UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

BARMAN AUTOMÁTICO

Trabajo de Titulación para optar al Título de
TÉCNICO UNIVERSITARIO EN ELECTRÓNICA

Alumno:

Santiago Correa Benavente

Profesor Guía:

Mag. Guelis Montenegro Zamora

Profesor Correferente:

Mag. Loreto Marín Carcey

2020

RESUMEN

KEYWORDS: MÁQUINA EXPENDEDORA, COCTELES, MICROCONTROLADOR, COMUNICACIÓN SERIAL, BARMAN

En el presente trabajo de título se propone implementar una máquina expendedora que facilite la preparación de cocteles. El sistema está compuesto de un vaso ubicado en un riel, el cual se encarga de posicionar el vaso bajo los ingredientes correctos. Mediante un sistema de válvulas se dispensa la cantidad adecuada de cada ingrediente. El proyecto emplea un Microcontrolador, el cual recibe las instrucciones vía comunicación serial y se encarga de la preparación.

El dispositivo cumple con el objetivo principal de reemplazar al “barman” por una máquina expendedora que permita implementar una modalidad de auto servicio. Se explicará cómo se lleva a cabo el diseño y la implementación de este proyecto, seguido de los resultados finales de este, con las preparaciones que ofrece. Además de un respectivo estudio de costos necesario relacionado al precio de los componentes y los costos.

ÍNDICE

RESUMEN

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO 2

1 ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO 3

1.1 PROBLEMÁTICA 3

1.2 SOLUCIÓN PROPUESTA 4

1.3 BLOQUES DE LA SOLUCIÓN 5

1.3.1 Pantalla y teclado 6

1.3.2 Microcontrolador I y II 8

1.3.3 Sensores de posición 10

1.3.4 Sensores de fin de carrera 11

1.3.5 Controladores de motor 11

1.3.6 Servomotor de dispensador 12

1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS 14

CAPÍTULO 2: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO 15

2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO 16

2.1 IMPLEMENTACION DEL RIEL 16

2.1.1 Montaje del riel 16

2.1.2 Circuito de funcionamiento del Riel 17

2.1.3 Pruebas de funcionamiento y modificaciones 18

2.2 IMPLEMENTACIÓN DEL DISPENSADOR 18

2.2.1 Diseño y montaje del dispensador 19
2.2.2 Circuito de funcionamiento del dispensador 20
2.2.3 Pruebas de funcionamiento y modificaciones 21
2.3 BATIDORA 21
2.3.1 Montaje de la Batidora 21
2.3.2 Circuito de funcionamiento de la Batidora 22
2.4 INTERFAZ 23
2.4.1 Diseño y montaje de la interfaz 23
2.4.2 Circuito de la interfaz 24
2.5 PROGRAMACIÓN 25
CAPÍTULO 3: RESULTADO FINAL Y ESTUDIO DE COSTOS 28
3. RESULTADO FINAL Y ESTUDIO DE COSTOS 29
3.1 RESULTADO FINAL 29
3.2. POSIBLES MODIFICACIONES 30
3.2.1. Reducir la demora en la preparación 31
3.2.2. Agregar más ingredientes 31
3.2.3. Implementar un sistema de pago digital 32
3.3. ESTUDIO DE COSTOS DEL PROYECTO 33
3.3.1. Proveedores de componentes electrónicos 33
3.3.2. Proveedores de materiales para la construcción 34
3.3.3. Costo total de materiales y componentes del proyecto 34
3.3.4 Personal Requerido 36
3.3.5 Costo total final del proyecto 38
CONCLUSIONES 39
BIBLIOGRAFÍA 40
ANEXOS 37

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1. DIAGRAMA DEL PROCESO DE PREPARACIÓN 4

