Procesamiento de Datos.
- Etapa de Visualización.
- Etapa de Ingreso de datos del usuario.

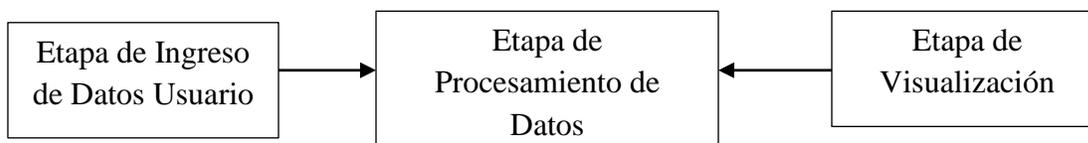


Figura 3.9: Diagrama de bloques general de la Etapa de Control.

Fuente: Investigador.

La etapa de Procesamiento de Datos trabajará conjuntamente con una etapa de Visualización, ya que permitirá observar todo lo que está pasando en ese momento como es la hora actual y la pastilla respectiva, también constará de un dispositivo en que el usuario pueda ingresar los datos de las pastillas que deba tomarse el paciente y las horas indicadas por el médico que a su vez irá interconectado a la etapa de Procesamiento de Datos.

- **Etapa de Procesamiento de Datos**

En esta etapa se procederá a controlar el funcionamiento de los demás dispositivos por medio de un microcontrolador PIC 18F452 en el cuál se programará las órdenes que deban ejecutar los motores, el LCD, el teclado, los servomotores y el módulo de tonos polifónicos.

- **Etapa de Visualización**

Esta etapa estará conformada principalmente por un LCD de pantalla líquida de 16 x2 en el que se observará la hora actual. Tendrá un chip DS 1307 que le permitirá siempre tener una memoria que servirá para que el reloj del dispensador siempre tenga igual la hora incluso en caso de desconectar la fuente principal.

También le permitirá al usuario ingresar datos importantes de lo que debe tomar el paciente así como la hora exacta que el dispensador le entregue la pastilla respectiva por lo que tendrá algunos menús y submenús que el usuario necesita para realizar las especificaciones anteriores y dará la señal de alerta si todavía hay o no pastillas en cada contenedor.

- **Etapa de Ingreso de Datos del Usuario**

Principalmente esta etapa contará con un teclado matricial en el que se ingresarán los datos por el usuario para que ejecute alguna acción en el dispensador de pastillas , así como también se podrá ingresar datos para activar la cerradura electrónica que serán enviados y visualizados en la etapa anterior.

a) Esquema electrónico del Procesamiento de Datos

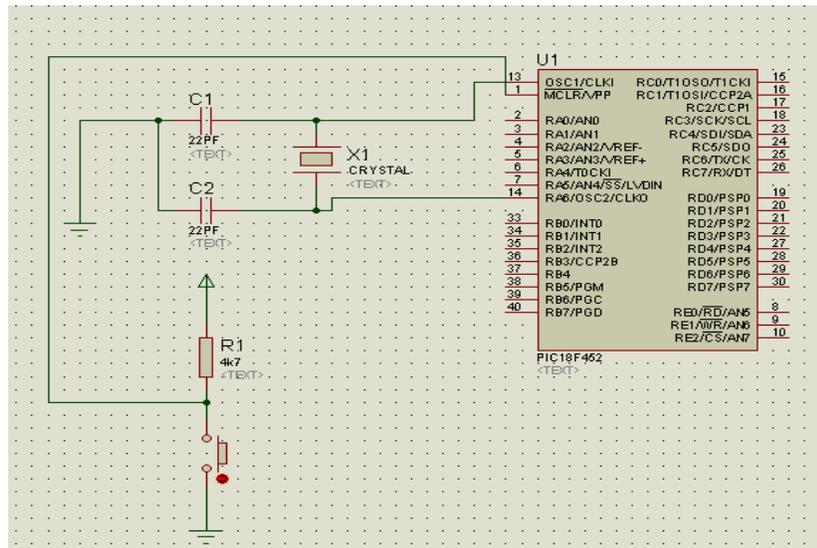


Figura 3.10: Esquema Electrónico del Procesamiento de Datos.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.10 se observa la etapa de Procesamiento de Datos para que ejecute todas las instrucciones de acuerdo al programa, hay que tener en cuenta que se debe agregar un reloj de tiempo real DS 1307 para que siempre mantenga la hora igual y en base a eso se pueda programar las horas indicadas por el médico. Esta etapa usará un cristal externo que se encargará de ejecutar las instrucciones en unos pocos microsegundos y con mucha precisión por lo que se conectarán al PIC 18F452 en los pines 13 y 14 respectivamente y vendrá acompañado este oscilador con 2 Capacitores C1 y C2 los que darán mayor precisión al ejecutar las instrucciones.

También se observa un master clear (MCLR) que sirve para resetear el PIC para ello es importante siempre tener conectados tanto el oscilador externo y el MCLR en el PIC 18F452 para su correcto funcionamiento.

b) Esquema electrónico de la Visualización de Datos.

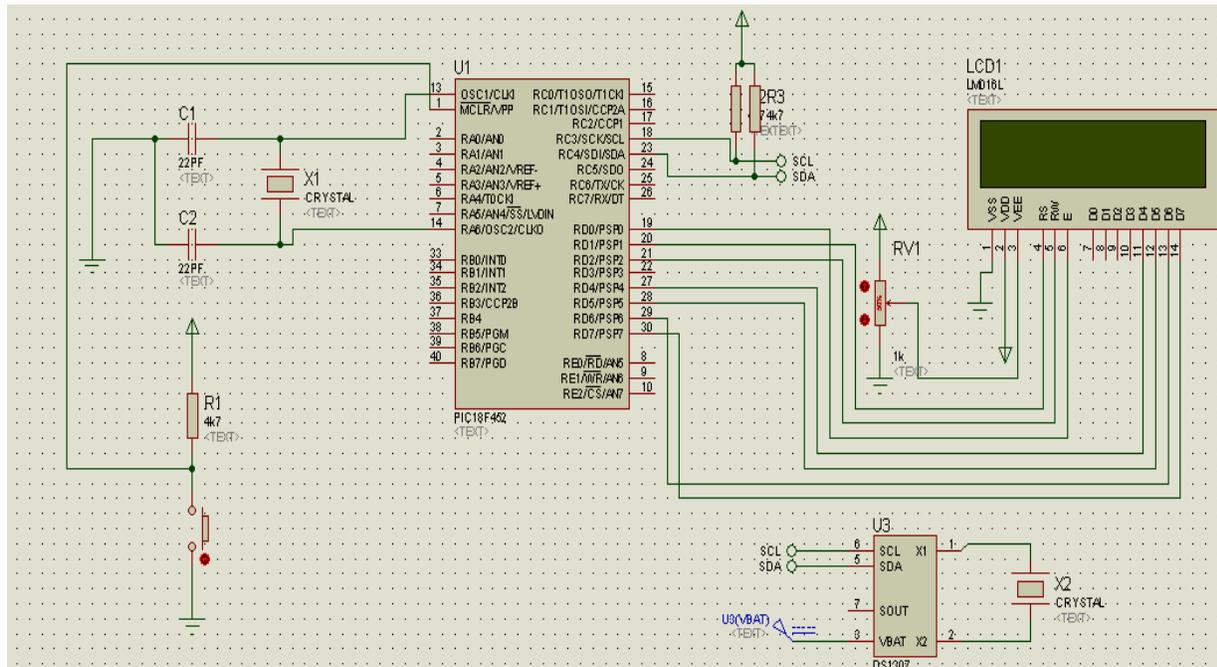


Figura 3.11: Esquema Electrónico de la etapa de visualización de datos.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.11 se observa un circuito para un reloj en tiempo real que contará con un cristal externo de 4MHz e irá conectado a los pines 1 y 2 del circuito integrado DS1307; este circuito permitirá al reloj tener la hora actualizada, incluso si se desconecta la alimentación del microcontrolador, este chip permitirá al reloj que se ponga en el último minuto en que se encontraba. También consta de 2 pines llamados SDA y SCL que se conectan a los pines 18 y 23 del PIC para enviar los datos seriales hacia el circuito DS 1307 y mantener siempre el reloj actualizado.

También en la figura 3.11 se utilizará un LCD 16x2 ya que al ingresar las horas y cantidad de pastillas se necesita visualizar los datos ingresados en el dispensador, por lo que se debe conectar un Blacklight para alumbrar el LCD, también se debe poner un potenciómetro en el pin 3 del LCD llamado V+ para ajustar el contraste de la pantalla y se debe habilitar el Enable (pin 6) para el correcto funcionamiento del LCD.

Los datos que se va a enviar al PIC son del (D4-D7), y también consta de 2 pines de alimentación GND y +5V.

c) Esquema electrónico del Ingreso de Datos.

En la fase de Ingreso de Datos se va a utilizar un teclado matricial de 4x3 en el que se podrá ingresar los datos de las horas y el nombre de las pastillas deseadas. Principalmente funciona como arreglo de pulsadores en los que se dará la orden de cuántas pastillas debe entregar a la hora señalada y cuáles son éstas; el diseño realiza un barrido exacto de las teclas o sea asegura un estado lógico al momento de leer el puerto.

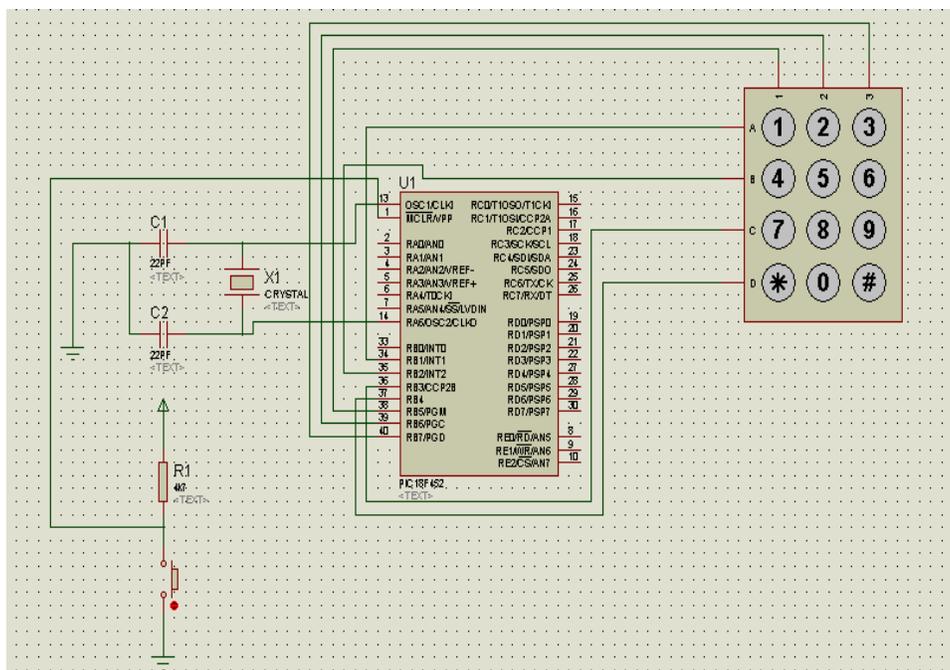


Figura 3.12: Esquema Electrónico de la Etapa de Ingreso de Datos.

Fuente: Investigador.

Para que el teclado funcione hay que activar las columnas de manera alternada, después de activar una de las columnas hay que verificar si se ha activado alguna de las filas, el que una de las filas esté activada implica que una de las teclas ha sido presionada y si fue así hay que determinar qué tecla fue.

En este diseño también se puede observar un oscilador externo en el microcontrolador, éste le garantiza mayor precisión en velocidad para que se ejecuten las instrucciones del PIC y también garantiza buen arranque del microcontrolador.

Internamente el oscilador externo de 4MHz tiene dividida la frecuencia en cuatro obteniendo 1Mhz por lo que cada instrucción se ejecuta en un microsegundo y los condensadores le dan una precisión exacta a este microcontrolador.

3.2.1.3 Diseño de la Etapa Electromecánica ELM.

Para diseñar la etapa Electromecánica es necesario considerar 2 partes principales que son:

- Servomotores
- Motor de corriente continua.

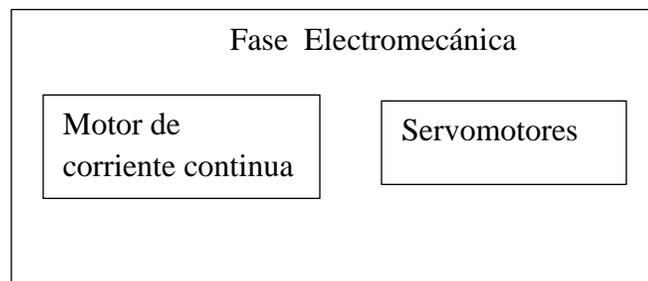


Figura 3.13: Diagrama de bloques de la Etapa Electromecánica.

Fuente: Investigador.

- **Servomotores**

Los servomotores estarán ubicados en la estructura mecánica en un lugar estratégico para que cumplan con sus respectivas funciones.

Habrán 4 servomotores que servirán para empujar las pastillas de cada contenedor cuando el microcontrolador ejecute las condiciones ingresadas por el usuario en cada contenedor, esto ocurrirá cuando llegue la hora de tomarse la pastilla del contenedor seleccionado.

- **Motor de corriente continua.**

El motor de corriente continua tendrá la función de girar en un sentido para abrir las puertas de los 4 contenedores cuando un contenedor se encuentre sin ninguna pastilla, entonces el usuario ingresando la clave respectiva podrá colocar una nueva remesa.

a) Esquema electrónico de los Servomotores.

En la figura 3.14 se muestra los 4 servomotores que se utilizarán en este proyecto, tienen la capacidad de posicionarse de forma inmediata en cualquier posición dentro de su rango de operación que es de 180 grados aproximadamente y está formado internamente por un amplificador, un motor, engranajes y una realimentación.

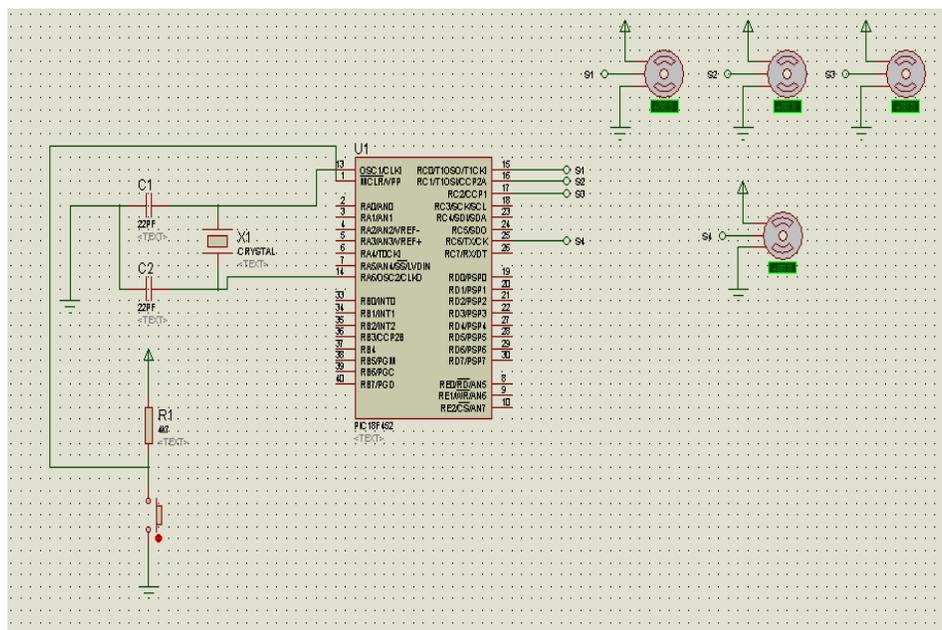


Figura 3.14: Esquema Electrónico de los Servomotores.

Fuente: Investigador.

Los cables del medio S1, S2, S3, S4 de los servomotores irán conectados a los pines 15, 16, 17, 25 del PIC 18F452 respectivamente, mientras que los dos cables restantes deben ir a 5V y GND respectivamente.

b) Esquema electrónico del Motor de corriente continua

La fase del motor consta del circuito integrado L293D que es básicamente un arreglo de transistores Darlington que normalmente sirve para controlar el giro del motor de corriente continua y sirve para abrir o cerrar los contenedores del dispensador de pastillas.

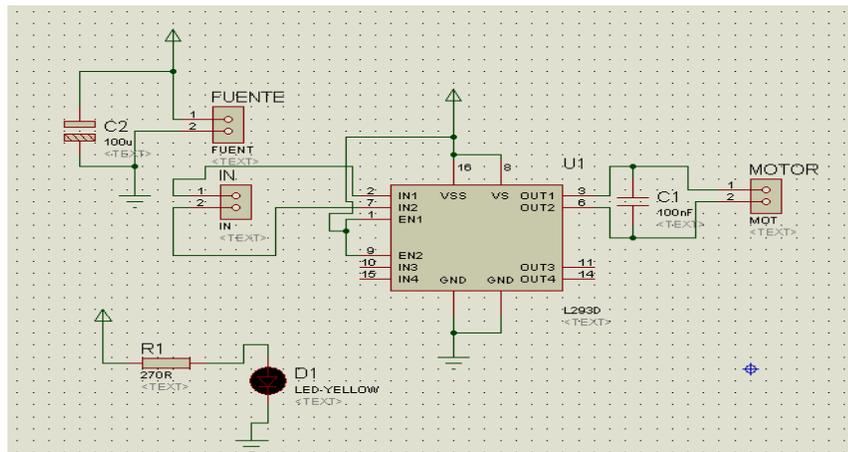


Figura 3.15: Esquema Electrónico del Motor de corriente continua.

Fuente: Investigador.

3.2.1.4 Diseño de la Etapa de la cerradura electrónica ECE

En esta etapa se utilizará un servomotor que estará comandado por el microcontrolador PIC 18F452 e irá conectado al pin 26 del microcontrolador, que controlará cuando se active o se desactive la cerradura electrónica que funcionará al mismo tiempo que el motor de corriente continua; la apertura y el cierre de la caja externa se controlará por el giro ya sea en sentido horario o antihorario del servomotor.

La figura 3.16 muestra el esquema electrónico de la cerradura electrónica.

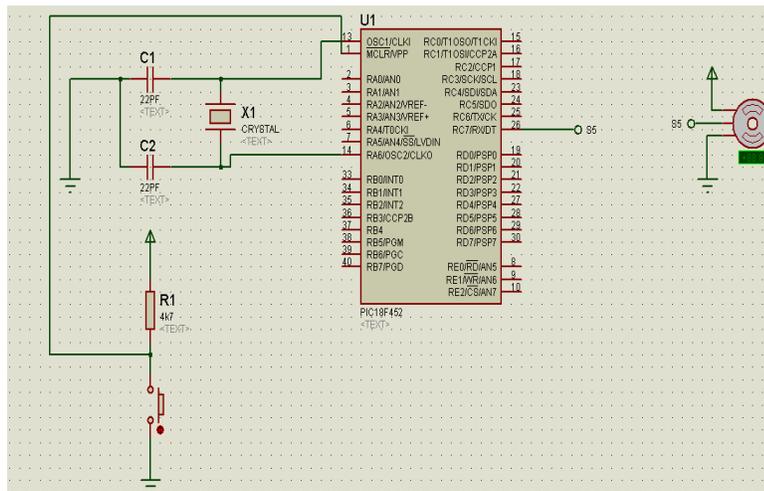


Figura 3.16: Esquema Electrónico del servomotor de la cerradura de la caja externa.

Fuente: Investigador.

3.2.1.5 Diseño del Módulo para tonos polifónicos MTP.

Principalmente estará formado por el dispositivo TDB-380, un módulo reproductor MP3 que se podrá conectar con el PC y ahí grabar los tonos que se desee y que luego con la ayuda del microcontrolador se podrá activar al momento que deba tomar las pastillas el paciente.

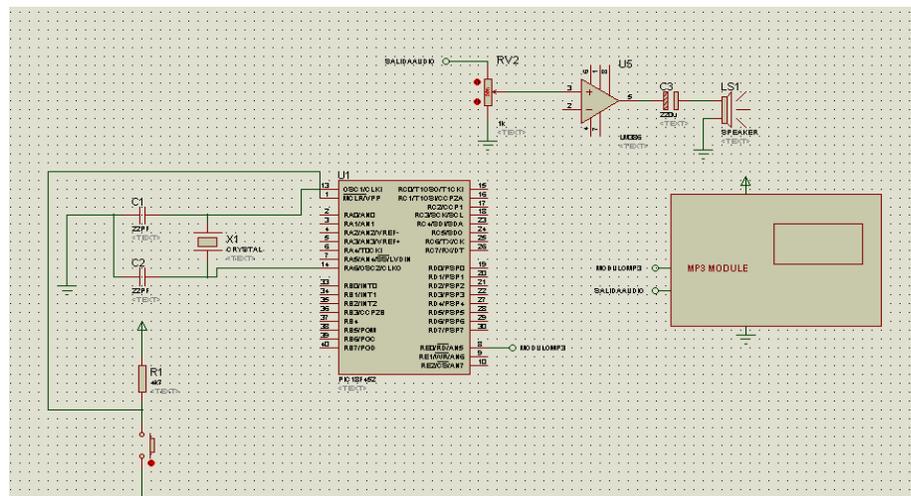


Figura 3.17: Esquema Electrónico del Módulo de Tonos polifónicos.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.17 se observa el esquema electrónico del módulo MP3, que tendrá la función especial de almacenar tonos polifónicos para lo cual contará con una SD MEMORY de capacidad 2GB que se conectará al TDB-380 para luego reproducir los tonos de acuerdo a las órdenes del microcontrolador.

El TDB-380 estará conectado al pin 8 del PIC 18F452 para que pueda reproducir el tono seleccionado.