FIGURA 1-2. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA..... 5

FIGURA 1-3. PANTALLA LCD 2004A 6

FIGURA 1-4. PULSADOR PARA PCB..... 7

FIGURA 1-5. ARDUINO DUEMILANOVE 8

FIGURA 1-6. ARDUINO MEGA..... 9

FIGURA 1-7. ITR8105 10

FIGURA 1-8. PULSADOR SPDT..... 11

FIGURA 1-9. MÓDULO L298N 12

FIGURA 1-10. SERVOMOTOR MG996R..... 13

FIGURA 2-1. IMPRESORA XEROX 2230IJ 16

FIGURA 2-2. ESTRUCTURA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO..... 17

FIGURA 2-3. CIRCUITO DE FUNCIONAMIENTO DEL RIEL..... 18

FIGURA 2-4. DISEÑO PERNO Y PALETA DISPENSADORA 19

FIGURA 2-5. DISPENSADOR YA CONSTRUIDO. 20

FIGURA 2-6. CIRCUITO DEL DISPENSADOR..... 21

FIGURA 2-7. BATIDORA CONSTRUIDA..... 22

FIGURA 2-8. CIRCUITO DE LA BATIDORA..... 22

FIGURA 2-9. DISEÑO EN AUTOCAD LT 2018..... 23

FIGURA 2-10. INTERFAZ DEL PROYECTO CONSTRUIDA..... 24

FIGURA 2-11. CIRCUITO DE LA INTERFAZ 25

FIGURA 2-12. PROGRAMACIÓN CON MÚLTIPLES FICHEROS. 26

FIGURA 2-13. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROYECTO. 27

FIGURA 3-1. MÁQUINA DEL PROYECTO TERMINADA 29

FIGURA 3-2. MOTOR PASO A PASO NEMA 17 31

FIGURA 3-3. EJEMPLO DE TÓTEM DE AUTOATENCIÓN 32

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3-1. INGREDIENTES Y PREPARACIONES 30

TABLA 3-2. PROVEEDORES COMPONENTES ELECTRÓNICOS 33

TABLA 3-3. PROVEEDORES MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 37

TABLA 3-4. COSTOS FINALES DE COMPONENTES Y MATERIALES 35

TABLA 3-5. COMPARACIÓN ENTRE COTIZACIÓN Y COSTO FINAL. 38

TABLA 3-6. TIEMPO ASOCIADO A LA PRODUCCIÓN DEL PROYECTO. 38

TABLA 3-7. COSTOS DE UN TÉCNICO EN ELECTRÓNICA DE CFT. 37

TABLA 3-8. COSTOS EN RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO. 35

TABLA 3-9. COSTO FINAL DEL PROYECTO DESARROLLADO 38

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLA:

GND : Ground (Tierra)

TTL : Transistor-Transistor Logic

UART : Transmisor/Receptor Asíncrono Universal

I/O : Input / Output (Entrada / Salida)

Pub : Public house (establecimiento donde se sirven bebidas alcohólicas)

PWM : Modulación por ancho de pulsos

I2C : Circuito Inter integrado

UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María

CFT : Centro de Formación Técnica

3D : 3 Dimensiones

B. SIMBOLOGÍA:

°C : Grados Celsius

° : Grados

Hz : Hercio

MHz : Megahercio

N : Newton

W : Watt

A : Ampere

mm : Milímetros

MΩ : Megaohms

Seg/° : Segundos por grado

Kg/cm : Kilogramo por Centímetro

VDC : Volts Direct Current (Voltaje de Corriente Directa).

INTRODUCCIÓN

La primera compañía productora de máquinas expendedoras mecánicas surgió en Inglaterra y se remonta a la década 1880[1]. Pese a existir desde aquel entonces, no fue hasta la masificación de las tecnologías y componentes electrónicos, en la segunda mitad del siglo XX, que comenzaron a hacerse más comunes.

En Chile, durante la última década han ido realmente en constante aumento, las máquinas de autoservicio ya son algo con lo que las personas se enfrentan a diario, estas han dejado de ser solo para comprar dulces y aperitivos, hoy son capaces de ofrecer una gama abismante de productos y servicios. Ya es posible auto atenderse en cajas de grandes cadenas de supermercados, utilizar tótems para cargar la tarjeta del metro o comprar pasajes de autobús utilizando máquinas, ejemplos como estos hay muchos.

La presencia de las máquinas de autoservicio ha permitido reducir los costos de atención, funcionando en cualquier horario, evitando así filas y tiempos de espera. Todo esto de una manera fácil y cómoda de utilizarse. Pese a todo esto, las máquinas de autoatención en el mundo del servicio de cocteles son prácticamente inexistente.

Este proyecto de título está orientado a desarrollar una máquina para preparar cocteles, para así reemplazar las labores de preparación que normalmente desempeña un barman, por una modalidad de auto servicio. Aprovechando así los beneficios de reducción de tiempo y personal que conllevan las máquinas de autoservicio.

[1] https://videogamehistorian.wordpress.com/tag/sweetmeat-automatic-delivery-company/

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

1 ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

En este capítulo, se encontrará la información teórica con respecto al proyecto que se va a desarrollar, el objetivo al cual va orientado el proyecto y los diferentes componentes a utilizar para garantizar funcionamiento del proceso.

1.1 PROBLEMÁTICA

El autoservicio es una modalidad que a lo largo de los últimos años ha ido en aumento, principalmente gracias a la automatización y al surgimiento de las máquinas expendedoras, que han permitido que el autoservicio sea algo con lo que las personas se enfrentan a diario, desde cajeros bancarios, cajas en supermercados, aperitivos, tótems para cargar la tarjeta del metro o para comprar de pasajes de autobús. Su presencia ha permitido reducir costos, filas y tiempos de espera.

Aunque su implementación ya está presente en muchos comercios y servicios, la presencia del autoservicio y de máquinas expendedoras en el mundo del servicio de cocteles es prácticamente inexistente. La poca presencia que existe se basa principalmente en cubrir labores de caja, mediante uso tótems autoatención que con medios de pago electrónicos generan un váucher canjeable por algún coctel del menú.

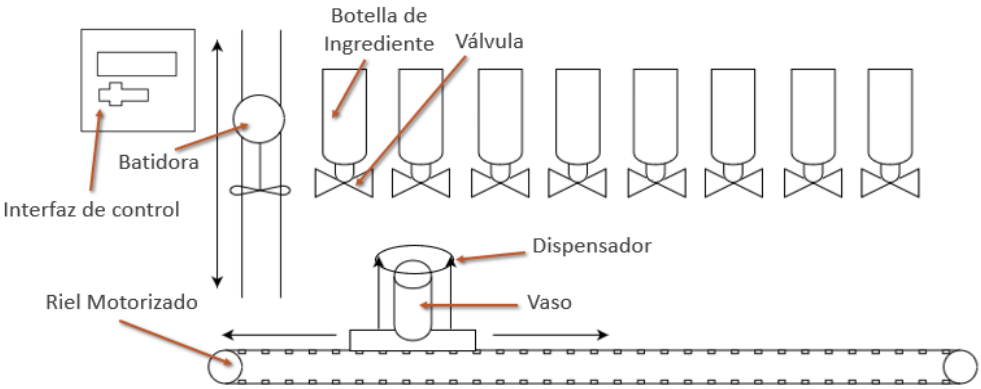
Pero para el canje de los cocteles sigue requiriendo de un barman que los prepare, por lo que no es realmente un autoservicio. El Barman o cantinero es quien lleva la tarea de elaborar diferentes cocteles dentro de un lugar de ocio o evento, debe conocer y manejar una variedad de recetas, teniendo en cuenta las porciones justas para obtener un buen resultado. Esto puede generar un problema cuando en bares y clubes nocturnos existe un horario punta con mayor afluencia de público, que ocasiona retrasos en la atención por la sobredemanda de pedidos que debe manejar el barman.

También ocurre en eventos privados e informales, que no existe la posibilidad de contratar un Barman para realizar las preparaciones, esto por el costo que implica la contratación de una persona. En esos casos la preparación puede ser un problema si no hay una persona lo suficientemente capacitada.