El TDB-380 debe contar con un circuito que permita reproducir los sonidos de este módulo mediante un buzzer o parlante. La entrada del circuito estará conectada al pin 17 de este módulo. El parlante para su correcto funcionamiento contará con un potenciómetro que regulará la intensidad de sonido enviado por éste y se conectará con un circuito operacional que amplificará el sonido para que pueda ser entendido y también tendrá un capacitor filtro para evitar ruidos externos en el tono.

3.2.1 Diseño del Software

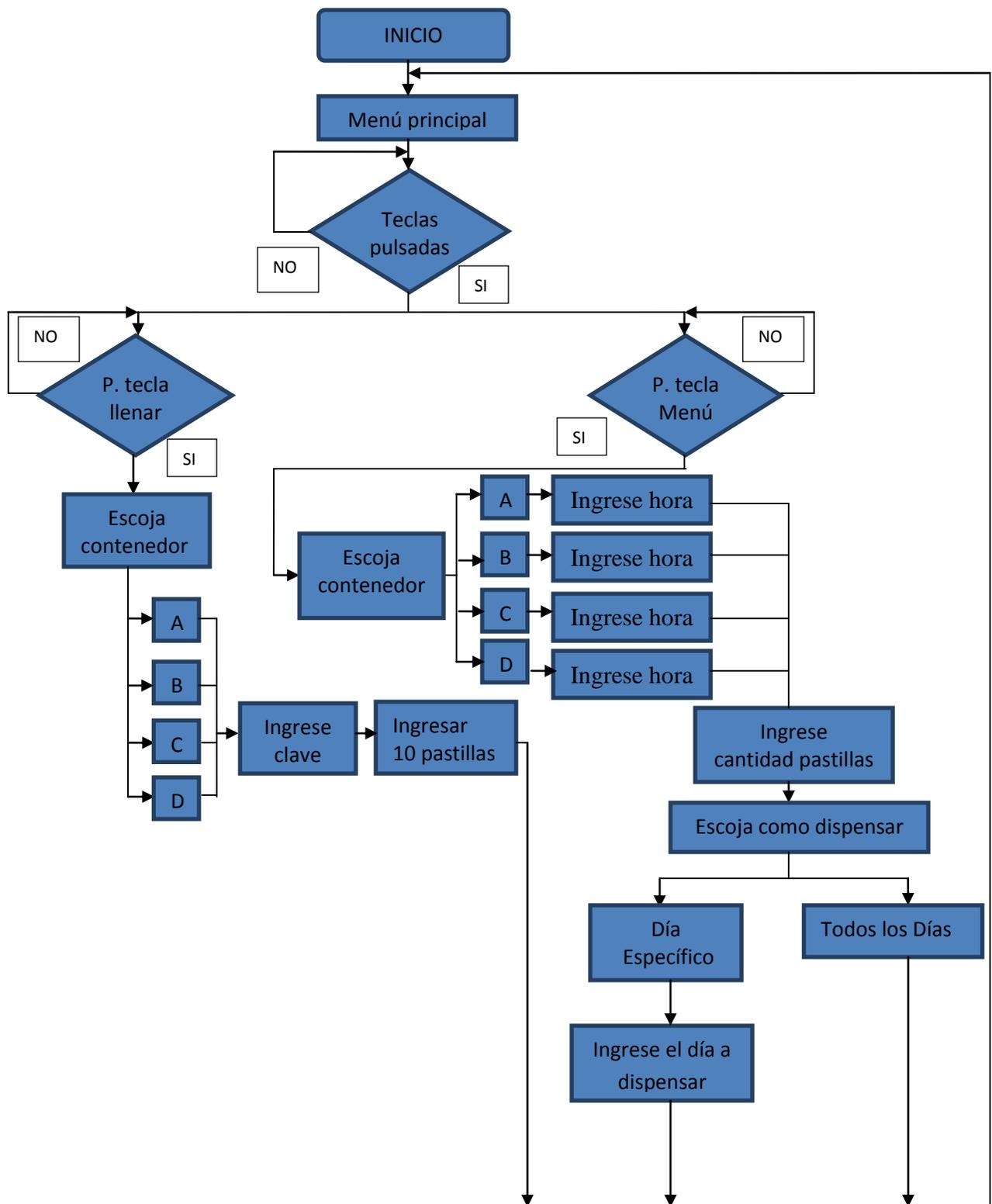


Figura 3.18: Diagrama de Flujo general del PIC.

Fuente: Investigador

3.2.3 Diseño de la Estructura Mecánica

Para el diseño de la estructura mecánica se tomó en cuenta varios bloques que se describen a continuación:

- Fase Principal de la Estructura Mecánica
- Disparador Automático
- Dispositivo móvil para abrir los contenedores
- Compuerta automática con Clave Electrónica

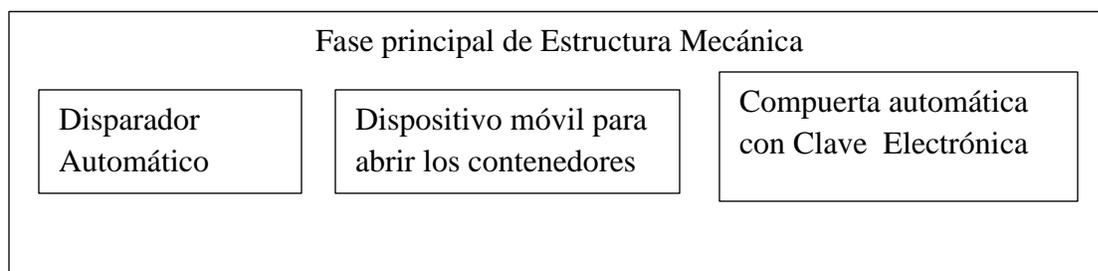


Figura 3.19: Diagrama de bloques de la Estructura mecánica.

Fuente: Investigador.

a) Fase Principal de la Estructura Mecánica

El diseño de la Estructura Mecánica consta principalmente de una estructura realizada en acrílico en la cual se ubicarán todas las etapas y módulos mencionados anteriormente por lo que será diseñada de tal manera que el usuario pueda controlar y utilizar de la manera más adecuada y cómoda. Se realizará el montaje de los motores que puedan controlar tanto los disparadores de cada contenedor y un dispositivo móvil para ingresar las pastillas en el contenedor que se encuentre vacío. Básicamente tendrá 4 contenedores en el que ubicará el usuario las pastillas respectivas recetadas por el médico y un mecanismo que permita abrir para colocar una nueva remesa de pastillas cuando algún contenedor se encuentre vacío.

Adicionalmente tendrá un mecanismo exterior que pueda permitir o no el acceso para colocar la nueva remesa de pastillas para protección tanto de las pastillas y de ser manipulado por cualquier persona no autorizada a usar este dispensador.

b) Disparador Automático.

Estará formado por el servomotor que tendrá la función de trasladar la pastilla del dispensador hacia el depósito en el que obtendrá el usuario la pastilla respectiva; estará compuesto por una estructura de palanca que irá montada en el servomotor que se activará y desplazará la pastilla para luego regresar a su posición inicial.

c) Dispositivo móvil para abrir los contenedores.

Estará formada por un motor de corriente continua y unos engranes para abrir o cerrar la puerta que se activará cuando cualquier contenedor se encuentre sin ninguna pastilla.

d) Compuerta automática con Clave Electrónica.

Esta compuerta estará ubicada en el caja exterior del dispensador y estará formado por un servomotor que se activará según las órdenes del microcontrolador después de ingresar la clave electrónica.

3.2.3.1 Diagramas estructurales

- **Diagrama estructural de la base del dispensador de pastillas.**

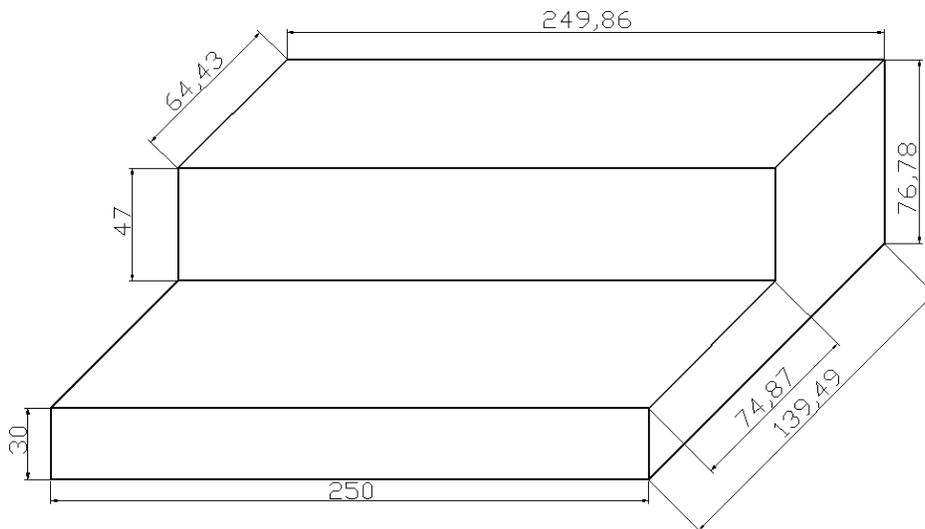


Figura 3.20: Diseño de la base del dispensador de pastillas.

Fuente: Investigador.

- Diagrama estructural de los contenedores de las pastillas.
- Contenedor de las Pastillas A

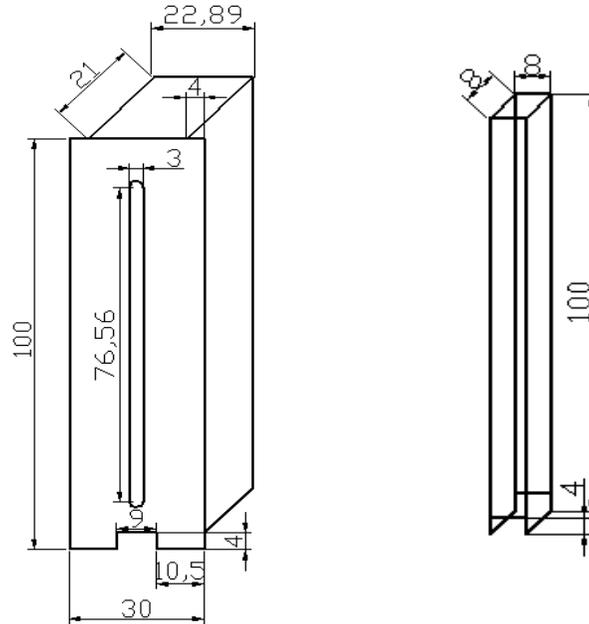


Figura 3.21: Diseño del contenedor A de las pastillas.

Fuente: Investigador.

- Contenedor de las Pastillas B

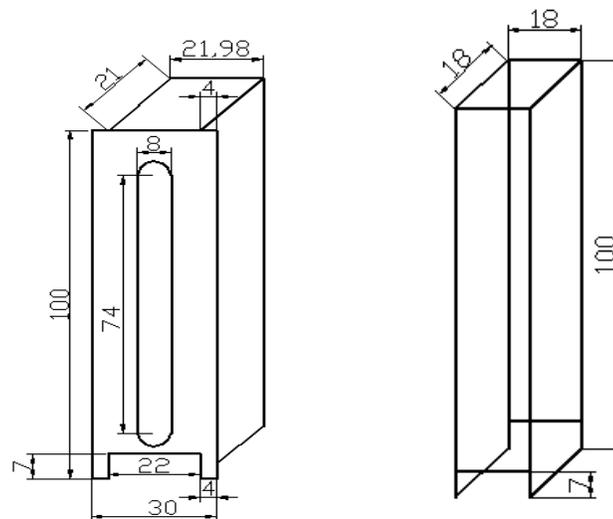


Figura 3.22: Diseño del contenedor B de las pastillas.

Fuente: Investigador.

- **Contenedor de las Pastillas C**

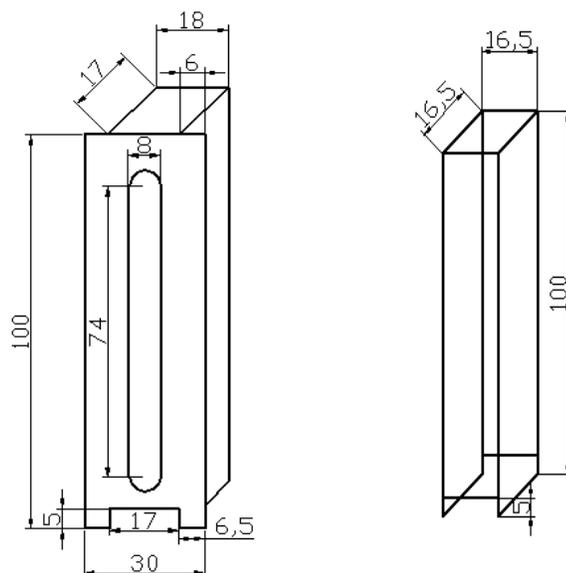


Figura 3.23: Diseño del contenedor C de las pastillas.

Fuente: Investigador.

- **Contenedor de las pastillas D**

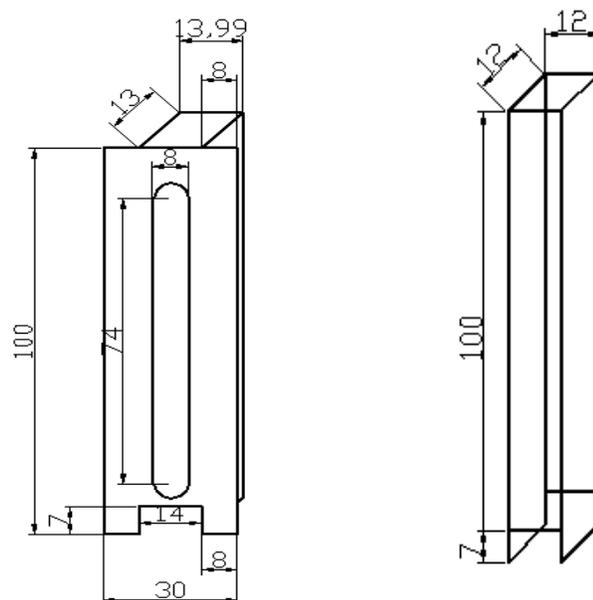


Figura 3.24: Diseño del contenedor D de las pastillas.

Fuente: Investigador.

- **Diagrama estructural del embudo por donde caen las pastillas.**

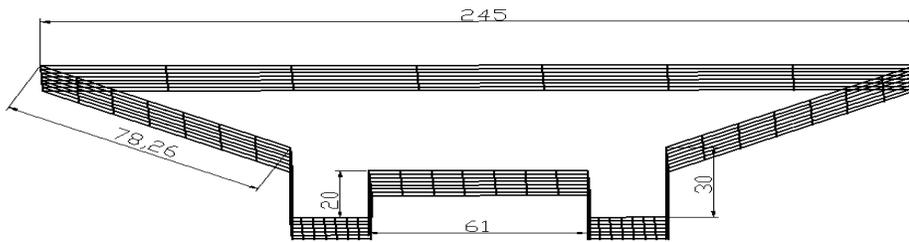


Figura 3.25: Diseño del embudo por donde caen las pastillas.

Fuente: Investigador.

- **Diagrama estructural de los orificios por donde caen las pastillas.**

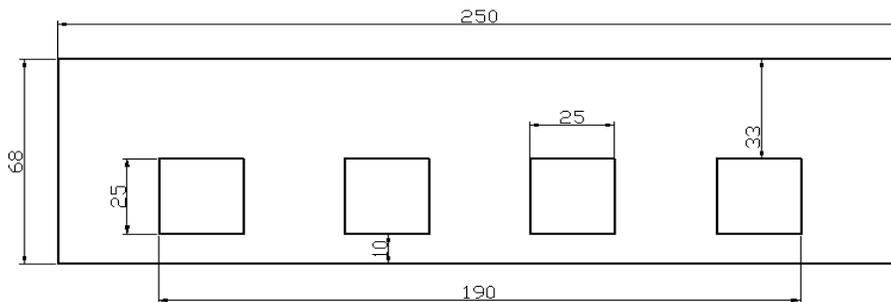


Figura 3.26: Diseño de la estructura de los orificios por donde caen las pastillas.

Fuente: Investigador.

- **Diagrama estructural de los disparadores de los contenedores de pastillas A y B.**

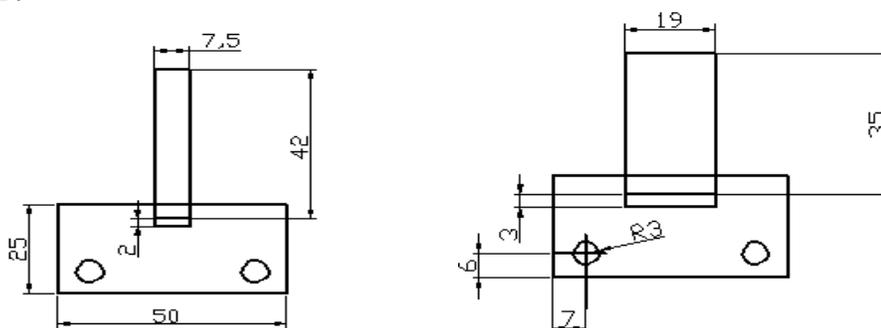


Figura 3.27: Diseño de los disparadores de los contenedores de pastillas A y B.

Fuente: Investigador.

- Diagrama estructural de los disparadores de los contenedores de pastillas C y D.

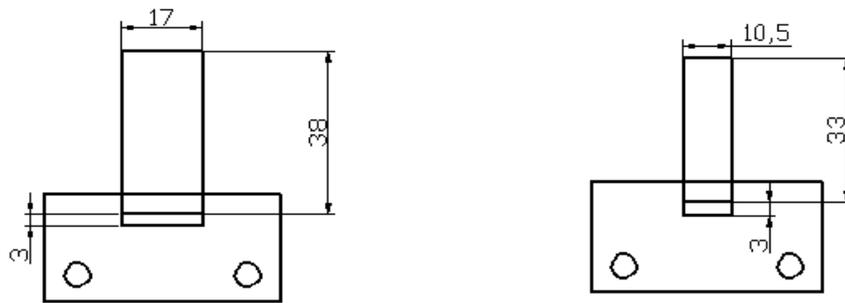


Figura 3.28: Diseño de los disparadores de los contenedores de pastillas C y D.

Fuente: Investigador.

- Diagrama estructural de la puerta automática de los contenedores de pastillas.

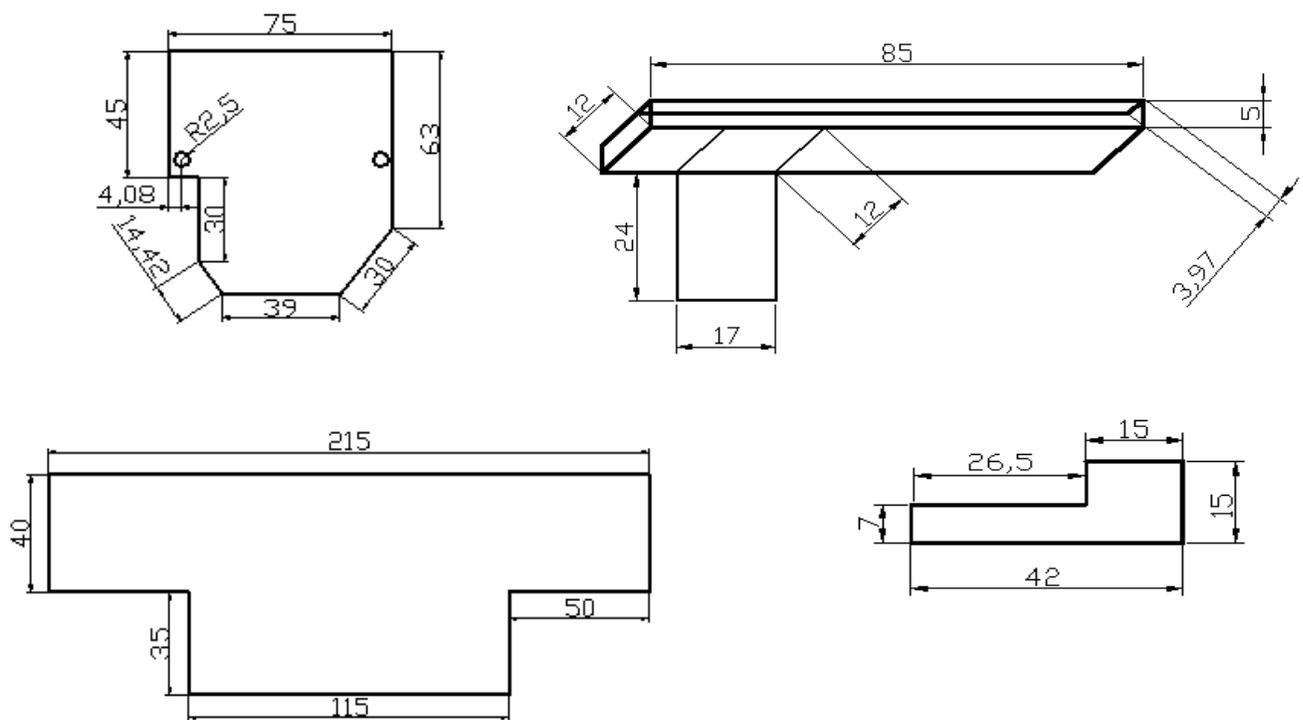


Figura 3.29: Diseño de la compuerta electrónica de los contenedores de pastillas.

Fuente: Investigador.

- **Diagrama estructural del cajón del depósito de las pastillas.**

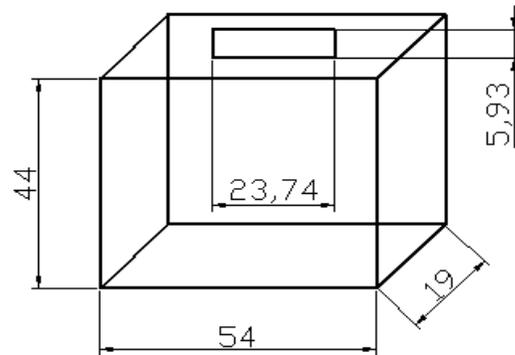


Figura 3.30: Diseño del cajón del depósito de pastillas.