1.2 SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución a esta problemática es desarrollar una máquina expendedora de cocteles, que sea capaz de elaborar diferentes preparaciones de una carta, automatizando así la tarea de un barman y reemplazando sus labores en una modalidad de auto servicio. La máquina consistirá en un posavasos que irá montado sobre un riel horizontal y un dispensador vertical, donde el vaso se irá moviendo por debajo de ocho botellas, las cuales contienen un ingrediente diferente cada una. Cada botella irá montada sobre una válvula manual, que funciona al presionarla de manera vertical y dispensa 35ml del ingrediente escogido al vaso. De esta manera se podrán ir vertiendo los ingredientes y las diferentes combinaciones de estos permitirán elaborar diversos cócteles, los elementos del proceso de preparación se representan en la figura 1-1.

Además de esto, se agregará un batidor para revolver las preparaciones cuando la receta lo requiera. El proyecto estará montado en una estructura de madera para facilitar su construcción y tendrá instrucciones para un correcto autoservicio.



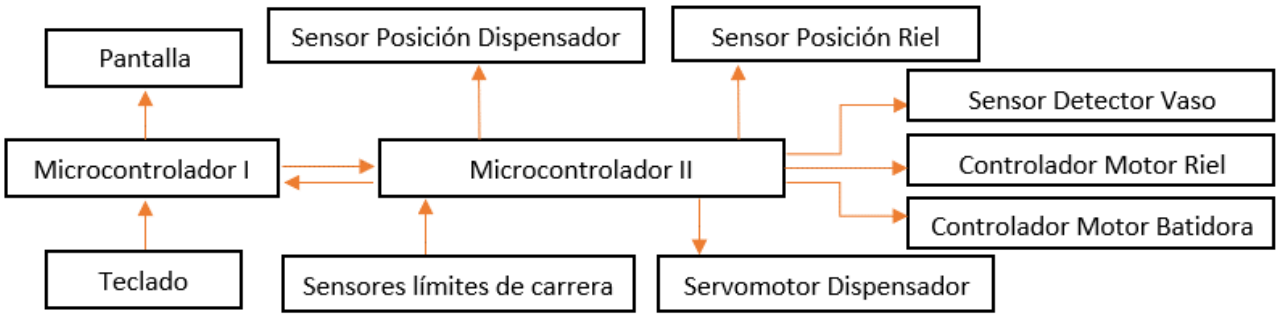
Fuente: Elaboración propia en Visio

Figura 1-1. Diagrama del proceso de preparación

1.3 BLOQUES DE LA SOLUCIÓN

Para cumplir con la solución propuesta, son necesarios los siguientes bloques, que se muestran en la figura 1-2.

- Pantalla
- Teclado
- Microcontrolador I
- Microcontrolador II
- Sensores de límites de carrera
- Sensores de dispensador y riel
- Controlador de Motor Cinta y Batidora



Fuente: Elaboración propia en Visio.

Figura 1-2. Diagrama de Bloques de la Solución Propuesta

Como se ve en el diagrama de bloques del proyecto, el microcontrolador II quien interactúa con todas las variables del proceso de preparación. La razón de esto es para dejar abierta la posibilidad de reemplazar al Microcontrolador I, que se utiliza meramente para entregar la elección a preparar, por algún elemento de comunicación remota, esto para futuras versiones del prototipo.

1.3.1 Pantalla y teclado

La función que cumplen es bastante simple, la pantalla se utilizará para poder visualizar el menú de diferentes alternativas a servir. El teclado permite navegar en el menú de opciones, sirviendo en conjunto como una interfaz Hombre-Máquina del proyecto.

Como pantalla se escogió utilizar el Módulo LCD 2004A (ver figura 1-3) por su bajo costo y número de caracteres. Se descartó el uso de un módulo I2C como intermediario, pese a que este permitiría reducir de 6 a 2 los pines de comunicación con el Arduino. No es necesario para el proyecto generar esta reducción de pines en el microcontrolador I, ya que este cuenta con puertos suficientes para realizar una conexión directa, por lo que la compra de un módulo I2C sería un costo extra innecesario.