Fuente: Investigador.

- **Diagrama estructural de los resortes de los disparadores de los contenedores.**

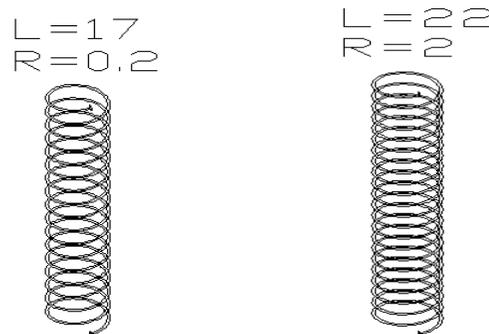


Figura 3.31: Diseño de los resortes de los disparadores de los contenedores.

Fuente: Investigador.

- Diagrama estructural de la caja exterior del dispensador de pastillas.

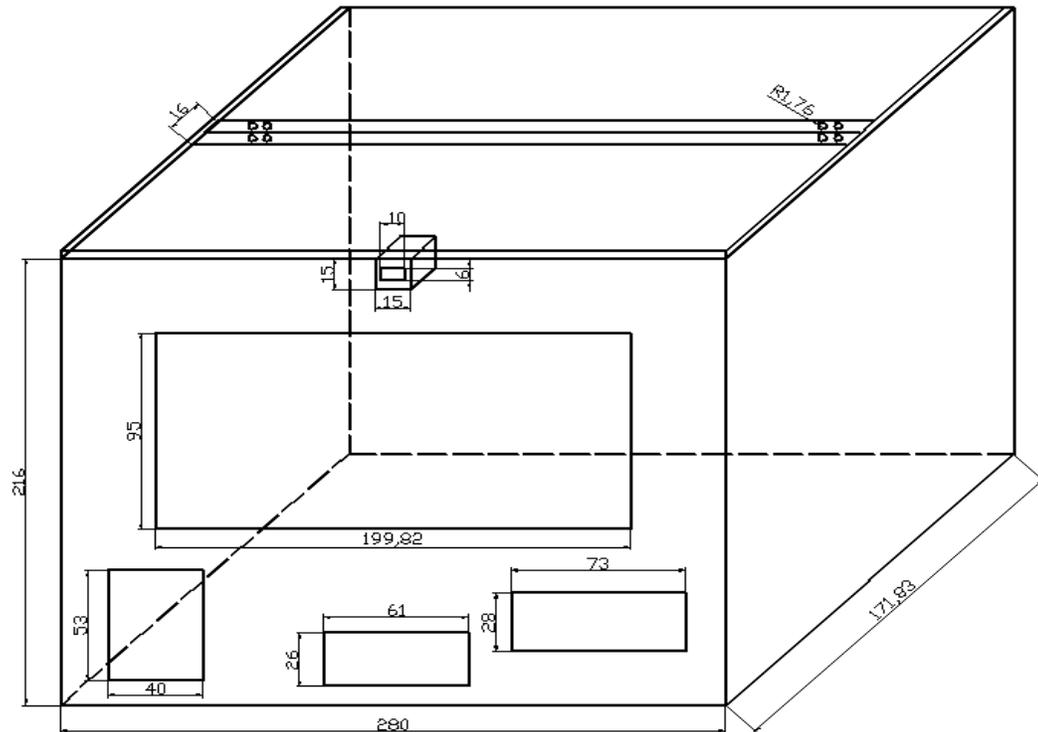


Figura 3.32: Diseño de la caja exterior del dispensador de pastillas.

Fuente: Investigador.

3.3 Montaje del Sistema.

3.3.1 Montaje de Hardware.

3.3.1.1 Pruebas electrónicas de Entrada y Salida de Datos.

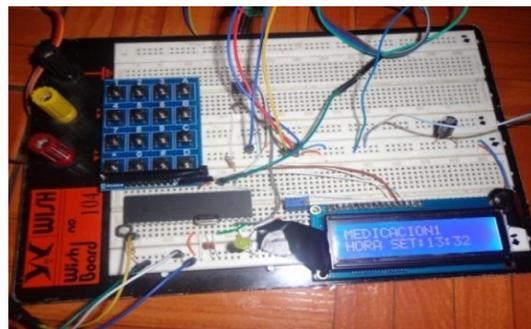


Figura 3.33: Montaje de pruebas electrónicas realizadas para una medicación.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.33 se observa el teclado en el cual se puede configurar la hora en que el usuario debe tomar las pastillas respectivas, ingresar la clave y escoger diferentes parámetros para los 4 contenedores respectivos.

En el LCD se visualiza la hora escogida y el medicamento que debe tomar una persona en el momento exacto recetado por el médico, con el cuál cuando llegue la hora se activará la alarma por consiguiente se ha escogido el contenedor A simulando haber programado dicha pastilla para el usuario y además ingresar la clave para abrir el contenedor cuando éste se encuentre vacío e ingresar más pastillas en dicho contenedor.

3.3.1.2 Pruebas electrónicas del Servomotor.



Figura 3.34: Pruebas del servomotor realizadas para un contenedor.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.34 se realiza las pruebas del servomotor justo cuando en el LCD marca la hora exacta en el que debe tomarse la pastilla el usuario, en ese momento se activa el servomotor del contenedor A realizando un giro hacia adelante durante corto tiempo simulando el disparador de pastillas y después realiza un giro hacia atrás para volver el disparador a su posición inicial.

3.3.1.3 Pruebas electrónicas del motor de corriente continua para la compuerta electrónica de apertura de los contenedores.

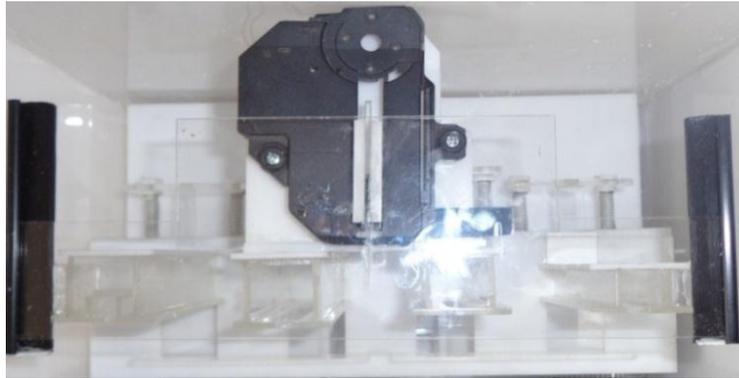


Figura 3.35: Pruebas del motor de corriente continua.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.35 se prueba la compuerta electrónica que permitirá abrir y cerrar los 4 contenedores cuando uno de estos se encuentre sin ninguna pastilla, para ello en primer lugar se debe ingresar la clave correcta luego de ello el motor de corriente continua se activa y gira en un sentido para abrir la compuerta, una vez ingresadas las pastillas en el contenedor deseado gira el motor en el otro sentido con la ayuda del mecanismo electrónico.

3.3.1.4 Pruebas electrónicas del Servomotor que asegura la caja exterior del dispensador.



Figura 3.36: Pruebas electrónicas del Servomotor de la caja externa.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.36 se puede observar el servomotor el cual funciona con 5V ya que al momento de alimentarle éste produce un movimiento en sentido antihorario generando la apertura de la cerradura electrónica pero sólo se podrá abrir ingresando la clave electrónica, para cerrar la cerradura externa se debe esperar el tiempo de llenado de algún contenedor luego del cual gira en sentido horario 45 grados de su posición inicial para asegurar el cierre la puerta externa del dispensador.

3.3.1.5 Pruebas electrónicas del módulo de tonos polifónicos.

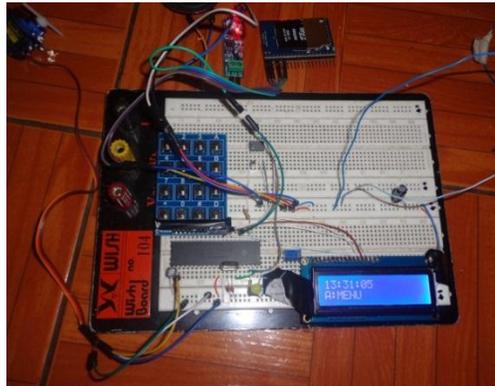


Figura 3.37: Pruebas del módulo de tonos polifónicos para el dispensador.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.37 se observa cómo va conectado el módulo de tonos polifónicos marca TDB-380 con el microcontrolador PIC 18F452, en este módulo se puede reproducir 4 pistas de voz para los 4 contenedores y así indicarle al usuario que ya es hora de tomar la respectiva pastilla. Este dispositivo trabaja en conjunto con la tarjeta SD MEMORY en la que se graba las pistas respectivas desde una PC.

En la figura 3.37 también se puede observar un amplificador conectado a este módulo y también a un parlante para poder reproducir las pistas que se grabó en este módulo. Este amplificador consta de un potenciómetro en el que se puede variar la frecuencia del tono de salida.

3.3.2 Montaje de Software.

```
DEFINE OSC 20

include "modedefs.bas"

CPIN Var Portc.3      ;pin señal de reloj I2C

DPIN Var Portc.4

trisd=0

portd=0

DEFINE LCD_DREG PORTD

DEFINE LCD_DBIT 4

DEFINE LCD_RSREG PORTD

DEFINE LCD_RSBIT 1

DEFINE LCD_EREG PORTD

DEFINE LCD_EBIT 0

ADCON1=7

TRISA=0

TRISE=0

pos2 varword

pos2=1500

lcdout $fe,1,"DISPENSADOR"

lcdout $fe,$C0,"DE PASTILLAS"

PAUSE 2500

Define I2C_SCLOUT1      ;No es necesario resistencia pull-up en SCL

NUMERO VAR BYTE

A VAR PORTB.7
```

B VAR PORTB.6

C VAR PORTB.5

D VAR PORTB.4

UNO VAR PORTB.0

DOS VAR PORTB.1

TRES VAR PORTB.2

CUATRO VAR PORTB.3

T1 VAR BYTE

T2 VAR BYTE

T3 VAR BYTE

C1 VAR BYTE

C2 VAR BYTE

C3 VAR BYTE

C1=0

C2=0

C3=0

AUXDIA VAR BYTE

xvar byte

Y VAR BYTE

SGR VAR BYTE

MIR VAR BYTE

HSR VAR BYTE

DIR VAR BYTE

NDR VAR BYTE

MSR VAR BYTE

AHOR VAR BYTE

SGR=\$40

MIR=\$52

HSR=\$13

DIR=\$05

NDR=\$47

MSR=\$02

AHOR=\$14

MC1 var byte

MC2 var byte

MC3 var byte

MC4 var byte

CANTA VAR BYTE

CANTA=1

CANTB VAR BYTE

CANTB=1

CANTC VAR BYTE

CANTC=1

CANTD VAR BYTE

CANTD=1

DIAA VAR BYTE

DIAA=1 'DOMINGO=1

DIAB VAR BYTE

DIAB=1

DIAC VAR BYTE

DIAC=1

DIAD VAR BYTE

DIAD=1

MC1=0

MC2=0

MC3=0

MC4=0

seguvar byte ;definir tamaño de variable segundos 1 a 255

minuvar byte ;variable para los minutos

horavar byte ;variable para las horas

diaSvar byte ;variable día de la semana

diaFvar byte ;variable día fecha del mes

mesvar byte ;variable mes

aniovar byte ;variable año de 2 dígitos

DATO VAR BYTE

AX1 VAR BYTE

AX2 VAR BYTE

MED1H VAR BYTE

MED1M VAR BYTE

MED2H VAR BYTE

MED2M VAR BYTE

MED3H VAR BYTE

MED3M VAR BYTE

MED4H VAR BYTE

MED4M VAR BYTE

POS VAR BYTE

hxvar byte

POS=1;"A"

SEGU=\$13

MINU=\$05

HORA=\$14

DIAS=\$6'DOM=1 LUN=2 MAR MIER JUEV VIER=6 SAB

DIAF=\$28

MES=\$03

ANIO=\$14

mx VAR BYTE

TPAP VAR BYTE

TPAP=5

'HIGH PORTA.2:LOW PORTA.3

for x= 1 to 15

high portC.5 'CERRAR PUERTA

pauseus 2500

low portC.5

pause 20

next x

'MC1=10

'MED1H=12

'MED1M=11

actualizado VAR BIT ;variable para almacenar un 1 o 0

EEPROM 0,[0] ;memoria 0 con el valor inicial 0 , sirve para

```
;indicar que nunca ha corrido este programa  
READ 0,actualizado ;carga el valor de la memoria EEPROM dirección 0  
IF actualizado =0 THEN grabarRTC  
HIGH PORTC.0  
PAUSE 500  
LOW PORTC.0  
for x= 1 to 15  
high portC.7 'RETIRO BRAZOa  
pauseus 2500  
low portC.7  
pause 20  
next x  
for x= 1 to 15  
high portC.6 'RETIRO BRAZO b  
pauseus 2500  
low portC.6  
pause 20  
next x  
for x= 1 to 15  
high portd.3 'RETIRO BRAZO c  
pauseus 2500  
low portd.3  
pause 20  
next x  
for x= 1 to 15
```

```

high portd.2 'RETIRO BRAZOd
pauseus 2500
low portd.2
pause 20
next x
INICIO:
'LCDOUT $FE,1,"DIGITE TECLA", DEC NUMERO
GOSUB VISUAL
'gosub reloj
GOSUB BARRIDO:GOSUB ESPACIO
IF NUMERO=14 THEN MENU
IF NUMERO=15 THEN LLENAR
IF MED1H=HX AND MED1M=mx then med1sound
IF MED2H=HX AND MED2M=mx then med2sound
IF MED3H=HX AND MED3M=mx then med3sound
IF MED4H=HX AND MED4M=mx then med4sound
PAUSE 500
GOTO INICIO
DERECHA:
PORTA=1:PAUSE TPAP:PORTA=2:PAUSE TPAP:PORTA=4:PAUSE
TPAP:PORTA=8:PAUSE TPAP
RETURN
IZQUIERDA:
PORTA=8:PAUSE TPAP:PORTA=4:PAUSE TPAP:PORTA=2:PAUSE
TPAP:PORTA=1:PAUSE TPAP
RETURN

```

ABRIRM:

'LOW PORTA.2:LOW PORTA.3

for x= 1 to 15

high portC.5 'ABRIR PUERTA

pauseus 1500

low portC.5

pause 20

next x

HIGH PORTA.0:LOW PORTA.1

PAUSE 2000

LOW PORTA.0:LOW PORTA.1

RETURN

CERRARM:

for x= 1 to 15

high portC.5 'CERRAR PUERTA

pauseus 2500

low portC.5

pause 20

next x

'HIGH PORTA.2:LOW PORTA.3

HIGH PORTA.1:LOW PORTA.0

PAUSE 1800

LOW PORTA.0:LOW PORTA.1

RETURN

LLENAR:

```
lcdout $fe,1,"ABCD:MEDICAMENTO"  
lcdout $fe,$C0,"PARA LLENAR"  
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO  
IF NUMERO=10 THEN  
GOSUB READCLAVE  
MC1=10  
lcdout $fe,1,"INGRESE 10 UNID"  
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO A"  
gosubabrir  
PAUSE 10000  
gosubcerrar  
ENDIF  
IF NUMERO=11 THEN  
GOSUB READCLAVE  
MC2=10  
lcdout $fe,1,"INGRESE 10 UNID"  
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO B"  
gosubabrir  
PAUSE 10000  
gosubcerrar  
ENDIF  
IF NUMERO=12 THEN  
GOSUB READCLAVE  
MC3=10  
lcdout $fe,1,"INGRESE 10 UNID"
```

```
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO C"  
gosubabrirrm  
PAUSE 10000  
gosubcerrarm  
ENDIF  
IF NUMERO=13 THEN  'MED D  
GOSUB READCLAVE  
MC4=10  
lcdout $fe,1,"INGRESE 10 UNID"  
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO D"  
gosubabrirrm  
PAUSE 10000  
gosubcerrarm  
ENDIF  
GOTO INICIO  
READCLAVE:  
lcdout $fe,1,"INGRESE CLAVE"  
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO:T1=NUMERO:LCDOUT $FE,$C0,DEC T1  
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO:T2=NUMERO:LCDOUT DEC T2  
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO:T3=NUMERO:LCDOUT DEC T3  
PAUSE 1000  
IF T1=C1 AND T2=C2 AND T3=C3 THEN  
lcdout $fe,1,"CLAVE CORRECTA"  
PAUSE 2000  
RETURN
```

```
ELSE
lcdout $fe,1,"CLAVE INCORRECTA"
PAUSE 2000
GOTO INICIO
ENDIF
GOTO INICIO
ABCOMPA:
for x= 1 to 15
high portC.7
pauseus 1500
low portC.7
pause 20
next x
PAUSE 2000
pos2=1500
for x= 1 to 10
high portC.7
pauseus pos2
low portC.7
pause 100
pos2=pos2+100
next x
RETURN
ABCOMPB:
for x= 1 to 15
```

```
high portC.6
pauseus 1500
low portC.6
pause 20
next x
PAUSE 2000
pos2=1500
for x= 1 to 10
high portC.6
pauseus pos2
low portC.6
pause 100
pos2=pos2+100
next x
RETURN
ABCOMPC:
for x= 1 to 15
high portD.3
pauseus 1500
low portD.3
pause 20
next x
PAUSE 2000
pos2=1500
for x= 1 to 10
```

```
high portD.3
pauseus 2500
low portD.3
pause 100
pos2=pos2+100
next x
RETURN
ABCOMP:
for x= 1 to 15
high portD.2
pauseus 1500
low portD.2
pause 20
next x
PAUSE 2000
pos2=1500
for x= 1 to 10
high portD.2
pauseus 2500
low portD.2
pause 100
pos2=pos2+100
next x
RETURN
med1sound:
```

```
HIGH PORTC.0
IF DIAA=DIAS OR DIAA=8 THEN
IF MC1>=CANTA THEN
MC1=MC1-CANTA
lcdout $fe,1,"DEBE TOMAR"
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO A:",DEC MC1
SEROUT2 PORTE.0,188,[1]
FOR Y= 1 TO CANTA
GOSUB ABCOMPA
PAUSE 1000
NEXT Y
PAUSE 60000
ELSE
lcdout $fe,1,"ERROR CANTIDAD"
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO A"
PAUSE 3000
ENDIF
ENDIF
gotoinicio
med2sound:
HIGH PORTC.0
IF DIAB=DIAS OR DIAB=8 THEN
IF MC2>=CANTB THEN
MC2=MC2-CANTB
lcdout $fe,1,"DEBE TOMAR"
```

```
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO B:",DEC MC2
SEROUT2 PORTE.0,188,[2]
FOR Y= 1 TO CANTB
GOSUB ABCOMPB
PAUSE 1000
NEXT Y
PAUSE 60000
ELSE
lcdout $fe,1,"ERROR CANTIDAD"
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO B"
PAUSE 3000
ENDIF
ENDIF
gotoinicio
med3sound:
HIGH PORTC.0
IF DIAC=DIAS OR DIAC=8 THEN
IF MC3>=CANTC THEN
MC3=MC3-CANTC
lcdout $fe,1,"DEBE TOMAR"
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO C:",DEC MC3
SEROUT2 PORTE.0,188,[3]
FOR Y= 1 TO CANTC
GOSUB ABCOMPC
PAUSE 1000
```

```
NEXT Y
PAUSE 60000
ELSE
lcdout $fe,1,"ERROR CANTIDAD"
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO C"
PAUSE 3000
ENDIF
ENDIF
gotoinicio
med4sound:
HIGH PORTC.0
IF DIAD=DIAS OR DIAD=8 THEN
IF MC4>=CANTD THEN
MC4=MC4-CANTD
lcdout $fe,1,"DEBE TOMAR"
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO D:",DEC MC4
SEROUT2 PORTE.0,188,[4]
FOR Y= 1 TO CANTD
GOSUB ABCOMPD
PAUSE 1000
NEXT Y
PAUSE 60000
ELSE
lcdout $fe,1,"ERROR CANTIDAD"
lcdout $fe,$C0,"MEDICAMENTO D"
```

```
PAUSE 3000

ENDIF

ENDIF

gotoinicio

MENU:

lcdout $fe,1,"1:SET PARAMETROS"

lcdout $fe,$C0,"2:SET CLAVE"

PAUSE 500

GOSUB BARRIDO:GOSUB ESPACIO

IF NUMERO=1 THEN PARAMETROS

IF NUMERO=2 THEN CLAVE

IF NUMERO=10 THEN IGUALARRTC1

GOTO MENU

PARAMETROS:

lcdout $fe,1,"SELECCIONE ABCD"

lcdout $fe,$C0,"PARA SET PARAMETROS"

PAUSE 500

GOSUB BARRIDO:GOSUB ESPACIO

IF NUMERO=10 THEN GOTO PHA 'A

IF NUMERO=11 THEN GOTO PHB 'B

IF NUMERO=12 THEN GOTO PHC 'C

IF NUMERO=13 THEN GOTO PHD 'D

GOTO PARAMETROS

INGRESO:

GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
```

```
AX1=NUMERO
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
AX2=NUMERO
RETURN
PHA:
lcdout $fe,1,"MED:A SET HORA"
PAUSE 1000
GOSUB INGRESO
MED1H=AX1*10+AX2
lcdout $fe,$C0,"HORA:" ,DEC MED1H
PAUSE 3000
lcdout $fe,1,"MED:A SET MINU"
PAUSE 100
GOSUB INGRESO
MED1M=AX1*10+AX2
lcdout $fe,$C0,"MINU:" ,DEC MED1M
PAUSE 3000
lcdout $fe,1,"MEDICACION:A"
lcdout $fe,$C0,"HORA SET:" ,DEC MED1H,":" ,DEC MED1M
PAUSE 5000
lcdout $fe,1,"MED:A CANTIDAD"
PAUSE 1000
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
CANTA=NUMERO
lcdout $fe,$C0,DEC2 CANTA," PASTILLAS"
```

```
PAUSE 5000

lcdout $fe,1,"1:TODOS LOS DIAS"

lcdout $fe,$C0,"2:DIA ESPECIFICO"

PAUSE 1000

GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO

IF NUMERO=1 THEN

DIAA=8

lcdout $fe,1,"MEDICAMENTO A"

lcdout $fe,$C0,"TODO LOS DIAS"

PAUSE 5000

GOTO INICIO

ELSE

numero=0

GOSUB DIAM

DIAA=AUXDIA

GOTO INICIO

ENDIF

DIAM:

lcdout $fe,1,"SELECCIONE DIA "

lcdout $fe,$c0          ; saltar a la 2da línea del LCD

if NUMERO=1 then lcdout "Dom.  A:SALIR"  ;mostrar día de la semana

if NUMERO=2 then lcdout "Lun.  A:SALIR"

if NUMERO=3 then lcdout "Mar.  A:SALIR"

if NUMERO=4 then lcdout "Mie.  A:SALIR"

if NUMERO=5 then lcdout "Jue.  A:SALIR"
```

```
if NUMERO=6 then lcdout "Vie.  A:SALIR"
if NUMERO=7 then lcdout "Sab.  A:SALIR"
pause 200

    GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
ifnumero=10 then RETURN
AUXDIA=NUMERO
GOTO DIAM
PHB:
lcdout $fe,1,"MED:B SET HORA"
PAUSE 1000
GOSUB INGRESO
MED2H=AX1*10+AX2
lcdout $fe,$C0,"HORA:" ,DEC MED2H
PAUSE 3000
lcdout $fe,1,"MED:B SET MINU"
PAUSE 100
GOSUB INGRESO
MED2M=AX1*10+AX2
lcdout $fe,$C0,"MINU:" ,DEC MED2M
PAUSE 3000
lcdout $fe,1,"MEDICACION:B"
lcdout $fe,$C0,"HORA SET:" ,DEC MED2H,":" ,DEC MED2M
PAUSE 5000
lcdout $fe,1,"MED:B CANTIDAD"
PAUSE 1000
```

```
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
CANTB=NUMERO
lcdout $fe,$C0,DEC2 CANTB," PASTILLAS"
PAUSE 5000
lcdout $fe,1,"1:TODOS LOS DIAS"
lcdout $fe,$C0,"2:DIA ESPECIFICO"
PAUSE 1000
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
IF NUMERO=1 THEN
DIAB=8
lcdout $fe,1,"MEDICAMENTO B"
lcdout $fe,$C0,"TODOS LOS DIAS"
PAUSE 5000
GOTO INICIO
ELSE
numero=0
GOSUB DIAM
DIAB=AUXDIA
GOTO INICIO
ENDIF
PHC:
lcdout $fe,1,"MED:C SET HORA"
PAUSE 1000
GOSUB INGRESO
MED3H=AX1*10+AX2
```

```
lcdout $fe,$C0,"HORA:",DEC MED3H
PAUSE 3000
lcdout $fe,1,"MED:C SET MINU"
PAUSE 100
GOSUB INGRESO
MED3M=AX1*10+AX2
lcdout $fe,$C0,"MINU:",DEC MED3M
PAUSE 3000
lcdout $fe,1,"MEDICACION:C"
lcdout $fe,$C0,"HORA SET:",DEC MED3H,":",DEC MED3M
PAUSE 5000
lcdout $fe,1,"MED:C CANTIDAD"
PAUSE 1000
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
CANTC=NUMERO
lcdout $fe,$C0,DEC2 CANTC," PASTILLAS"
PAUSE 5000
lcdout $fe,1,"1:TODOS LOS DIAS"
lcdout $fe,$C0,"2:DIA ESPECIFICO"
PAUSE 1000
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
IF NUMERO=1 THEN
DIAC=8
lcdout $fe,1,"MEDICAMENTO C"
lcdout $fe,$C0,"TODOS LOS DIAS"
```

```
PAUSE 5000

GOTO INICIO

ELSE

numero=0

GOSUB DIAM

DIAC=AUXDIA

GOTO INICIO

ENDIF

PHD:

lcdout $fe,1,"MED:D SET HORA"

PAUSE 1000

GOSUB INGRESO

MED4H=AX1*10+AX2

lcdout $fe,$C0,"HORA:",DEC MED4H

PAUSE 3000

lcdout $fe,1,"MED:D SET MINU"

PAUSE 100

GOSUB INGRESO

MED4M=AX1*10+AX2

lcdout $fe,$C0,"MINU:",DEC MED4M

PAUSE 3000

lcdout $fe,1,"MEDICACION:D"

lcdout $fe,$C0,"HORA SET:",DEC MED4H,":",DEC MED4M

PAUSE 5000

lcdout $fe,1,"MED:D CANTIDAD"
```

```
PAUSE 1000

GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO

CANTD=NUMERO

lcdout $fe,$C0,DEC2 CANTD," PASTILLAS"

PAUSE 5000

lcdout $fe,1,"1:TODOS LOS DIAS"

lcdout $fe,$C0,"2:DIA ESPECIFICO"

PAUSE 1000

GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO

IF NUMERO=1 THEN

DIAD=8

lcdout $fe,1,"MEDICAMENTO D"

lcdout $fe,$C0,"TODOS LOS DIAS"

PAUSE 5000

GOTO INICIO

ELSE

numero=0

GOSUB DIAM

DIAD=AUXDIA

GOTO INICIO

ENDIF

CLAVE:

lcdout $fe,1,"INGRESE CLAVE"

GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO

C1=NUMERO
```

```
lcdout $fe,$C0,"NUEVA:",DEC NUMERO
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
C2=NUMERO
lcdout DEC NUMERO
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
C3=NUMERO
lcdout DEC NUMERO
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
lcdout $fe,$80,"**CLAVE SETEADA**"
PAUSE 5000
GOTO INICIO
'reloj:
'pause 995
'segu=segu+1
'ifsegu=60 then
'minu=minu+1
'segu=0
'endif
'ifminu=60 then
'hora=hora+1
'minu=0
'endif
'return
IGUALARRTC1:
LCDOUT $FE,1,"AJUSTAR HORA"
```

```
LCDOUT $FE,$C5,hex2 hora,":",hex2 minu,":",hex2 segu
```

```
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
```

```
ifnumero=10 thenigualartcm
```

```
ifnumero=1 then
```

```
hora=hora+1
```

```
endif
```

```
IF Hora=$24 THEN
```

```
Hora=0
```

```
ENDIF
```

```
ifhora=$0A or hora=$0B or hora=$0C or hora=$0D THEN Hora=$10
```

```
ifhora=$1A or hora=$1B or hora=$1C or hora=$1D THEN Hora=$20
```

```
goto igualarrtc1
```

```
;*****AJUSTA LOS MINUTOS
```

```
igualartcm:
```

```
NUMERO=0
```

```
LCDOUT $FE,1,"AJUSTAR MINUTOS"
```

```
LCDOUT $FE,$C5,hex2 hora,":",hex2 minu,":",hex2 segu
```

```
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
```

```
if numero=10 then igualartc1s
```

```
ifnumero=1 then
```

```
minu=minu+1
```

```
endif
```

```
IF minu>$59 THEN
```

```
minu=0
```

```
ENDIF
```

```

ifminu=$0A or minu=$0B or minu=$0C or minu=$0D THEN minu=$10
ifminu=$1A or minu=$1B or minu=$1C or minu=$1D THEN minu=$20
ifminu=$2A or minu=$2B or minu=$2C or minu=$2D THEN minu=$30
ifminu=$3A or minu=$3B or minu=$3C or minu=$3D THEN minu=$40
ifminu=$4A or minu=$4B or minu=$4C or minu=$4D THEN minu=$50

gotoigualartcm

;*****AJUSTAR LOS SEGUNDOS

igualartc1s:

LCDOUT $FE,1,"AJUSTAR SEGUNDOS"

LCDOUT $FE,$C5,hex2 hora,":",hex2 minu,":",hex2 segu

GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO

if numero=10 thenigualadidas

ifnumero=1 then

segu=segu+1

endif

IF segu>$59 THEN

segu=0

ENDIF

ifsegu=$0A or segu=$0B THEN segu=$10

ifsegu=$1A or segu=$1B THEN segu=$20

ifsegu=$2A or segu=$2B THEN segu=$30

ifsegu=$3A or segu=$3B THEN segu=$40

ifsegu=$4A or segu=$4B THEN segu=$50

goto igualartc1s

;*****AJUSTAR DIAS

```

```

igualadias:
numero=0
LCDOUT $FE,1,"AJUSTAR DIA 1-7"
lcdout $fe,$c0          ; saltar a la 2da línea del LCD
ifdiaS=$1 thenlcdout "Dom." ;mostrar día de la semana
ifdiaS=$2 then lcdout "Lun."
ifdiaS=$3 then lcdout "Mar."
ifdiaS=$4 then lcdout "Mie."
ifdiaS=$5 then lcdout "Jue."
ifdiaS=$6 then lcdout "Vie."
ifdiaS=$7 then lcdout "Sab."
pause 200
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
if numero=10 thenigualadiaf
dias=numero
GOTO igualadias
;*****FECHA 1-31
igualadiaf:
numero=0
LCDOUT $FE,1,"AJUSTAR FECHA"
lcdout $fe,$c5,hex2 diaF    ;mostrar el día del mes /
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
if numero=10 thenigualarmes
ifnumero=1 then
diaf=diaf+1

```

```
endif
IF diaf>$31 THEN
diaf=0
ENDIF
ifdiaf=$0A or diaf=$0B THEN diaf=$10
ifdiaf=$1A or diaf=$1B THEN diaf=$20
ifdiaf=$2A or diaf=$2B THEN diaf=$30
gotoigualadiaf
igualarmes:
numero=0
LCDOUT $FE,1,"AJUSTAR MES"
lcdout $fe,$c8 ;pasar a la casilla 8
if mes=$1 then lcdout "ene" ;mostrar el mes
ifmes=$2 then lcdout "feb"
ifmes=$3 then lcdout "mar"
ifmes=$4 then lcdout "abr"
ifmes=$5 then lcdout "may"
ifmes=$6 then lcdout "jun"
ifmes=$7 then lcdout "jul"
ifmes=$8 then lcdout "ago"
ifmes=$9 then lcdout "sep"
ifmes=$10 then lcdout "oct"
ifmes=$11 then lcdout "nov"
ifmes=$12 then lcdout "dic"
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
```

```

ifnumero=10 thenigualaranio
ifnumero=1 then
mes=mes+1
endif
IF mes>$12 THEN
mes=0
ENDIF
if mes=$0A or mes=$0B THEN mes=$10
gotoigualarmes
igualaranio:
numero=0
LCDOUT $FE,1,"AJUSTAR ANIO"
lcdout $fe,$cB,"20",hex2 anio ; mostrar año /20 + 04
GOSUB BARRIDO2:GOSUB ESPACIO
if numero=10 thengrabarRTC
ifnumero=1 then
anio=ANIO+1
endif
IF anio>$20 THEN
anio=0
ENDIF
ifanio=$0A or anio=$0B THEN anio=$10
ifanio=$1A or anio=$1B THEN anio=$20
GOTO igualaranio
VISUAL:

```

```
I2CREAD DPIN,CPIN,$D0,0,[segu] ;leer los datos de mem. 0,
PAUSE 50
I2CREAD DPIN,CPIN,$D0,1,[minu] ;1,2...y guardarlos en sus
PAUSE 50
I2CREAD DPIN,CPIN,$D0,2,[hora] ;respectivas variables
PAUSE 50
I2CREAD DPIN,CPIN,$D0,3,[diaS]
PAUSE 50
I2CREAD DPIN,CPIN,$D0,4,[diaF]
PAUSE 50
I2CREAD DPIN,CPIN,$D0,5,[mes]
PAUSE 50
I2CREAD DPIN,CPIN,$D0,6,[anio]
PAUSE 50
ifhora>=$10 and hora<=$19 THEN
hx=hora -6
ELSE
ifhora>=$20 and hora<=$24 THEN
hx=hora -12
ELSE
HX=HORA
ENDIF
ENDIF
ifminu>=$10 and minu<=$19 THEN
mx=minu -6
```

```

ELSE
ifminu>=$20 and minu<=$29 THEN
mx=minu -12
ELSE
ifminu>=$30 and minu<=$39 THEN
mx=minu -18
ELSE
ifminu>=$40 and minu<=$49 THEN
mx=minu -24
ELSE
ifminu>=$50 and minu<=$59 THEN
mx=minu -30
ELSE
mx=minu
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
endifhora=$1A or hora=$1B or hora=$1C or hora=$1D THEN hx=$20

lcdout $fe,1,hex2 hora,":",hex2 minu,":",hex2 segu ;mostrar la
;hora minuto y segundos en 2 dígitos (HEX2)
LCDOUT $FE,$C0,"*:MENU #:LLENAR"
RETURN

```

BARRIDO:

LOW A

IF UNO =0 THEN NUMERO = 1:RETURN

IF DOS =0 THEN NUMERO =4:RETURN

IF TRES =0 THEN NUMERO =7:RETURN

IF CUATRO =0 THEN NUMERO =14:RETURN

HIGH A

LOW B

IF UNO=0 THEN NUMERO =2:RETURN

IF DOS=0 THEN NUMERO =5:RETURN

IF TRES=0 THEN NUMERO =8:RETURN

IF CUATRO=0 THEN NUMERO =0:RETURN

HIGH B

LOW C

IF UNO=0 THEN NUMERO =3:RETURN

IF DOS=0 THEN NUMERO =6:RETURN

IF TRES=0 THEN NUMERO =9:RETURN

IF CUATRO =0 THEN NUMERO =15:RETURN

HIGH C

LOW D

IF UNO=0 THEN NUMERO =10:RETURN

IF DOS=0 THEN NUMERO =11:RETURN

IF TRES=0 THEN NUMERO =12:RETURN

IF CUATRO =0 THEN NUMERO =13:RETURN

HIGH D

RETURN

BARRIDO2:

LOW A

IF UNO =0 THEN NUMERO = 1:RETURN

IF DOS =0 THEN NUMERO =4:RETURN

IF TRES =0 THEN NUMERO =7:RETURN

IF CUATRO =0 THEN NUMERO =14:RETURN

HIGH A

LOW B

IF UNO=0 THEN NUMERO =2:RETURN

IF DOS=0 THEN NUMERO =5:RETURN

IF TRES=0 THEN NUMERO =8:RETURN

IF CUATRO=0 THEN NUMERO =0:RETURN

HIGH B

LOW C

IF UNO=0 THEN NUMERO =3:RETURN

IF DOS=0 THEN NUMERO =6:RETURN

IF TRES=0 THEN NUMERO =9:RETURN

IF CUATRO =0 THEN NUMERO =15:RETURN

HIGH C

LOW D

IF UNO=0 THEN NUMERO =10:RETURN

IF DOS=0 THEN NUMERO =11:RETURN

IF TRES=0 THEN NUMERO =12:RETURN

IF CUATRO =0 THEN NUMERO =13:RETURN

HIGH D

GOTO BARRIDO2

ESPACIO:

HIGH PORTC.0

IF UNO =0 THEN ESPACIO

IF DOS =0 THEN ESPACIO

IF TRES =0 THEN ESPACIO

IF CUATRO =0 THEN ESPACIO

PAUSE 25

LOW PORTC.1

RETURN

grabarRTC:

I2CWRITE DPIN,CPIN,\$D0,0,[segu] ;setear 00 segundos

Pause 10 ;retardo para finalizar grabación

I2CWRITE DPIN,CPIN,\$D0,1,[minu] ;setear 30 minutos

Pause 10

I2CWRITE DPIN,CPIN,\$D0,2,[hora] ;setear las 13 horas

Pause 10

I2CWRITE DPIN,CPIN,\$D0,3,[dias] ;setear día lunes ,D=1,L=2

Pause 10 ;M=3 , M=4, J=5, V=6, S=7

I2CWRITE DPIN,CPIN,\$D0,4,[diaf] ;setear día 27 del mes

Pause 10

I2CWRITE DPIN,CPIN,\$D0,5,[mes] ;setear mes OCTUBRE

Pause 10

I2CWRITE DPIN,CPIN,\$D0,6,[Anio] ;setear año 09

Pause 10

I2CWRITE DPIN,CPIN,\$D0,7,[\$10] ;control %00010000 para

Pause 10 ;encender el led cada 1 seg.

WRITE 0,1 ;escribe en la memoria 0 el valor de 1 para que no

;se vuelva a grabar otra vez estos datos en el RTC

goto inicio ;ir a presentar los datos en el LCD

3.3.3 Montaje Mecánico.

3.3.3.1 Montaje de Maqueta en Madera.



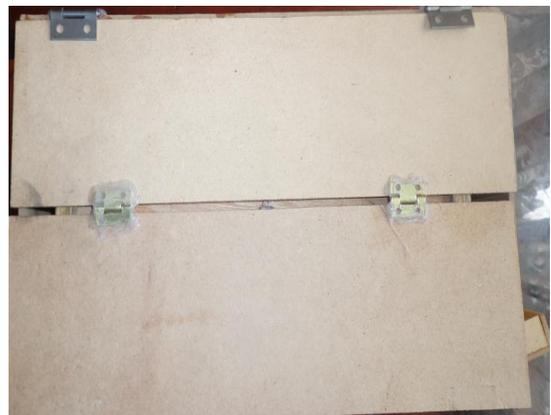
a)



b)



c)



d)

Figura 3.38: Montaje del dispensador de pastillas en madera.

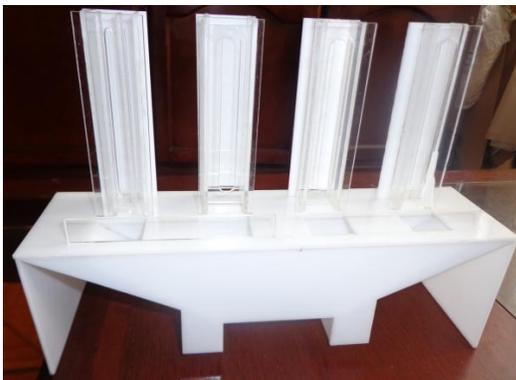
Fuente: Investigador.

En las figura 3.38 a, b, c y d se observa las diferentes partes constitutivas del dispensador de pastillas realizadas en una maquetería de madera en la cual se realizaron una serie de pruebas para conocer donde se ubicarán los dispositivos electrónicos así como el diseño de todas las partes para que encajen perfectamente antes de proceder a realizar el prototipo final tomando en cuenta los lugares más idóneos que debe ocupar todos sus elementos para que el dispensador funcione a cabalidad y de la manera más adecuada y accesible para el usuario.

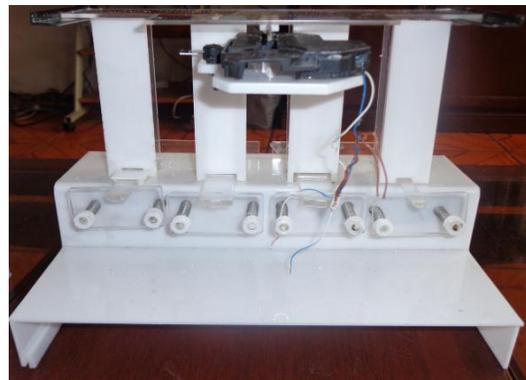
3.3.3.2 Montaje de la estructura en Acrílico.

La Estructura en acrílico se hizo tomando en cuenta que todo el mecanismo encaje perfectamente ya que debe haber mucha precisión en cada pieza mecánica por lo que los cortes se hicieron en una máquina a laser ya que garantiza que todas las partes electrónicas también encajen perfectamente en la estructura.

Cabe recalcar que se utilizó el material acrílico porque es un material más duradero en comparación con la madera y porque éste es más barato que el acero inoxidable pero también es un material bastante apropiado para contener medicamentos ya que puede mantener las pastillas sin ser contaminadas en los contenedores respectivos.



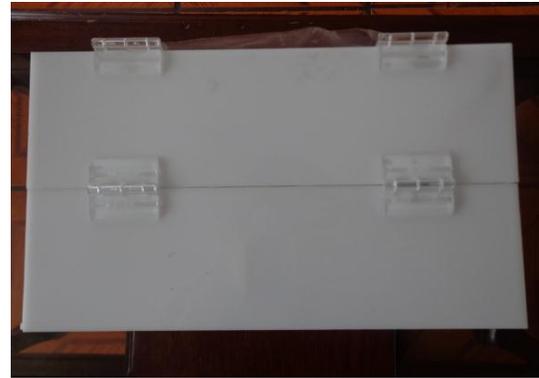
a)



b)



c)



d)

Figura 3.39: Montaje del dispensador de pastillas en acrílico.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.39 a, se observa los 4 contenedores de los diferentes tipos de pastillas y los orificios por donde ingresa cada disparador para empujar la respectiva pastilla.

En la figura 3.39 b, se observa la base principal del dispensador que sirve para poner en su interior la placa electrónica de todo el sistema y encima de esta base se encuentra el mecanismo para abrir o cerrar los contenedores mediante clave electrónica y también se encuentra los disparadores de los 4 contenedores.

En la figura 3.39 c, se observa la caja exterior con clave electrónica, también se observa la ubicación del cajón del depósito de pastillas así como el LCD y el teclado del dispensador.

En la figura 3.39 d, se observa la compuerta automática que consta de 4 bisagras, en el cuál se ubicará el servomotor que se activará o se desactivará para acceder al interior de los 4 contenedores de las pastillas mediante una clave electrónica.