Fuente: https://altronics.cl/display-lcd-2004-backlight-green-i2c

Figura 1-3. Pantalla LCD 2004A

Las principales características de este módulo:

- Voltaje de Alimentación: 5VDC
- Definición de pines: GND, VCC, RS, EN, D4, D5, D6, D7
- Contraste: ajustable mediante potenciómetro
- Formato de Display: 20 caracteres x 4 líneas
- Color: texto negro, fondo amarillo
- Dimensiones: 9.8 x 6 x 1.2mm

Para el teclado se escogió utilizar los pulsadores sin retención para PCB (ver figura 1-4), en conjunto con una Placa Perforada para PCB, para elaborar un teclado simple con los pulsadores configuración pull-up. Los pulsadores son normalmente abiertos y al presionarlos cierran el circuito entre sus terminales

Fuente: https://altronics.cl/pulsador-6x6x43

Figura 1-4. Pulsador para PCB

Las principales características de estos pulsadores son:

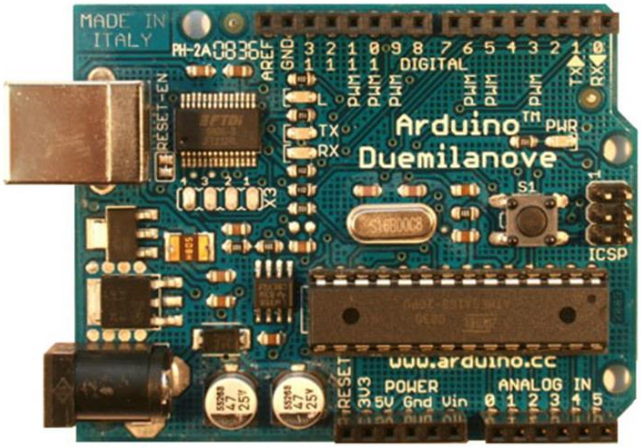
- Temperatura operación: -25 ° ~ + 85 ° C
- Resistencia del contacto: <= 0.03Ω
- Máximo Voltaje: AC250 V (50Hz)
- Fuerza de actuación: 1.3 + -0.5N
- Resistencia de aislación:> = 100MΩ
- Vida útil: 100000 pulsaciones

1.3.2 Microcontrolador I y II

Para ambos microcontroladores, se eligió utilizar las dos placas de desarrollo programables Arduino, ya que son de bajo costo y poseen una interfaz de programación simple, con un lenguaje de programación basado en C++.

El Microcontrolador I cumple la función de operar como interfaz hombre-máquina del proyecto, interpretando las elecciones de la carta y comunicándose vía serial TLL con el Microcontrolador II. Para el Microcontrolador I se eligió utilizar el Arduino Duemilanove (ver figura 1-5), las principales características técnicas de este modelo son:

- Microcontrolador: ATmega168
- I/O Digitales: 14 (6 pueden ser para PWM)
- Entradas Análogas: 6
- Memoria Flash: 32kB
- Velocidad de reloj: 16Mhz
- Voltaje de operación: 5V DC
- Voltaje de alimentación externa: 7V - 12V DC



Fuente: https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardDuemilanove

Figura 1-5. Arduino Duemilanove

El Microcontrolador II es quien cumple la función de realizar la preparación del elemento escogido, recibiendo desde el Microcontrolador I la elección de la carta vía protocolo UART, para luego ir manejando los diferentes procesos según la receta. Esto implica ir leyendo los sensores de posición y moviendo el riel horizontal, el batidor o el dispensador según corresponda. Para el Microcontrolador II se eligió utilizar el Arduino MEGA (ver figura 1-6), por su mayor cantidad de puertos y capacidad de memoria.