3.4 Construcción del dispensador de pastillas de acuerdo a las características deseadas.

3.4.1 Implementación del Hardware.

3.4.1.1 Diseño de la placas PCB del sistema.

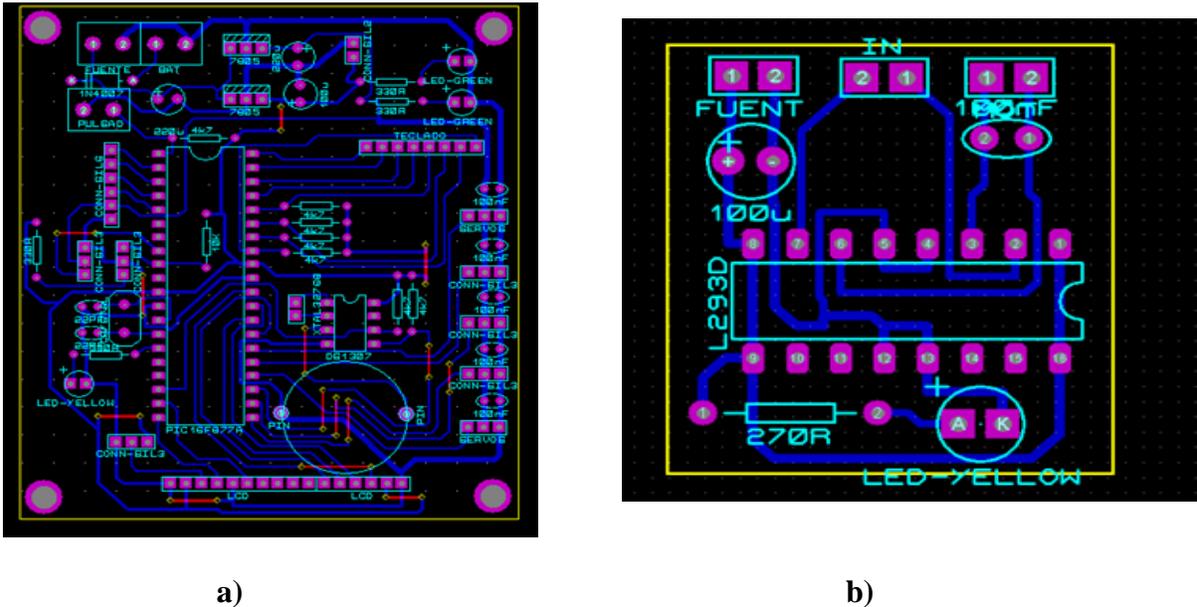


Figura 3.40: Diseño de la placas PCB del sistema.

Fuente: Investigador.

En el diagrama de la figura 3.40 se observa las placas PCB en lo que se refiere a todo el diseño del hardware que se explicó en el numeral 3.2 el cual consiste de las siguientes partes:

Todo el circuito electrónico está alimentado con 5 voltios de corriente continua, los leds de color verde que se observan sirven para saber si se encuentra en funcionamiento la fuente.

En la parte derecha de la placa de la figura 3.40 a) se encuentra el teclado hexadecimal 4x4, un poco más abajo se encuentran las conexiones de los 4 servomotores, ya que sirven de disparador de pastillas, cabe recalcar que para su correcto funcionamiento se debe conectar un circuito de MCLR al microcontrolador, así como un oscilador externo.

También consta de los pines del módulo de tonos polifónicos.

En la parte derecha baja de la placa de la figura 3.40 a) está el circuito integrado reloj en tiempo real DS1307 para que siempre mantenga la hora actual, también se encuentra un led de color amarillo para indicar en el LCD cuando se ingrese las horas de cada medicamento y la clave de apertura de los contenedores.

En la figura 3.40 b) se encuentra la placa del dispositivo móvil para abrir la puerta en el cuál se colocarán las pastillas de los 4 contenedores para ello cuenta con un circuito integrado L293D que controlará el giro del motor del dispositivo móvil.

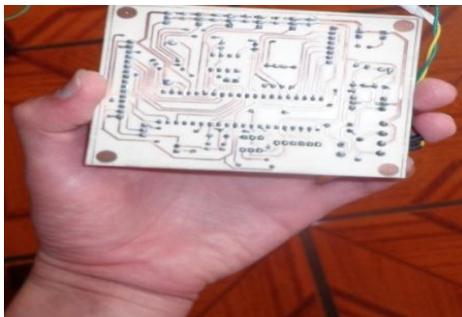
3.4.1.2 Diseño de la placa del sistema con vista en 3D.



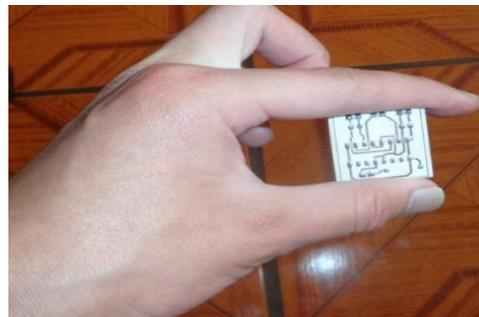
Figura 3.41: Diseño de la placa del sistema vista en 3D.

Fuente: Investigador.

3.4.1.3 Implementación de las pistas de las placas electrónicas.



a)



b)

Figura 3.42: Implementación de las pistas de las placas electrónicas.

Fuente: Investigador.

En las figuras 3.42 a) y b) se observa la implementación de las 2 pistas de las placas que fueron necesarias para realizar el dispensador de pastillas las cuales se diseñaron en ARES

de PROTEUS, ya que se realizó primero el diagrama general circuital en ISIS de PROTEUS para posteriormente enviarle al ARES, después se procedió a soldar cada elemento en su respectivo lugar por último se verificó el funcionamiento de cada elemento de las placas electrónica.

3.4.2 Implementación del sistema.



Figura 3.43: Placa electrónica implementada en la estructura en acrílico.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.43 se observa la placa principal electrónica que se encuentra implementada en la estructura en acrílico la cual se puede desmontar fácilmente, también se observa las conexiones de la pantalla LCD y el teclado hexadecimal.



Figura 3.44: Placa electrónica y conexión de la fuente de energía.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.44 se observa el lugar donde va conectada la fuente de energía la cual será de 12 V y 2 A para poder alimentar los 4 servomotores, el módulo de tonos polifónicos, el motor que controla la compuerta automática de acceso a los contenedores y el servomotor para la cerradura electrónica de la caja exterior del dispensador.



Figura 3.45: Vista frontal de la ubicación de la placa electrónica.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.45 se muestra donde está ubicada la placa electrónica para lo cual se tomó algunos parámetros importantes como es la ubicación de los contenedores y de los servomotores y se tomó la decisión de ubicarle debajo de la base de los servomotores para que sea de fácil montaje y desmontaje tanto del dispensador en si como de los dispositivos electrónicos como son los servomotores, el motor y los demás dispositivos.

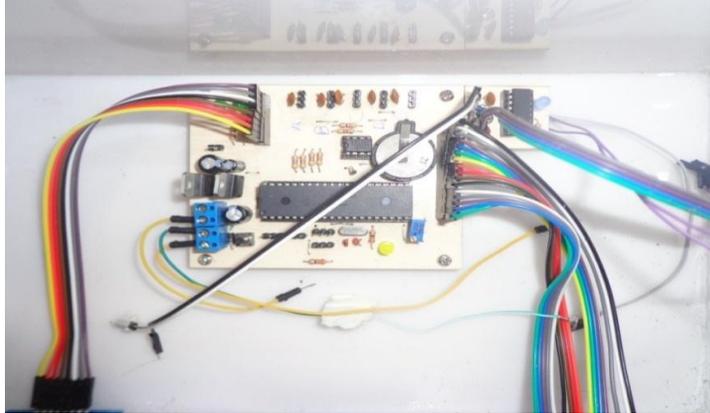


Figura 3.46: Implementación de la placa electrónica que controla el motor y del servomotor.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.46 se observa cómo se implementó la placa electrónica para el control de la etapa electromecánica y de la cerradura electrónica que consta del driver L293 D en el cual se observan los cables de alimentación de éstos y el control del estado en que se encuentran el motor y el servomotor para que se activen o se desactiven según las órdenes enviadas desde el microcontrolador.



Figura 3.47: Implementación del módulo de tonos polifónicos.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.47 se puede ver la ubicación del amplificador para reproducir los tonos polifónicos, el dispositivo de los tonos polifónicos y el parlante para el envío de los sonidos, por lo que se tomó en cuenta los lugares apropiados tanto para la conexión de los cables de cada uno de ellos y en sí cada dispositivo para su fácil montaje y desmontaje en caso de que se requiera cambiar alguna condición de funcionamiento en el dispensador como lo es la tarjeta SD MEMORY.

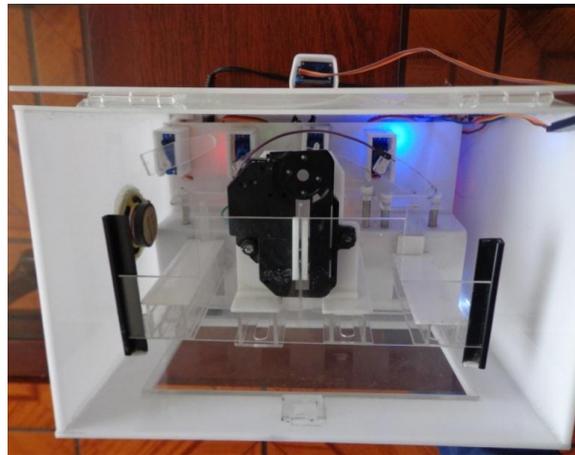


Figura 3.48: Vista Superior de la ubicación de los servomotores y del motor de corriente continua.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.48 se observa la ubicación y la conexión del servomotor en la caja externa, así como la ubicación de los servomotores que están ubicados en un lugar estratégico para que empuje cada pastilla de forma correcta y su respectiva conexión de la manera más adecuada y además se observa la ubicación del dispositivo del control de la compuerta automática para el acceso a los contenedores.

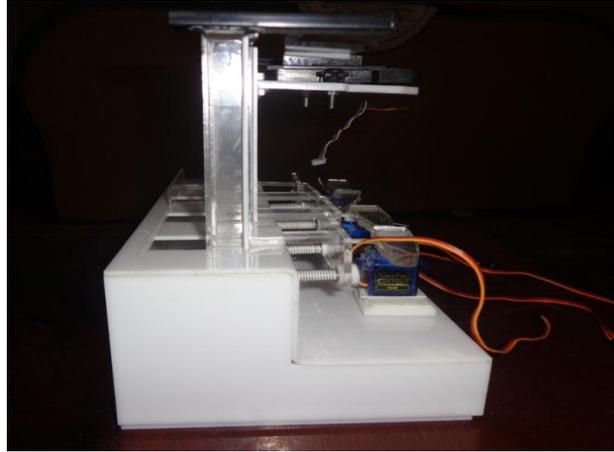


Figura 3.49: Vista lateral de la estructura interna.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.49 se puede ver la ubicación exacta tanto de los disparadores mecánicos y electrónicos y del dispositivo móvil de ingreso de pastillas y los contenedores donde se ubican las pastillas respectivas, también el orificio por donde caen las pastillas.



Figura 3.50: Vista frontal del dispensador de pastillas final.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.50 se observa la colocación de las pastillas en cada contenedor, también se mira la ubicación de todos los dispositivos mecánicos y electrónicos que se colocaron en un lugar estratégico para que su funcionamiento correcto.

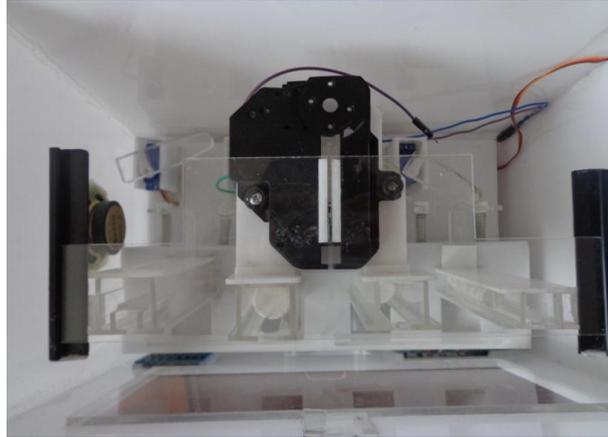


Figura 3.51: Vista superior del dispensador de pastillas final.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.51 se observa el dispensador de pastillas en una vista superior en el que se mira el dispositivo móvil en posición cuando se requiere ingresar las pastillas en algún contenedor, así como las pastillas ya colocadas. En esta figura también se puede mirar la ubicación correcta de los 4 servomotores para que empujen adecuadamente las pastillas deseadas.

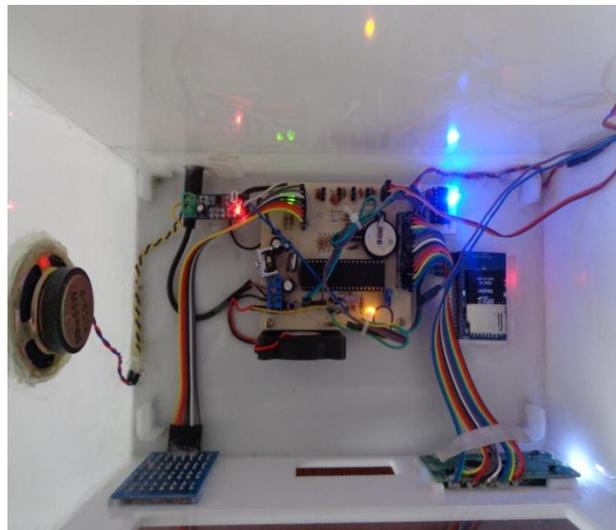


Figura 3.52: Vista superior de la estructura, de las placas y dispositivos electrónicos internos del dispensador de pastillas cuando el equipo se encuentra encendido.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.52 se encuentran todas las placas y dispositivos internos cuando el sistema está en funcionamiento, en el cual está ubicado el ventilador al frente del regulador de voltaje 7805 para enfriarlo en caso de calentarse, también está el amplificador para poder reproducir los tonos polifónicos de acuerdo al contenedor que se encuentre dispensando, así como la tarjeta SD MEMORY donde se almacenan estos tonos.

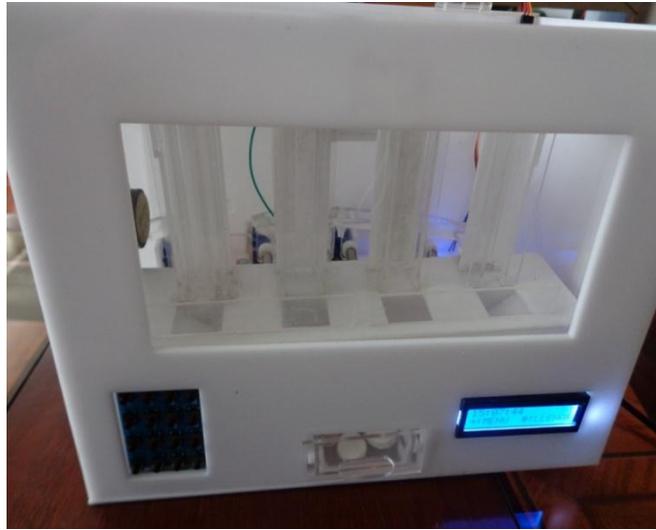


Figura 3.53: Vista frontal del dispensador de pastillas final encendido.

Fuente: Investigador.

En la figura 3.53 se encuentra la vista frontal de la estructura mecánica realizada en acrílico así como se puede ver algunas pastillas que fueron dispensadas en la caja, incluso se mira el LCD encendido mostrando información relacionada al proceso del movimiento de pastillas.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y COSTOS

En este capítulo se encuentran las pruebas para verificar el funcionamiento de todos los módulos y dispositivos electrónicos; además las pruebas de comprobación de la parte electromecánica como es el disparador de las pastillas de cada contenedor y el dispositivo móvil para abrir y cerrar la compuerta de los 4 contenedores. También se presentan 2 tipos de pruebas de la operatividad del sistema.

Se realizó el análisis de todas las pruebas anteriormente descritas, y se desarrolló la matriz FODA de este prototipo de dispensador de pastillas con la finalidad de ver sus ventajas y desventajas del sistema.

Finalmente se presenta una tabla de los costos del sistema implementado.

4.1 Pruebas de Validación.

4.1.1 Pruebas de verificación del funcionamiento Mecánico

Para comprobar el funcionamiento de toda la parte mecánica se procedió a realizar una tabla en la que se muestra el correcto funcionamiento de la parte mecánica. También se comprobó la apertura y cierre de la compuerta automática del depósito de pastillas y la cerradura electrónica de la caja externa del dispensador.

PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES MECÁNICAS			
Descripción	Funcionamiento correcto		Observación
	Si	No	
Disparador de la pastilla A	x		Se deben ubicar correctamente las pastillas A.
Disparador de la pastilla B	x		Se deben ubicar correctamente las pastillas B.
Disparador de la pastilla C	x		Se deben ubicar correctamente las pastillas C.
Disparador de la pastilla D	x		Se deben ubicar correctamente las pastillas D.
Cerradura exterior	x		
Puerta del depósito de pastillas	x		Deben estar inicialmente cerrados los contenedores.

Tabla 4.1: Pruebas de verificación del funcionamiento de las partes mecánicas.

Fuente: Investigador.

4.1.2 Pruebas de verificación del funcionamiento de Hardware.

Se realizaron las pruebas de verificación del funcionamiento de hardware en las cuales se chequeó toda la parte del sistema electrónico que funcione correctamente y se hizo las respectivas observaciones.

PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES ELECTRÓNICAS			
Descripción	funcionamiento correcto		Observación
	Si	No	
Teclado Hexadecimal	x		
LCD 16X2	x		
Módulo tonos polifónicos	x		
Dispositivo móvil (Motor DC)	x		Colocar la parte mecánica inicialmente cerrada la puerta.
Cerradura electrónica (Servomotor)	x		
Servomotor del disparador del contenedor A.	x		Es necesario colocar correctamente la parte mecánica del disparador y en sus pines correspondientes por el ángulo de giro del servomotor.
Servomotor del disparador del contenedor B.	x		
Servomotor del disparador del contenedor C.	x		
Servomotor del disparador del contenedor D.	x		
Fuente de poder	x		
Placas Electrónicas	x		Debido a la alimentación de varios elementos se procedió a colocar un ventilador internamente para que no se calienten los reguladores de voltaje 7805.

Tabla 4.2: Pruebas de verificación del funcionamiento de las partes electrónicas.

Fuente: Investigador.

4.1.3 Pruebas de verificación del funcionamiento de Software.

PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE SOFTWARE			
Descripción	Funcionamiento correcto		Observación
	Si	No	
Setear la hora actual	x		Se debe tomar en cuenta al encender el sistema resetear todo y proceder a igualar la hora correcta para su correcto funcionamiento.
Grabación de tonos en la tarjeta SD del MTP	x		Grabar todos los tonos desde el PC con la nomenclatura A001 para el tono 1 y así sucesivamente.
Cantidad de pastillas dispensadas	x		
Cerradura electrónica y dispositivo móvil de pastillas	x		Ingresar la clave correcta para poder abrir tanto la cerradura electrónica y el dispositivo de ingreso de pastillas.
Menú de ingreso de hora de las pastillas	x		

Tabla 4.3: Pruebas de verificación del funcionamiento de software.

Fuente: Investigador.

4.2 Pruebas de Operatividad del sistema.

Las siguientes 2 tipos de pruebas fueron realizadas para comprobar que el prototipo implementado se encuentre trabajando adecuadamente para lo cual se evaluaron algunas condiciones que debe cumplir el dispensador de pastillas como:

- Si dispensa todos los días.
- Si dispensa un día específico.
- Si cada contenedor dispensa la cantidad de pastillas programadas.
- La hora exacta que deben dispensar.

Número de la prueba	Inicio de la prueba	Pastillas dispensar Cont. A	Pastillas dispensar Cont. B	Pastillas dispensar Cont. C	Pastillas dispensar Cont. D	Tiempo Cont. A	Tiempo Cont. B	Tiempo Cont. C	Tiempo Cont. D	Pastillas restantes Cont. A	Pastillas restantes Cont. B	pastillas restantes Cont. C	pastillas restantes Cont. D
1	08:00	3	1	2	3	8:04	8:06	8:08	8:10	7	9	8	7
2	17:30	2	1	3	2	17:35	17:36	17:37	17:38	8	9	7	8
3	12:00	1	2	2	3	12:06	12:09	12:11	12:13	9	8	8	7
4	20:50	1	3	2	1	20:55	20:57	20:58	21:00	9	7	8	9
5	16:00	2	2	1	3	16:10	16:20	16:30	16:40	8	8	9	7
6	10:15	1	3	1	2	10:20	10:40	11:00	11:20	9	7	9	8
7	15:25	2	2	1	3	15:30	16:00	16:30	17:00	8	8	9	7
8	13:10	1	1	2	3	13:15	13:30	13:45	14:00	9	9	8	7
9	18:40	3	3	2	2	18:45	19:30	20:15	21:00	7	7	8	8
10	11:55	2	3	1	1	12:00	13:00	14:00	15:00	8	7	9	9
11	10:55	1	3	2	1	11:00	13:00	15:00	17:00	9	7	8	9
12	15:55	1	2	3	1	16:00	17:30	19:00	20:00	9	8	7	9
13	09:25	3	2	3	1	09:30	12:00	14:30	17:00	7	8	7	9
14	09:35	2	2	3	1	09:40	12:40	15:40	18:40	8	8	7	9
15	14:55	3	3	2	3	15:00	18:30	22:00	01:30	7	7	8	7
16	09:10	2	1	3	3	09:15	13:15	17:15	21:15	8	9	7	7
17	14:40	3	1	1	2	14:45	19:45	00:45	05:45	7	9	9	8
18	11:55	2	1	1	3	12:00	18:00	00:00	06:00	8	9	9	7
19	12:15	2	2	1	2	12:20	16:20	23:20	01:20	8	8	9	8
20	12:55	1	2	3	2	13:00	19:00	22:00	06:00	9	8	7	8

Tabla 4.4: Pruebas de Operatividad 1.

Fuente: Investigador.

Número de la prueba	Pastillas dispensar Cont. A	Pastillas dispensar Cont. B	Pastillas dispensar Cont. C	Pastillas dispensar Cont. D	Día de dispensar Cont. A	Día de dispensar Cont. B	Día de dispensar Cont. C	Día de dispensar Cont. D
1	3	1	2	2	TD	TD	TD	TD
2	1	1	3	2	TD	DE= mie.	DE= sab.	TD
3	1	2	2	3	DE= lun.	DE= mie.	DE= vie.	TD
4	3	3	3	1	TD	DE= jue.	TD	DE= dom.
5	2	1	1	3	DE= mar.	TD	TD	TD
6	1	3	1	2	DE= lun.	DE= mar.	DE= mie.	DE= jue.
7	2	2	1	3	TD	TD	DE= mar.	DE= vie.
8	1	1	2	3	DE= jue.	TD	TD	DE= sab.
9	3	1	1	2	TD	TD	TD	DE= vie.
10	2	3	2	1	DE= lun.	DE= jue.	TD	TD
11	1	3	2	1	TD	TD	DE= sab.	TD
12	3	2	3	1	DE= lun.	DE= jue.	TD	DE= dom.
13	2	1	1	1	DE= mar.	TD	DE= jue.	TD
14	2	3	2	1	TD	DE= lun.	DE= mar.	DE= sab.
15	2	2	3	2	TD	DE= dom.	TD	TD

TD= Todos los Días

DE= Día Específico

Tabla 4.5: Pruebas de Operatividad 2 (Con opción día específico)

Fuente: Investigador.

Prueba 1					Prueba 2				Prueba 3				Prueba 4				Prueba 5			
Días semana	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D
Lunes	7	9	8	8	9	10	10	8	9	10	10	7	7	10	7	10	10	9	9	7
Martes	4	8	6	6	8	10	10	6	9	10	10	4	4	10	4	10	8	8	8	4
Miércoles	1	7	4	4	7	9	10	4	9	8	10	1	1	10	1	10	8	7	7	1
Jueves	*1	6	2	2	6	9	10	2	9	8	10	*1	*1	7	*1	10	8	6	6	*1
Viernes	7	5	0	0	5	9	10	0	9	8	8	7	7	7	7	10	8	5	5	7
Sábado	4	4	*0	*0	4	9	7	*0	9	8	8	4	4	7	4	10	8	4	4	4
Domingo	1	3	8	8	3	9	7	8	9	8	8	1	1	7	1	9	8	3	3	1

Prueba 6					Prueba 7				Prueba 8				Prueba 9				Prueba 10			
Días semana	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D
Lunes	9	10	10	10	8	8	10	10	10	9	8	10	7	9	8	10	8	10	8	9
Martes	9	7	10	10	6	6	9	10	10	8	6	10	4	8	6	10	8	10	6	8
Miércoles	9	7	9	10	4	4	9	10	10	7	4	10	1	7	4	10	8	10	4	7
Jueves	9	7	9	8	2	2	9	10	9	6	2	10	*1	6	2	10	8	7	2	6
Viernes	9	7	9	8	0	0	9	7	9	5	0	10	7	5	0	8	8	7	0	5
Sábado	9	7	9	8	*0	*0	9	7	9	4	*0	7	4	4	*0	8	8	7	*0	4
Domingo	9	7	9	8	8	6	9	7	9	3	8	7	1	3	8	8	8	7	8	3

Prueba 11					Prueba 12				Prueba 13				Prueba 14				Prueba 15			
Días semana	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D	C.A	C.B	C.C	C.D
Lunes	9	7	10	9	7	10	7	10	10	9	10	9	8	7	10	10	8	10	7	8
Martes	8	4	10	8	7	10	4	10	8	8	10	8	6	7	8	10	6	10	4	6
Miércoles	7	1	10	7	7	10	1	10	8	7	10	7	4	7	8	10	4	10	1	4
Jueves	6	*1	10	6	7	8	*1	10	8	6	9	6	2	7	8	10	2	10	*1	2
Viernes	5	7	10	5	7	8	7	10	8	5	9	5	0	7	8	10	0	10	7	0
Sábado	4	4	8	4	7	8	4	10	8	4	9	4	*0	7	8	9	*0	10	4	*0
Domingo	3	1	8	3	7	8	1	9	8	3	9	3	8	7	8	9	8	8	1	8

* Error en dispensar número de pastillas

Tabla 4.6: Resultados de las pruebas de Operatividad 2.

Fuente: Investigador.

4.3 Análisis de Resultados

4.3.1 Análisis de Resultados de las pruebas de verificación de funcionamiento.

Según la tabla 4.1 se verificó el funcionamiento de todas las partes mecánicas del dispensador de pastillas dando como resultado el funcionamiento correcto en todos sus elementos mecánicos con algunas observaciones del caso.

- En la prueba de los disparadores tiene como observación: ubicar correctamente las pastillas ya que pueden algunas ser depositadas de manera incorrecta en los contenedores por lo que a la hora de dispensar pueden funcionar incorrectamente los disparadores de pastillas.
- En la prueba de la puerta del depósito de pastillas se hizo la observación que: inicialmente debe estar cerrada la puerta porque al momento de llenar las pastillas del contenedor deseado y manipular manualmente esta puede quedar ubicada de manera incorrecta y por ende puede atrancarse en algún momento ya que debe funcionar concatenadamente todos los engranes del motor que contiene esta parte mecánica siempre automáticamente y si no está cerrada puede funcionar incorrectamente.

Según la tabla 4.2 se verificó que todos los elementos electrónicos funcionan excelentemente, además de eso se hicieron algunas observaciones del caso para poder manipularlo adecuadamente.

- En la prueba del dispositivo móvil se realizó una observación muy importante que consiste en que toda la parte mecánica de la puerta debe estar siempre ubicada en posición de cerrada para que el motor que controla el dispositivo móvil realice los movimientos correctos a la hora de llenar las pastillas en cada contenedor y no se produzcan errores si se encuentra en otra posición esta parte mecánica.

- Para la prueba de los servomotores de los disparadores de los contenedores se realizó algunas observaciones que son la de colocar correctamente la parte mecánica del disparador que es principalmente la hélice que se coloca en la parte superior del servomotor debe estar en el ángulo correcto en caso de ser movido manualmente de lo contrario podría no empujar la pastilla del contenedor correctamente y por ende provocar fallas en el dispensador.
- Para la prueba de las placas electrónicas se realizó una observación importante que es la de conectar el ventilador internamente para enfriar los reguladores de voltaje de 5 V ya que se pueden calentar después de un cierto tiempo debido a que posee varios elementos conectados a la placa electrónica.

Según la tabla 4.3 se verificó la parte del software que funciona óptimamente por lo que todos los programas y sistemas fueron probados para su correcto funcionamiento realizando algunas observaciones que son:

- La prueba más importante que se realizó fue la de resetear el sistema cuando no funcione correctamente todos los elementos y proceder a igualar la hora en caso de ser necesario para que pueda dispensar las pastillas de manera correcta tanto para día específicos y todos los días.
- Cuando se requiera grabar otros tonos en el módulo de tonos polifónicos se debe seguir los pasos de las observaciones de la tabla 4.3 de la descripción de grabación de tonos en la tarjeta SD.
- Se debe ingresar la clave correcta para poder abrir tanto la cerradura electrónica y el dispositivo móvil de los contenedores de lo contrario no se podrá abrir de ninguna forma.

4.3.2 Análisis de Resultados de las pruebas de Operatividad.

Se realizaron 3 tipos de pruebas.

En la tabla 4.4 se consideraron las siguientes condiciones:

1. El número de pastillas dispensadas de cada contenedor.
2. La hora en que dispensa las pastillas de cada contenedor.
3. El número de pastillas que quedan en el cada contenedor del dispensador.

En este tipo de pruebas se realizaron 20 pruebas divididas de la siguiente manera:

1. Las primeras 5 pruebas fueron realizadas en intervalos de pocos minutos.
2. Las siguientes 5 pruebas fueron realizadas en intervalos mayores a 5 minutos hasta 15 minutos.
3. Las 10 siguientes se realizaron considerando un tiempo más real que puede tener un paciente que tomar las pastillas recetadas por el médico.

Por ejemplo en la prueba 5 se realizaron las pruebas en los 4 contenedores cada 10 minutos debían dispensar cierto número de pastillas en cada contenedor, así el contenedor A debió dispensar 2, en el contenedor B, 2 pastillas, el contenedor C, 1 pastilla y el contenedor D, 3 pastillas; por lo que, cuando llegó la hora de dispensar en cada contenedor, los resultados fueron los esperados y se verificó las pastillas restantes que quedaron en cada uno de los contenedores y los resultados fueron: que en el contenedor A quedaron 8 pastillas, en el contenedor B quedaron 8 pastillas, en el contenedor C quedaron 9 pastillas y en el D, 7 pastillas comprobando su correcto funcionamiento.

La prueba 9 se inició a las 18:40 en la cual el contenedor A debía dispensar 3 pastillas a las 18:45, el contenedor B, 3 pastillas a las 19:30, el contenedor C, 2 pastillas a las 20:15 y el contenedor D, 2 pastillas a las 21:00; con lo que las pastillas restantes fueron: en el contenedor A quedaron 7 pastillas, en el contenedor B quedaron 7 pastillas, en el C quedaron 8 pastillas y en el D quedaron 8 pastillas por lo que se comprobó su correcto funcionamiento.

Para la prueba 16 se supuso que un paciente debía tomar la pastilla A a las 09:15 de la mañana, la pastilla B a las 13:15, la pastilla C a las 17:15 y la pastilla D a las 21:15 o sea cada 4 horas. Para lo cual el dispensador entregó 2 pastillas del contenedor A, 1 pastilla del contenedor B, 3 pastillas del contenedor C y 3 pastillas del contenedor D; por lo que en los contenedores quedaron: 8 pastillas en el contenedor A, 9 en el contenedor B y por último 7 tanto en el contenedor C como en el D. Así se obtuvieron los resultados deseados en esta prueba.

En la tabla 4.5 se muestran las pruebas realizadas considerando las siguientes condiciones:

1. El día específico que dispensa cada contenedor de pastillas
2. Si dispensa Todos los días de la semana.
3. La cantidad de pastillas dispensadas.
4. El número de pastillas que quedan en cada contenedor durante 7 días que duró la prueba y si hay que llenar nuevamente el contenedor.

Se realizaron 15 pruebas de las cuales se han tomado una muestra de 3 para el análisis correspondiente como sigue:

- La prueba 1 se tomó en cuenta que un paciente debe tomar todos los días diferentes cantidades de pastillas. Para lo cual el paciente debió tomar 3 pastillas del contenedor A, 1 pastilla del contenedor B, 2 pastillas del contenedor C y 2 pastillas del contenedor D.

Se pudo comprobar que en el contenedor A hasta el día miércoles dispensó 3 por lo que sonó un timbre de alerta que para el jueves no había las suficientes pastillas para dispensar por lo que el día jueves se llenó con nueve pastillas ya que quedó 1 en el contenedor A para que este las 10 pastillas siempre en el contenedor y el viernes comenzó a dispensar nuevamente hasta completar toda la semana de pruebas por lo que se comprobó los resultados esperados.

El contenedor B dispensó 1 pastilla por día verificando el correcto funcionamiento.

El contenedor C dispensó 2 pastillas cada día hasta el viernes que ya no quedó ninguna pastilla por lo que el sábado se llenó nuevamente las 10 pastillas que siempre deben estar en el contenedor; una vez llenado se verificó que el domingo dispensó de forma normal las 2 pastillas requeridas.

El contenedor D dispensó la misma cantidad de pastillas que el contenedor C por lo que se comprobó su correcto funcionamiento.

- Para la prueba 6 se consideró que el médico recetó tomar pastillas de cada contenedor durante una semana en un día específico; por lo que fueron: 1 pastilla el día lunes, 3 pastillas el día martes, 1 pastilla el día miércoles y 2 pastillas el día jueves por lo que se programó a la máquina para que dispense siempre en esos días las respectivas pastillas y se obtuvieron los resultados esperados, comprobando que los otros días no dispensó ninguna pastilla como se muestra en la tabla 4.6
- Para la prueba 13 se consideró dispensar de dos contenedores todos los días y de los otros dos contenedores un día específico. Al realizar esta prueba se vio que para los contenedores B y D no fue necesario llenarlos nuevamente porque sólo tenía que dispensar 1 pastilla por día y hasta el día domingo todavía quedaron 3 pastillas disponibles en los contenedores. En los contenedores A y C se tomó en cuenta que el paciente debía tomar los días específicos que fueron martes y jueves por lo que se comprobó que el día miércoles el contenedor A no dispensó ninguna pastilla al igual que el viernes del contenedor C tampoco dispensó ninguna pastilla comprobando su correcto funcionamiento.

Se tuvo en cuenta para realizar la tabla que si no quedaban pastillas en algún contenedor se debía llenar nuevamente con 10 pastillas sólo al contenedor vacío y seguir realizando las pruebas para toda la semana.

4.4 Análisis de la Matriz FODA.

<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispensador de pastillas automático único en el Ecuador. • Sistema automático para medicación durante 10 días. • Es un prototipo de fácil implementación ya que los dispositivos se encuentran fácilmente en el mercado. 	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema puede ser mejorado incluyendo más contenedores con diversas formas de pastillas. • El sistema es adecuado para hospitales ya que requieren los pacientes tomar pastillas diariamente. • El sistema puede fabricarse a grandes escalas en el mercado nacional con costos más bajos que el prototipo original.
<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • El prototipo debe transportarse de una manera adecuada ya que si no es así puede funcionar incorrectamente. • La colocación de pastillas debe ser precisa para su correcto funcionamiento. • Sólo pueden colocarse remesas de pastillas en forma circular. 	<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema puede ser copiado. • Dificil ingreso al mercado por el tamaño que fue construido. • El prototipo puede ser mal utilizado en otras aplicaciones que no sean el creado para el proyecto.

Tabla 4.7: Análisis de la Matriz FODA.

Fuente: Investigador.

4.5 Costos del Proyecto.

Costos de Elementos Electrónicos

#	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V.UNITARIO	V.TOTAL
1	Módulo MP3	1	29,50	29,50
2	Servomotor	5	13,00	65,00
3	Dispositivo motor DC.	1	6,00	6,00
4	Microcontrolador 18F452	1	7,00	7,00
5	Teclado matricial	1	5,50	5,50
6	LCD 16X2	1	6,50	6,50
7	Extensiones servo	5	2,00	10,00
8	Zócalo 40 pines	1	0,39	0,39
9	PCB	1	7,90	7,90
10	Módulo amplificador	1	12,00	12,00
11	Pila 33320	1	1,25	1,25
12	Porta pila	1	0,85	0,85
13	Parlante 8 Ohm	1	1,25	1,25
14	Poten. Precisión	1	0,65	0,65
15	XTAL	2	0,59	1,18
16	Cap. Ceram.	7	0,08	0,56
17	Regleta macho	1	0,59	0,59
18	Regleta Hembra	1	0,65	0,65
19	Cap. Electr. 10 μ F	2	0,13	0,26
20	Cap. Electr. 100 μ F	1	0,20	0,20
21	Resistencias ¼ W	11	0,02	0,22
22	C.I. RTC	1	3,00	3,00
23	Zócalo 8 pines	1	0,12	0,12
24	LEDS	3	0,08	0,24
25	Reg. 7805	2	0,49	0,98

26	Pulsador	1	0,19	0,19
27	C.I L293	1	1,50	1,50
28	SD MEMORY	1	6,00	6,00
29	Ventilador	1	4,00	4,00
30	Disipador de calor	1	2,50	2,50
31	Adaptador 12V	1	18,00	18,00
32	Conector de Adaptador	1	2,00	2,00
TOTAL				195,98

Tabla 4.8: Costos de Elementos Electrónicos.

Fuente: Investigador.

Costos de Elementos Mecánicos

#	Descripción	Valor Total
1	Maqueta de Madera	50,00
2	Estructura en acrílico	200,00
3	Materiales maqueta de madera	20,00
4	Materiales en acrílico	70,00
5	Materiales placa PCB	30,00
TOTAL		370,00

Tabla 4.9: Costos de Elementos Mecánicos

Fuente: Investigador.

Otros Costos

#	Descripción	Valor Total
1	Mano de obra maqueta de madera	30,00
2	Mano de obra PCB	25,00
3	Mano de obra maqueta en acrílico	50,00
4	Programación	100,00
5	Diseño del prototipo	65,00
6	Pruebas en el Protoboard	30,00
7	Otros materiales	60,00
8	Imprevistos	25,00
TOTAL		385,00

Tabla 4.10: Otros Costos

Fuente: Investigador.

Costo Total del Prototipo

#	Descripción	Valor Total
1	Costos de Elementos Electrónicos	195,98
2	Costos de Elementos Mecánicos	370,00
3	Otros Costos	385,00
TOTAL		950,98

Tabla 4.11: Costo Total del Prototipo.

Fuente: Investigador.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Cuando se realizó el estudio, diseño e implementación del prototipo del dispensador de pastillas se obtuvo como resultado que se cumplieron totalmente los objetivos planteados en el dispensador de pastillas obteniendo las metas trazadas a lo largo de este proyecto de grado.
- Realizar este proyecto de grado benefició para conocer nuevas tecnologías que se puede aplicar para realizar nuevos proyectos que ayuden a mejorar la vida cotidiana de las personas.
- Para realizar el prototipo se utilizó los materiales mecánicos y electrónicos más apropiados tanto para ahorrar costos y tener un funcionamiento óptimo en todas las condiciones del sistema.
- Al utilizar servomotores en el proyecto se garantiza que empujen con la velocidad y en el ángulo correcto para que las pastillas sean dispensadas correctamente
- Al realizar una caja externa en el dispensador con seguridad electrónica se cuida que personas que no estén en la capacidad de utilizar como por ejemplo los niños puedan manipularlo inadecuadamente.
- La estructura en acrílico permite conservar a las pastillas en buen estado para el consumo de las personas.

- El microcontrolador que se utilizó en este proyecto fue el PIC18F452 ya que por las características que posee, fue el adecuado para programar todas las funciones que se plantearon en este prototipo.
- Las placas electrónicas se ubicaron de manera que puedan ser desmontadas del prototipo fácilmente en caso de realizar reparaciones en los elementos electrónicos.
- Las partes mecánicas de los disparadores fueron montadas y calibradas para el correcto funcionamiento del dispensador de pastillas.
- El diseño de toda la parte mecánica fue hecha con trazos muy precisos en cada pieza para que todo encaje perfectamente para el correcto funcionamiento del prototipo.

5.2 Recomendaciones

- Construir los contenedores en acrílico negro ya que con ello las pastillas se conservarían mejor.
- Aumentar la potencia del amplificador de tonos polifónicos para que el usuario pueda escuchar mejor y a mayor distancia.
- Colocar una fuente de alimentación de respaldo para que siempre se encuentre energizado el prototipo y de esa manera trabaje ininterrumpidamente.
- Realizar un mantenimiento tanto la parte mecánica como la electrónica cada mes por personal capacitado.
- Colocar un LCD de más caracteres para poder agregar más funciones en el dispensador de pastillas.

- Dimensionar los contenedores más óptimamente de acuerdo al número máximo de pastillas que puedan caber para reducir el tamaño del prototipo obteniendo más facilidad de manipulación y uso.
- Colocar sensores para contar el número de pastillas que se colocan en cada contenedor.
- Instalar un sistema que permita insertar las pastillas de forma automática en la posición correcta sin necesidad de que el usuario deba colocarlas en forma adecuada.