Fuente: https://arduino.cl/arduino-mega-2560/

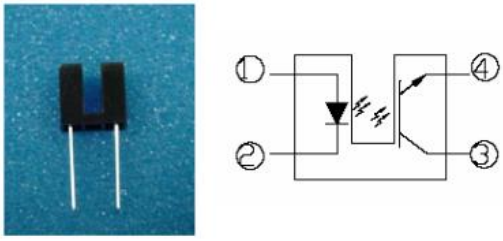
Figura 1-6. Arduino MEGA

Las principales características técnicas del Arduino MEGA son:

- Microcontrolador: ATmega2560
- I/O Digitales: 54
  - 12 pueden ser para PWM
  - 6 para interrupciones
- Entradas Análogas: 16
- Puertos seriales: 4
- Memoria Flash: 256kB
- Voltaje de alimentación externa: 7V - 12V DC
- Voltaje operación: 5V DC
- Velocidad de reloj: 16Mhz

1.3.3 Sensores de posición

El sensor de posición del riel le permite al microcontrolador II conocer la posición del vaso dentro de la guía horizontal por donde se mueve. Este sensor es fundamental para ubicar correctamente el vaso bajo el ingrediente adecuado. Por su parte, el sensor de posición del dispensador sirve para determinar si el actuador vertical llegó a la posición de accionar la válvula para verter el ingrediente necesario. Para ambos casos se utiliza un opto interruptor que detecta el paso de luz dentro de una regleta con múltiples orificios, el opto interruptor a utilizar es el ITR8105 (ver figura 1-7).



Fuente: https://www.endrich.com/fm/2/ITR-8105.pdf

Figura 1-7. ITR8105

El opto interruptor ITR8105 tiene las siguientes características técnicas:

- Corriente de funcionamiento diodo: 50 mA
- Voltaje de funcionamiento diodo: 5VDC
- Voltaje emisor colector: 5VDC
- Corriente máxima de colector: 20mA
- Temperatura de funcionamiento: -25 ℃ ~ 85 ℃

1.3.4 Sensores de fin de carrera

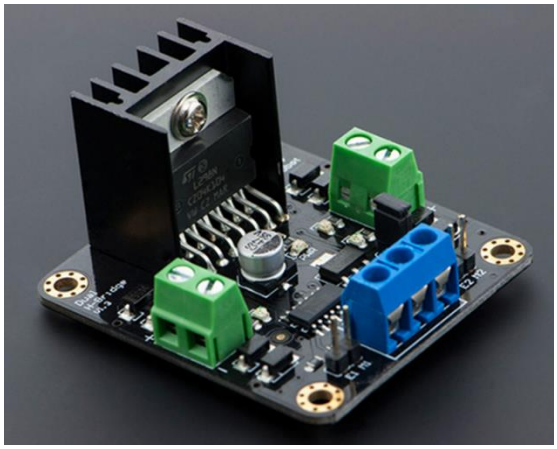
Con la finalidad de detener el motor cuando el posavasos sobre el riel llegue a su fin y de evitar un error de operación que pueda generar un derrame al no utilizar un vaso. Se utilizarán pulsadores (ver figura 1-8), como sensores que detecten un tope al final de carrera y la inserción del vaso en su correspondiente lugar.

Fuente: https://www.pololu.com/product/1405

Figura 1-8. Pulsador SPDT

1.3.5 Controladores de motor

Para que el microcontrolador II pueda manejar los tres motores de corriente continua es necesario un controlador. El motor que opera el riel horizontal opera con 24VDC y los dos motores que son utilizados para el accionamiento de la batidora que emplea el proyecto, utilizan un voltaje de 12VDC. Para ambos casos se utilizará el controlador de motores dual L298N (ver figura 1-9), al operar entre 4.8VDC y 46VDC lo hacen el controlador ideal para ambos procesos.



Fuente: https://www.dfrobot.com/product-66.html

Figura 1-9. Módulo L298N

El Módulo L298N posee las siguientes características técnicas:

- Tipo de control: Controlador puente H dual de alta potencia.
- Parte lógica de la entrada de voltaje: 5 ~ 9VDC.
- Parte de acción de la entrada de voltaje: 4.8 ~ 46VDC.
- Parte lógica de la corriente de trabajo: 36mA.
- Corriente de operación máxima: 2A.
- Disipación de potencia máxima: 25W

1.3.6 Servomotor de dispensador

Para poder ir realizando la preparación de los cocteles es necesario accionar las válvulas correctamente, las cuales funcionan ejerciendo presión de manera vertical. Para cumplir esta tarea es necesario emplear dos motores con un alto torque para que el dispensador pueda generar la fuerza necesaria y así abrir de manera correcta las diferentes válvulas. Por este mismo motivo se utilizarán dos Servomotor MG996R de Rotación Continua (ver figura 1-10).