Bibliografía

- Aguayo S. , P. (10 de 11 de 2004). *Introducción al microcontrolador*. Obtenido de Olimex: <http://www.olimex.cl/tutorial/tutorial1.pdf>
- Atmel Corporation. (2010). Obtenido de Atmel Corporation: <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>
- Carletti, E. J. (2007-2012). *Robots Argentina*. Obtenido de Robots Argentina: http://robots-argentina.com.ar/MotorServo_basico.htm
- Defensorabogado. (29 de 09 de 2013). Obtenido de Defensorabogado: <http://defensorabogado.net/bufete/Que%20invent%C3%B3%20la%20m%C3%A1quina%20expendedora%20/>
- Elechouse. (18 de 03 de 2011). *Elechouse*. Obtenido de Elechouse: www.emartee.com/Attachment.php?name=41816.pdf
- Francesc Casanellas. (2013). *Casanellas*. Obtenido de Casanellas: <http://www.casanellas.com/electronics/papers/lcd.pdf>
- González, V. R. (2002-2003). Obtenido de http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/sistema/motores_servo.htm
- ITSPA. (2011). *Viirtual.itspa*. Obtenido de Virtual.itspa: <http://virtual.itspa.edu.mx/Robotica/archivos/display.pdf>
- Leelo.co. (2013). Obtenido de Leelo.co: http://leelo.co/historia-de-m%C3%A1quina-expendedora_10ad8a.html
- Martín, D. (2001-2008). *X-Robotics*. Obtenido de X-Robotics: <http://www.x-robotics.com/rutinas.htm>
- Microchip Technology inc. (2001). *Microchip*. Obtenido de Microchip: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30292c.pdf>
- Microchip Technology inc. (2002). *Microchip* . Obtenido de Microchip: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/90239/MICROCHIP/PIC18F452.html>
- MikroElektronika. (1998-2004). *Mikroe*. Obtenido de Mikroe: <http://www.mikroe.com/chapters/view/87/libro-de-la-programacion-de-los-microcontroladores-pic-en-basic-capitulo-4-ejemplos/>

- NetzeK. (2014). Obtenido de NetzeK: <http://www.netzek.com/2013/12/atmega16-introduccion.html>
- Oyarsunsl. (15 de 11 de 2011). Obtenido de Oyarsunsl: <http://www.oyarsunsl.com/blog/2011/11/vending-el-origen-e-historia-de-las-maquinas-expendedoras/>
- Parallax. (16 de 12 de 2011). *parallax Inc.*, 1.2. Obtenido de parallax Inc.: http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/27899_Parallax.pdf
- Pergamino Virtual. (1998-2013). *Pergamino virtual*. Obtenido de Pergamino virtual: <http://www.pergaminovirtual.com.ar/definicion/LCD.html>
- QuHist. (2010). (WPSHOWER) Obtenido de QuHist: <http://quhist.com/primer-maquina-expendedora-heron-alejandria/>
- Robotshop . (2014). *Dfrobot* . Obtenido de Dfrobot: <http://www.robotshop.com/en/dfrobot-micro-servo-motor.html>
- Romo, N., & Guerra, D. (27 de 06 de 2012). *Scribd*. (CIERCOM) Obtenido de Scribd: <http://es.scribd.com/doc/98580864/El-teclado-matricial>
- Rueda, L. (12 de 05 de 2009). *Ero-Pic*. Obtenido de Ero-Pic: <http://es.scribd.com/doc/15263680/Control-de-Motores-Elctricos-ERO-PIC>
- Sanders, W. (28 de 07 de 2014). *dfrobot*. Obtenido de dfrobot: http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=255#.Uo67kX6Hddg
- Tenda Electronics. (2012). *Tenda Electronics*. Obtenido de Datasheet TDB-380: [http://www.echelleinconnue.net/outils/mobio/composants/TDB380_datasheet_V2_\(Tenda_Electronics\).pdf](http://www.echelleinconnue.net/outils/mobio/composants/TDB380_datasheet_V2_(Tenda_Electronics).pdf)
- Trujillo Arias, V. (29 de 09 de 2009). *Unicauca*. Obtenido de Unicauca: ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Digitales_2/documentacion/La%20Gama%20Alta%20de%20los%20PIC%2818F452%29.pdf
- Velarde, J. (13 de 10 de 2009). *Slideshare fusibles programables*. Obtenido de Slideshare fusibles programables: <http://es.slideshare.net/jvelarde/14-fusibles-programables>
- Vinculum. (2006). *Vinculum*. Obtenido de Vinculum: http://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/Modules/DS_VMUSIC1.pdf

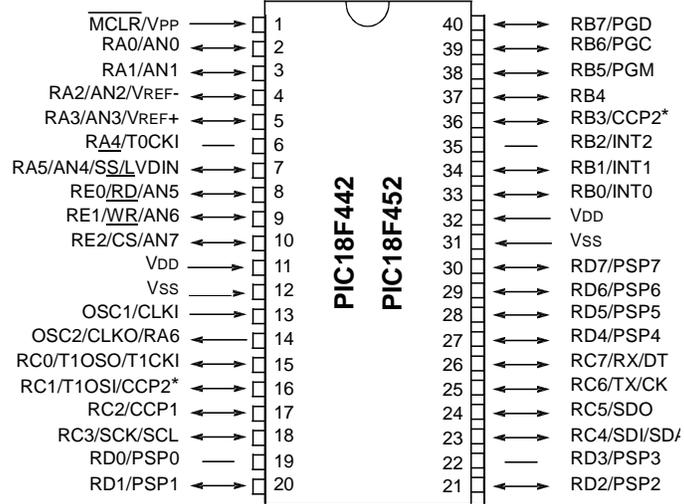
ANEXOS

ANEXO 1

Datasheet del PIC 18F452

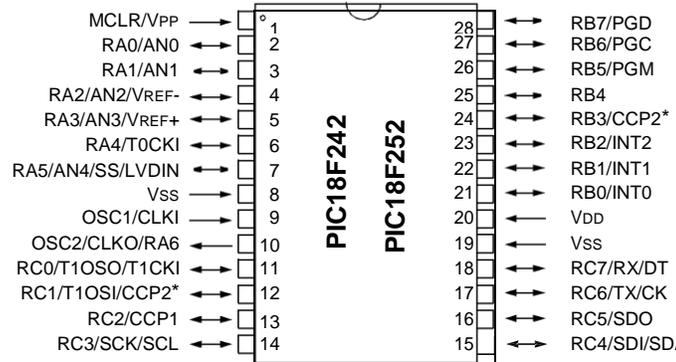
Pin Diagrams (Cont.'d)

DIP



Note: Pin compatible with 40-pin PIC16C7X devices.

DIP, SOIC



* RB3 is the alternate pin for the CCP2 pin multiplexing.

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information for the following devices:

- PIC18F242
- PIC18F252
- PIC18F442
- PIC18F452

These devices come in 28-pin and 40/44-pin packages. The 28-pin devices do not have a Parallel Slave Port (PSP) implemented and the number of Analog-to-Digital (A/D) converter input channels is reduced to 5. An overview of features is shown in Table 1-1.

The following two figures are device block diagrams sorted by pin count: 28-pin for Figure 1-1 and 40/44-pin for Figure 1-2. The 28-pin and 40/44-pin pinouts are listed in Table 1-2 and Table 1-3, respectively.

TABLE 1-1: DEVICE FEATURES

Features	PIC18F242	PIC18F252	PIC18F442	PIC18F452
Operating Frequency	DC - 40 MHz			
Program Memory (Bytes)	16K	32K	16K	32K
Program Memory (Instructions)	8192	16384	8192	16384
Data Memory (Bytes)	768	1536	768	1536
Data EEPROM Memory (Bytes)	256	256	256	256
Interrupt Sources	17	17	18	18
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C, D, E
Timers	4	4	4	4
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, Addressable USART	MSSP, Addressable USART	MSSP, Addressable USART	MSSP, Addressable USART
Parallel Communications	—	—	PSP	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	5 input channels	8 input channels	8 input channels
RESETS (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)			
Programmable Low Voltage Detect	Yes	Yes	Yes	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruction Set	75 Instructions	75 Instructions	75 Instructions	75 Instructions
Packages	28-pin DIP 28-pin SOIC	28-pin DIP 28-pin SOIC	40-pin DIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP	40-pin DIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP

PIC18FXX2

TABLE 1-2: PIC18F2X2 PINOUT I/O DESCRIPTIONS

Pin Name	Pin Number		Pin Type	Buffer Type	Description
	DIP	SOIC			
MCLR/VPP MCLR VPP	1	1	I I	ST ST	Master Clear (input) or high voltage ICSP programming enable pin. Master Clear (Reset) input. This pin is an active low RESET to the device. High voltage ICSP programming enable pin.
NC	—	—	—	—	These pins should be left unconnected.
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	9	I I	ST CMOS	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode, CMOS otherwise. External clock source input. Always associated with pin function OSC1. (See related OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins.)
OSC2/CLKO/RA6 OSC2 CLKO RA6	10	10	O O I/O	— — TTL	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate. General Purpose I/O pin.
RA0/AN0 RA0 AN0 RA1/AN1 RA1 AN1 RA2/AN2/VREF- RA2 AN2 VREF- RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+ RA4/T0CKI RA4 T0CKI RA5/AN4/SS/LVDIN RA5 AN4 SS LVDIN RA6	2 3 4 5 6 7	2 3 4 5 6 7	I/O I I/O I I/O I I I/O I I I	TTL Analog TTL Analog TTL Analog Analog TTL Analog Analog ST/OD ST TTL Analog ST Analog	PORTA is a bi-directional I/O port. Digital I/O. Analog input 0. Digital I/O. Analog input 1. Digital I/O. Analog input 2. A/D Reference Voltage (Low) input. Digital I/O. Analog input 3. A/D Reference Voltage (High) input. Digital I/O. Open drain when configured as output. Timer0 external clock input. Digital I/O. Analog input 4. SPI Slave Select input. Low Voltage Detect Input. See the OSC2/CLKO/RA6 pin.

Legend: TTL = TTL compatible input
ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
O = Output
OD = Open Drain (no P diode to VDD)

CMOS = CMOS compatible input or output
I = Input
P = Power

TABLE 1-2: PIC18F2X2 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number		Pin Type	Buffer Type	Description
	DIP	SOIC			
RB0/INT0 RB0 INT0	21	21	I/O I	TTL ST	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. External Interrupt 0.
RB1/INT1 RB1 INT1	22	22	I/O I	TTL ST	External Interrupt 1.
RB2/INT2 RB2 INT2	23	23	I/O I	TTL ST	Digital I/O. External Interrupt 2.
RB3/CCP2 RB3 CCP2	24	24	I/O I/O	TTL ST	Digital I/O. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RB4	25	25	I/O	TTL	Digital I/O. Interrupt-on-change pin.
RB5/PGM RB5 PGM	26	26	I/O I/O	TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. Low Voltage ICSP programming enable pin.
RB6/PGC RB6 PGC	27	27	I/O I/O	TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming clock pin.
RB7/PGD RB7 PGD	28	28	I/O I/O	TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming data pin.

Legend: TTL = TTL compatible input
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
 O = Output
 OD = Open Drain (no P diode to VDD)

CMOS = CMOS compatible input or output
 I = Input
 P = Power

PIC18FXX2

TABLE 1-2: PIC18F2X2 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number		Pin Type	Buffer Type	Description
	DIP	SOIC			
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	11	11	I/O O I	ST — ST	PORTC is a bi-directional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1/Timer3 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	12	12	I/O I I/O	ST CMOS ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	13	13	I/O I/O	ST ST	Digital I/O. Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	14	14	I/O I/O I/O	ST ST ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	15	15	I/O I I/O	ST ST ST	Digital I/O. SPI Data In. I ² C Data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	16	16	I/O O	ST —	Digital I/O. SPI Data Out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	17	17	I/O O I/O	ST — ST	Digital I/O. USART Asynchronous Transmit. USART Synchronous Clock (see related RX/DT).
RC7/RX/DT RC7 RX DT	18	18	I/O I I/O	ST ST ST	Digital I/O. USART Asynchronous Receive. USART Synchronous Data (see related TX/CK).
V _{SS}	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
V _{DD}	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: TTL = TTL compatible input

ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels

O = Output

OD = Open Drain (no P diode to V_{DD})

CMOS = CMOS compatible input or output

I = Input

P = Power

PIC18FXX2

TABLE 1-3: PIC18F4X2 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number			Pin Type	Buffer Type	Description
	DIP	PLCC	TQFP			
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST TTL	PORTD is a bi-directional I/O port, or a Parallel Slave Port (PSP) for interfacing to a microprocessor port. These pins have TTL input buffers when PSP module is enabled. Digital I/O. Parallel Slave Port Data.
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST TTL	
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST TTL	
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST TTL	
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST TTL	
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST TTL	
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST TTL	
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST TTL	
RE0/ \overline{RD} /AN5 RE0 \overline{RD} AN5	8	9	25	I/O	ST TTL Analog	PORTE is a bi-directional I/O port. Digital I/O. Read control for parallel slave port (see also \overline{WR} and \overline{CS} pins). Analog input 5.
RE1/ \overline{WR} /AN6 RE1 \overline{WR} AN6	9	10	26	I/O	ST TTL Analog	
RE2/ \overline{CS} /AN7 RE2 \overline{CS} AN7	10	11	27	I/O	ST TTL Analog	
Vss	12, 31	13, 34	6, 29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
Vdd	11, 32	12, 35	7, 28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: TTL = TTL compatible input
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
 O = Output
 OD = Open Drain (no P diode to VDD)

CMOS = CMOS compatible input or output
 I = Input
 P = Power

ANEXO 2

Datasheet del módulo de
tonos polifónicos

TDB-380

1. Product Features

- * Support mp3 files playing with stereo audio output
- * Support normal mp3 player functions (play, next, prev.,vol-,vol+,.....)
- * With Parallel and Serial interface for MCU controlling
- * Loop play function available
- * Support one pushbutton play one mp3 file ,eight pushbuttons max.
- * Easy to update the mp3 files by SD card reader connect to PC
- * Wide power supply from 5V to 30V
- * Select and play more than 3000 files by MCU via parallel or serial interface
- * Support SD card from 32MB to 2GB
- * Size with 51mm*33mm*8mm
- * TF Card version also available with the same function but smaller size
- * TF Card version size 51mm*21mm*8mm

2. Product Applications

Entertainment (MP3 music player , Sound box ,Background music system ,Game Machine music system ,Kid Rider Music player, Talking Robot, High-Class Talking Toys,)

Announcing system (Elevator announcer , Queue calling system ,Bus station announcer ,advertsing system ,Warning system , Spots Voice Introducer ,Voice Tour Guider, Machine Voice manual ,.....)

Home & Office Appliance (MP3 Door Bell ,Home anti-theft alarm system, Phone Switch Board Music Player,Voice guide manual for home appliance,.....)

And so on .

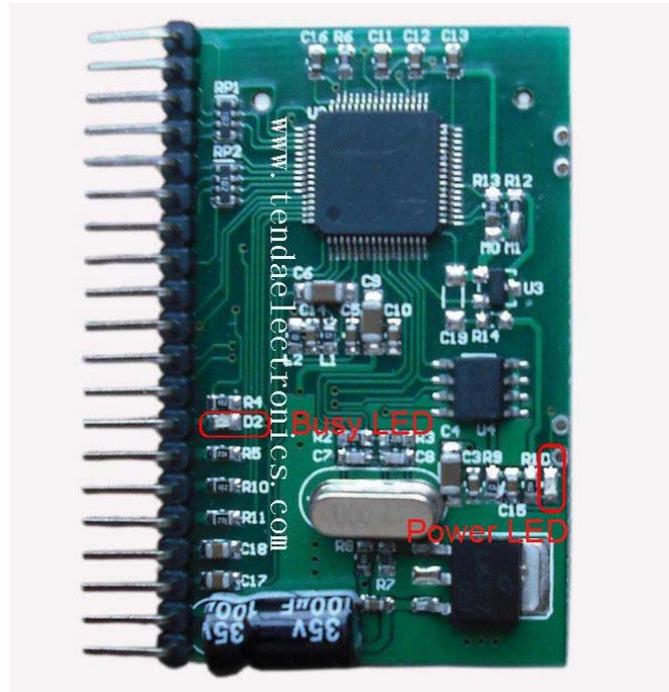
3. Electrical Parameters

Parameter	Conditions	Min.	Typical	Max.	Unit
Operating voltage		6	12	24	V
Limited voltage		5		30	V
Standby current	VDD=12V			50	mA
Operating current	VDD=12V			100	mA
Audio power	Max. volume		200		mVpp

4. Pins and Operating Modes

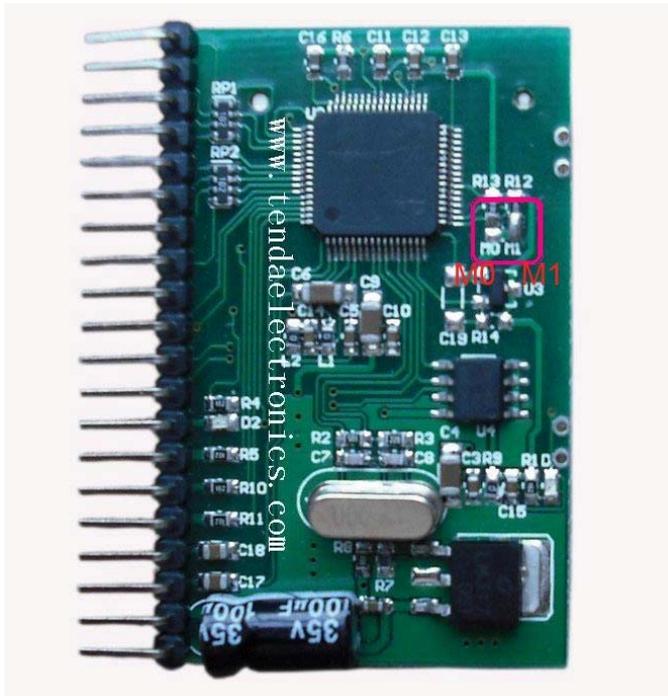
4.1.Pins Description

1	P0
2	P1
3	P2
4	P3
5	P4
6	P5
7	P6
8	P7
9	VOL-
10	VOL+
11	SCL
12	SDA
13	BUSY
14	PL
15	RXD
16	TXD
17	HPR
18	HPL
19	GND
20	VDD



Pin Name	Pin No.	Description	Remark
P0 - P7	8 - 1	Date Ports / Trigger Input	
PL	14	Trigger input	
VOL+	9	Button ,Vol+	
VOL-	10	Button, Vol-	
SCL	11	EEPROM CLK (I ² C)	
SDA	12	EEPROM DATA (I ² C)	
BUSY	13	Busy Low active	LED : D2 on PCB
RXD	15	Serial Port ,Data Receive	
TXD	16	Serial Port ,Data Transmit	
HPR	17	Audio output R	
HPL	18	Audio output L	
GND	19	Power GND	
VDD	20	Power Positive	LED : D1 on PCB

4.2 Operating Mode and settings



MP3 Mode : The module will work as a normal mp3 player with Play/Pause , Stop,Prev.,Next, FF 10 (Fast forward 10 songs),REW 10 (Rewind 10 songs), Vol+,Vol- functions .

Direct-Play Mode: The module will play 8 files by 8 pushbuttons,Press one pushbutton play the related MP3 file, Keep pressing the pushbutton for loop playing.

Parallel Mode: The module working under Parallel interface control via PL and P7-P0 pins.

Serial Mode: The module working under Serial interface control via TXD and RXD

All the functions of this module can be realized in Parallel and serial mode .

There are 4 operating Modes (MP3 Mode,Direct-Play Mode, Parallel Mode, Serial Mode)
The Operating Mode settings

M1,M0	Operating Mode	Priority	Remark
0, 0	Parallel Mode	High	M0 and M1 points shown on above PCB picture
0, 1	Direct- Play Mode	Low	
1, 0	MP3 Mode	Low	"0": Connect to GND
1, 1	Serial Mode	Highest	"1": NC (Not connected)

Note:When the module powered , it will detect the state of M0 and M1 to enter into the selected Mode,The priority of serial interface Mode is Highest ,It is valid in any Mode.

4.2.1. MP3 Mode

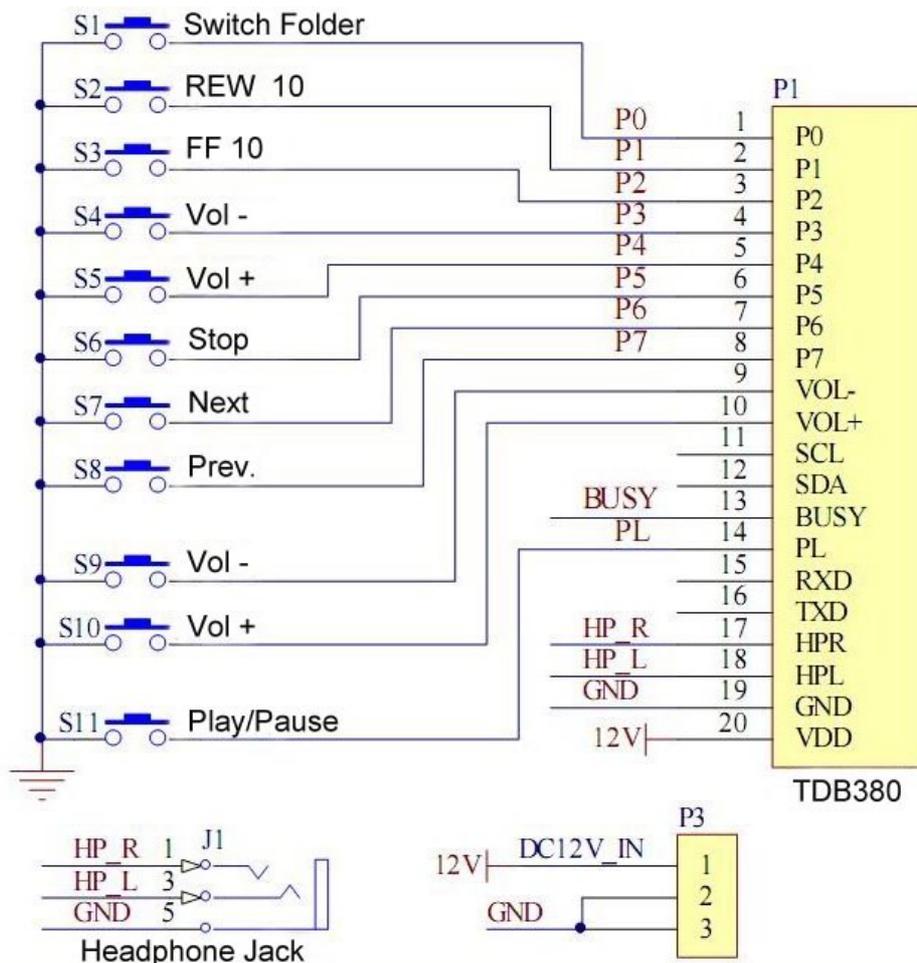
① MP3 Mode settings

Set M1=1, M0=0 before powered the module.

②MP3 Mode introduction

The module work as a normal mp3 player with Play/Pause , Stop,Prev.,Next, FF 10 (Fast forward 10 songs),REW 10 (Rewind 10 songs), Vol+,Vol- ,FC (Folder Change) functions .

③ MP3 Mode Application Schematic.



④ Pins function in MP3 Mode.

Pin Name	Function	Priority	Remark
PL	Play/ Pause	High	
P7	Previous	Low	
P6	Next	Low	
P5	Stop	Higher	
P4	Vol +	Highest	
P3	Vol -	Highest	
P2	FF 10 files	Lowest	
P1	REW 10 files	Lowest	
P0	Folder Change	Highest	
BUSY	Busy ,Low active	---	

Priority : Highest > Higher > Low > Lowest

Set the module to MP3 Mode and keep PL pin low level(Connect PL to GND),Once power up the module it will start to play all the MP3 files and Loop automatically.

Connect a pushbutton between PL and GND , Press the button,it will start to play all files,during playing the next press will Pause it. In Pause state ,press this button again will continue to play .

Playing order: From first file to last file in folder 1, then first file to last file in folder 2 , loop in this way .

FF 10 / REW 10 :It will Fast Forward 10 files , or Rewind 10 files ,if the folder no have enough files , it will switch to next folder or previous folder.

P0 for folder change: The module playing file in folder 1 , press the button to change the folder, it will switch to folder 2 and start to play file 1 in this folder.