Fuente: https://altronics.cl/servo-mg995-360

Figura 1-10. Servomotor MG996R

Las principales características técnicas del servomotor MG996R son:

- Voltaje de operación: 4.8V-7.2VDC
- Ángulo de giro: Continuo de 360°
- Torque: 11kg/cm (6VDC)
- Velocidad de operación: 0.15 seg/60° (6VDC sin carga)
- Temperatura de trabajo: -30°C +60°C

1.4 OBJETIVO GENERAL

Crear una máquina para automatizar la tarea del barman en la preparación de cocteles.

1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar una estructura para insertar el vaso y accionar los dispensadores.
- Diseñar y construir una estructura donde montar el prototipo.
- Implementar un sistema de menú con seis variedades de preparaciones.
- Crear una programación capaz de manejar correctamente los procesos de preparación.
- Diseñar una batidora que sea capaz de revolver las preparaciones dentro del proceso.
- Establecer una comunicación serial entre ambos microcontroladores del proyecto.

CAPÍTULO 2: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En la realización de este proyecto se procede a la implementación física de la máquina propuesta para la solución a la problemática. Para esto se debe construir, diseñar y programar cada uno de los mecanismos que interactúan en el proceso de preparación de los cocteles.

2.1 IMPLEMENTACION DEL RIEL

A continuación, se verá en detalle la implementación del riel que utiliza la máquina expendedora de cocteles, su montaje, el circuito que utiliza y las eventuales modificaciones.

2.1.1 Montaje del riel

Parte fundamental de la máquina elaboradora de cocteles, es el riel que traslada el vaso bajo cada válvula dispensadora, para construir esta parte indispensable se reutilizó partes de una impresora plotter modelo xerox 2230ij en desuso, ver figura 2-1.

Fuente: https://www.mercadolibre.cl/

Figura 2-1. Impresora Xerox 2230ij

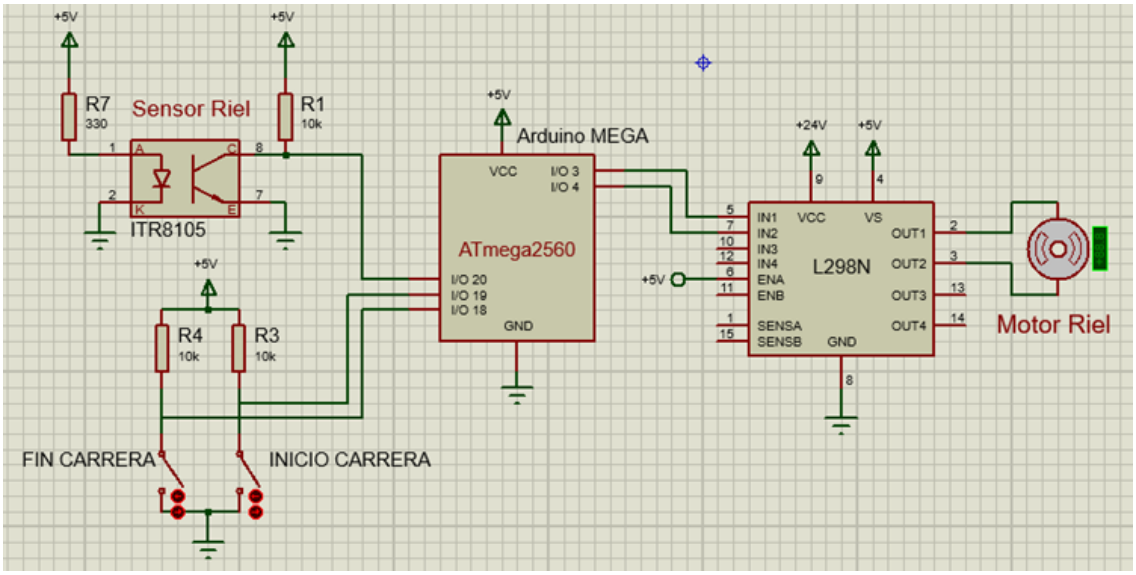
Al desarmar este modelo de impresora, se retiraron de la estructura principal de esta, todas las partes innecesarias para la elaboración del proyecto, dejando el motor original, la fuente de alimentación y la estructura del riel por donde se movían los cabezales de impresión. Luego se montaron estos elementos extraídos de la impresora en una estructura de madera construida para la elaboración de la máquina expendedora de cocteles.