4.2.2. Direct-Play Mode

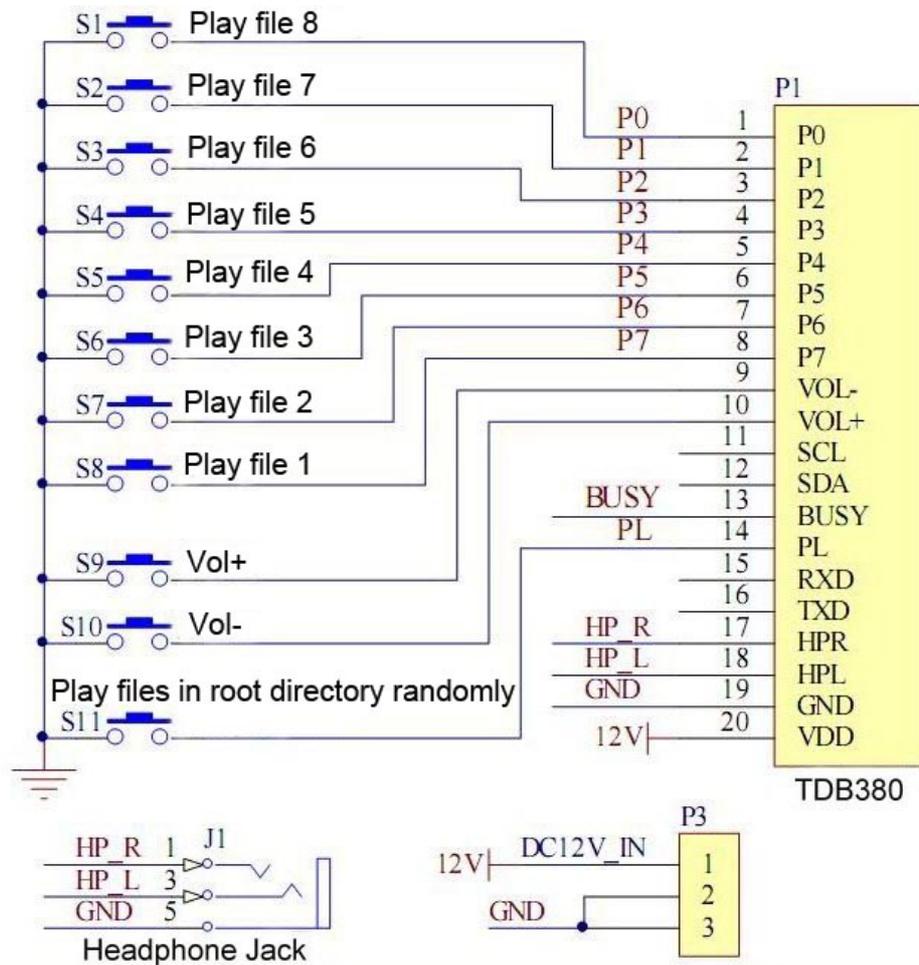
① Direct-Play Mode settings

Set M1=0, M0=1 before powered the module

② Direct-Play Mode introduction

In the Direct-Play Mode , Press the PL button will random trigger one file, Long press for loop playing all the files in root directory .P7 to P0 work as direct play buttons, one button corresponding one file , negative pulse trigger .Press the button one time ,will play file one time and stop. Long press the button will loop playing the corresponding file.

③ Direct-Play Mode Application Schematic



④ Pins function in MP3 Mode

Pin No.	Pin Name	Function	Priority	Remark
1	PL	Loop playing files in root directory randomly	Low 1	
2	P7	Play file 1 in root directory	Low 2	
3	P6	Play file 2 in root directory	Low 3	
4	P5	Play file 3 in root directory	Low 4	
5	P4	Play file 4 in root directory	Low 5	
6	P3	Play file 5 in root directory	Low 6	
7	P2	Play file 6 in root directory	Low 7	
8	P1	Play file 7 in root directory	Low 8	
9	P0	Play file 8 in root directory	Low 9	
10	BUSY	Busy , Low active	--	

Note: Priority order

Low 9 > Low 8 > Low 7 > Low 6 > Low 5 > Low 4 > Low 3 > Low 2 > Low 1

For example ,when press button P1 and P0 ,it will play the file corresponding to P0 ,because it have higher priority .

4.2.3. Parallel Mode

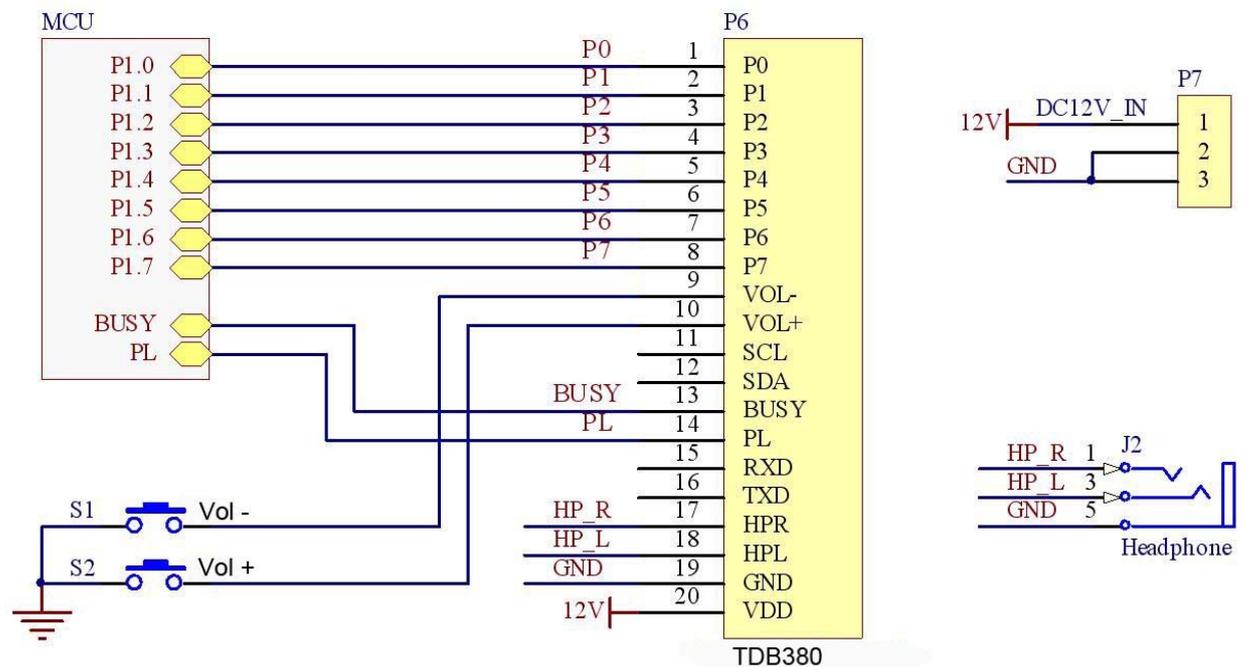
① Parallel Mode settings

Set M1=0, M0=0 before powered the module

② Parallel Mode introduction

All the functions of the module can be realized in Parallel Mode , by PL and address pins P7 - P0 .Such as play the exact file , volume setting , and so on .

③ Parallel Mode Application Schematic



④ Pins function in Parallel Mode

Pin No.	Pin Name	Function	Priority	Remark
14	PL	Execute the Command	Low	
8 - 1	P7-P0	Set command for the specified MP3 file	High	
13	BUSY	Busy ,Low active	--	

ANEXO 3

Datasheet del circuito
integrado L293D

PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

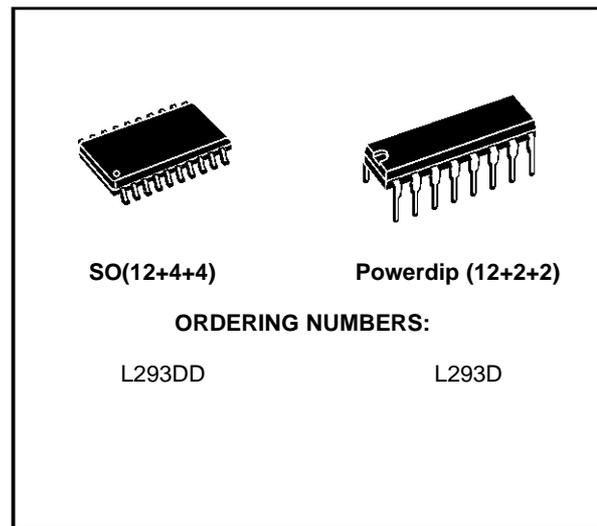
- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

DESCRIPTION

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoids, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

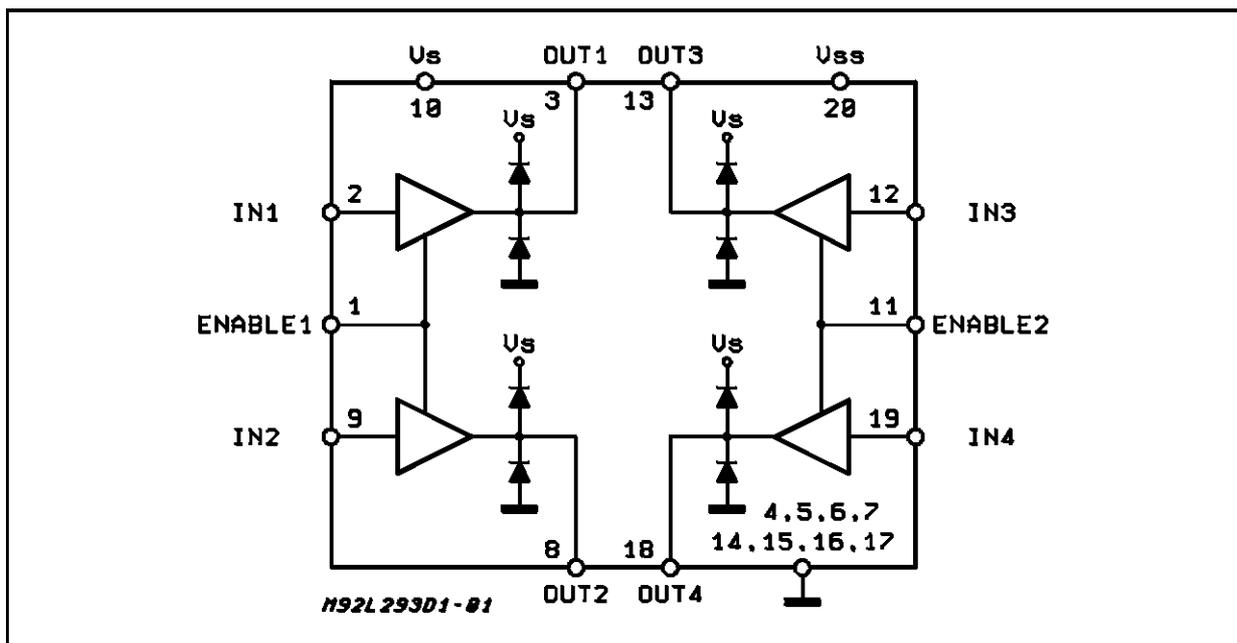
This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.



The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

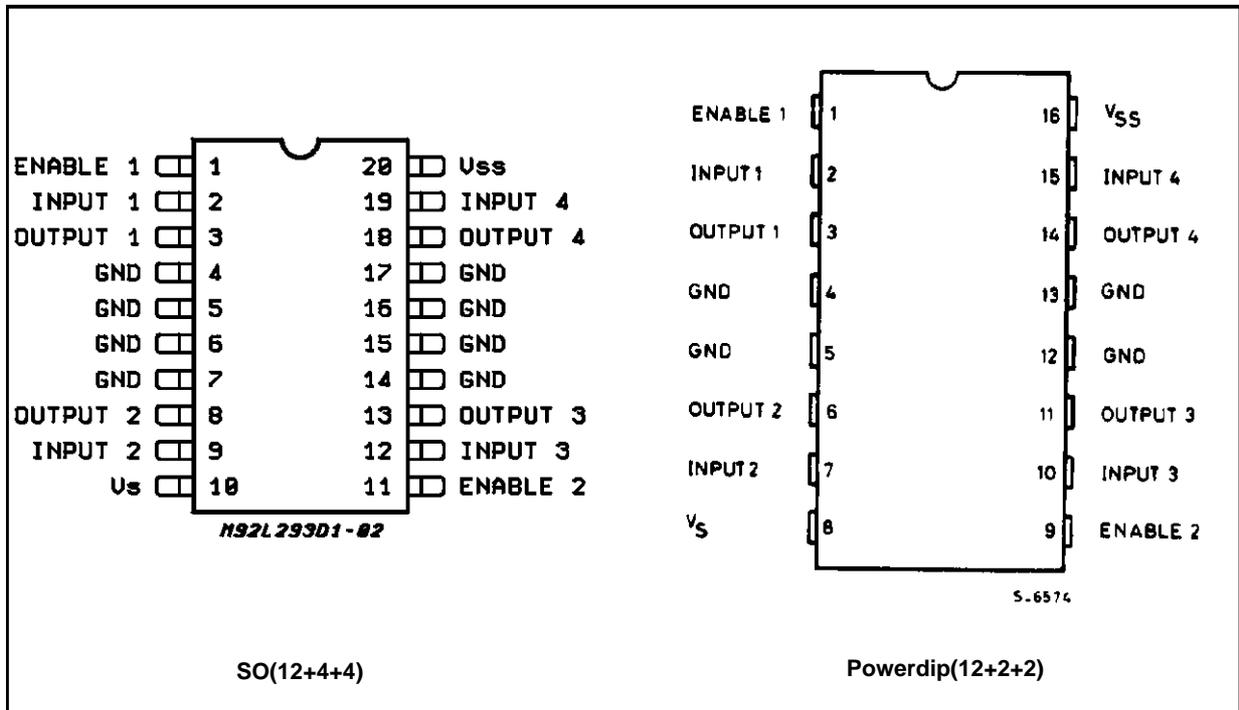
BLOCK DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _S	Supply Voltage	36	V
V _{SS}	Logic Supply Voltage	36	V
V _i	Input Voltage	7	V
V _{en}	Enable Voltage	7	V
I _o	Peak Output Current (100 μs non repetitive)	1.2	A
P _{tot}	Total Power Dissipation at T _{pins} = 90 °C	4	W
T _{stg} , T _j	Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	°C

PIN CONNECTIONS (Top view)



THERMAL DATA

Symbol	Description	DIP	SO	Unit
R _{th j-pins}	Thermal Resistance Junction-pins	max.	14	°C/W
R _{th j-amb}	Thermal Resistance junction-ambient	max.	50 (*)	°C/W
R _{th j-case}	Thermal Resistance Junction-case	max.	-	

(*) With 6sq. cm on board heatsink.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (for each channel, $V_S = 24\text{ V}$, $V_{SS} = 5\text{ V}$, $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 10)		V_{SS}		36	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 20)		4.5		36	V
I_S	Total Quiescent Supply Current (pin 10)	$V_i = L$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		2	6	mA
		$V_i = H$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		16	24	mA
		$V_{en} = L$			4	mA
I_{SS}	Total Quiescent Logic Supply Current (pin 20)	$V_i = L$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		44	60	mA
		$V_i = H$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		16	22	mA
		$V_{en} = L$		16	24	mA
V_{IL}	Input Low Voltage (pin 2, 9, 12, 19)		-0.3		1.5	V
V_{IH}	Input High Voltage (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
I_{IL}	Low Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{IL} = 1.5\text{ V}$			-10	μA
I_{IH}	High Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$2.3\text{ V} \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$		30	100	μA
V_{enL}	Enable Low Voltage (pin 1, 11)		-0.3		1.5	V
V_{enH}	Enable High Voltage (pin 1, 11)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
I_{enL}	Low Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$V_{enL} = 1.5\text{ V}$		-30	-100	μA
I_{enH}	High Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$2.3\text{ V} \leq V_{enH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$			± 10	μA
$V_{CE(sat)H}$	Source Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = -0.6\text{ A}$		1.4	1.8	V
$V_{CE(sat)L}$	Sink Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = +0.6\text{ A}$		1.2	1.8	V
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	$I_O = 600\text{ nA}$		1.3		V
t_r	Rise Time (*)	0.1 to 0.9 V_O		250		ns
t_f	Fall Time (*)	0.9 to 0.1 V_O		250		ns
t_{on}	Turn-on Delay (*)	0.5 V_i to 0.5 V_O		750		ns
t_{off}	Turn-off Delay (*)	0.5 V_i to 0.5 V_O		200		ns

(*) See fig. 1.

ANEXO 4

Datasheet del circuito
integrado DS1307

FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

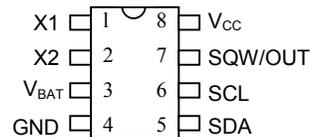
ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

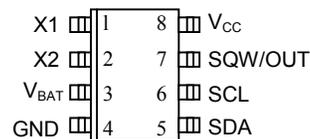
DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

PIN ASSIGNMENT



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)

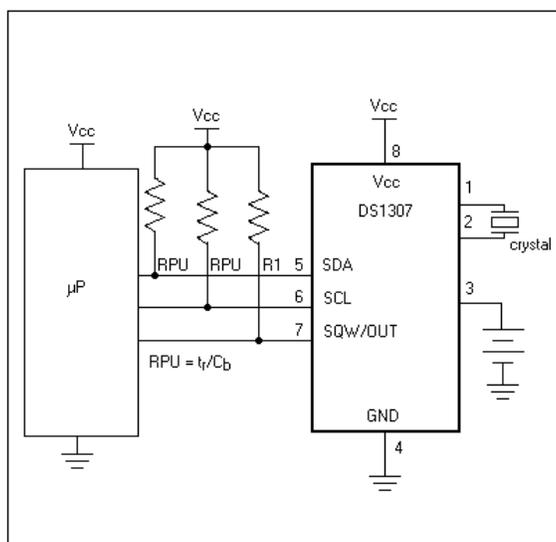


DS1307 8-Pin SOIC (150-mil)

PIN DESCRIPTION

V _{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
V _{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

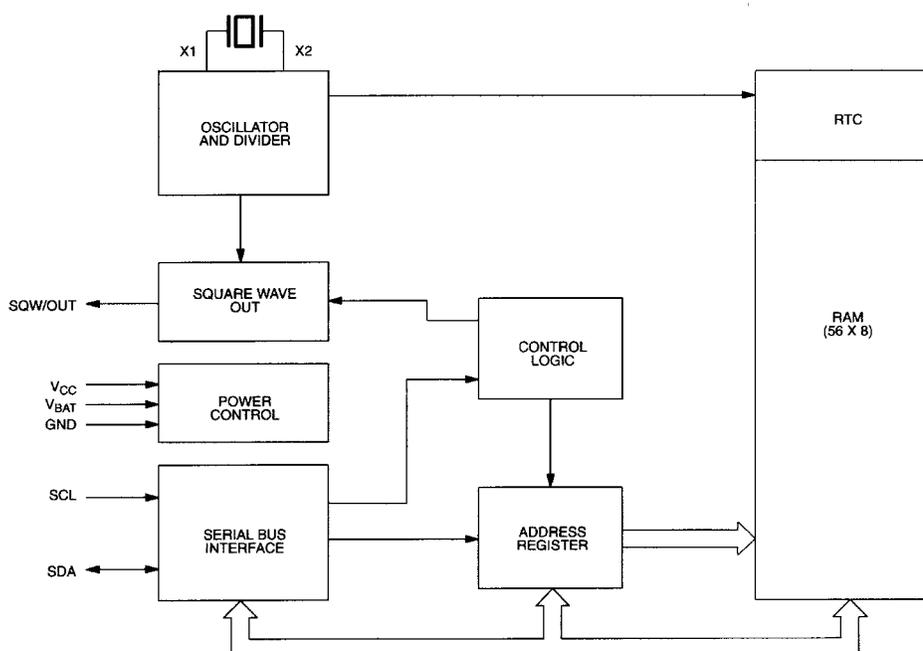
TYPICAL OPERATING CIRCUIT



OPERATION

The DS1307 operates as a slave device on the serial bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below $1.25 \times V_{BAT}$ the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out of tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT} the device switches into a low-current battery backup mode. Upon power-up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than $V_{BAT} + 0.2V$ and recognizes inputs when V_{CC} is greater than $1.25 \times V_{BAT}$. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the serial RTC.

DS1307 BLOCK DIAGRAM Figure 1



SIGNAL DESCRIPTIONS

V_{CC}, GND – DC power is provided to the device on these pins. V_{CC} is the +5V input. When 5V is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a 3V battery is connected to the device and V_{CC} is below 1.25 x V_{BAT}, reads and writes are inhibited. However, the timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage. As V_{CC} falls below V_{BAT} the RAM and timekeeper are switched over to the external power supply (nominal 3.0V DC) at V_{BAT}.

V_{BAT} – Battery input for any standard 3V lithium cell or other energy source. Battery voltage must be held between 2.0V and 3.5V for proper operation. The nominal write protect trip point voltage at which access to the RTC and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A lithium battery with 48mAh or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at 25°C. UL recognized to ensure against reverse charging current when used in conjunction with a lithium battery.

See “Conditions of Acceptability” at <http://www.maxim-ic.com/TechSupport/QA/ntrl.htm>.

SCL (Serial Clock Input) – SCL is used to synchronize data movement on the serial interface.

SDA (Serial Data Input/Output) – SDA is the input/output pin for the 2-wire serial interface. The SDA pin is open drain which requires an external pullup resistor.

SQW/OUT (Square Wave/Output Driver) – When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square wave frequencies (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). The SQW/OUT pin is open drain and requires an external pull-up resistor. SQW/OUT will operate with either V_{cc} or V_{bat} applied.

X1, X2 – Connections for a standard 32.768kHz quartz crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (CL) of 12.5pF.

For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, “Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks.” The DS1307 can also be driven by an external 32.768kHz oscillator. In this configuration, the X1 pin is connected to the external oscillator signal and the X2 pin is floated.

RECOMMENDED LAYOUT FOR CRYSTAL