Fuente: Fotografía de elaboración propia

Figura 2-2. Estructura para la construcción del proyecto.

2.1.2 Circuito de funcionamiento del Riel

Para manejar del riel de desplazamiento del vaso, es necesario controlar el motor de corriente continua que opera el movimiento del este, como se menciona en el capítulo uno para este fin se usa un módulo de puente H L298N, que le permite al Arduino MEGA manejar el sentido y el voltaje de 24VDC que requiere para su funcionamiento. Además, para determinar la posición del riel se utiliza el Opto interruptor ITR8105 y dos interruptores de límite de carrera. En la figura 2-3 se ve el circuito empleado para el funcionamiento y control del riel.



Fuente: Fotografía de elaboración propia

Figura 2-3. Circuito de funcionamiento del riel

2.1.3 Pruebas de funcionamiento y modificaciones

Al realizar pruebas iniciales se consideró que la velocidad de movimiento del riel era muy alta, lo que podía ocasionar derrames o accidentes al momento de transportar el vaso. Para ello se agregó un módulo limitador de tensión LM2596S a la fuente original de la impresora Xerox 2230ij, para bajar el voltaje de alimentación del motor de 24VDC a 15VDC y de esta forma reducir la velocidad de movimiento del riel a una más adecuada para el funcionamiento del proyecto.

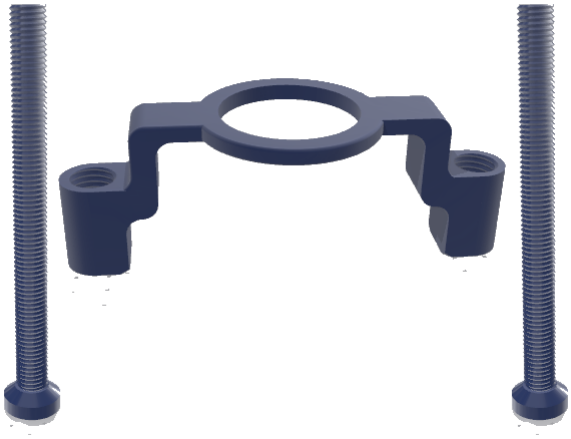
2.2 IMPLEMENTACIÓN DEL DISPENSADOR

A continuación, se verá en detalle la implementación del dispensador que utiliza la máquina expendedora de cocteles, el diseño que utiliza, su circuito de montaje y las eventuales modificaciones.

2.2.1 Diseño y montaje del dispensador

Para poder accionar las válvulas de cada ingrediente correctamente sobre el vaso, fue necesario diseñar una estructura que pueda generar la suficiente presión para abrir cada válvula y sostener el vaso al moverse sobre el riel principal de la máquina.

Para esto se construyó una estructura de madera con un orificio para poder insertar y sostener de manera firme un vaso estándar para la máquina, se decidió utilizar las medidas de un vaso de vidrio cilíndrico de 260cc, se eligió este modelo por lo económico y ampliamente usado que es. Además de este orificio para sostener el vaso, se utilizan dos pernos plásticos roscados que, al girar, elevan o descienden una paleta cilíndrica que presiona la válvula y que hace caer el líquido al interior del vaso ver la figura 2-4.



Fuente: Imagen de elaboración propia, Print 3D.

Figura 2-4. Diseño Perno y Paleta dispensadora

El diseño de ambos pernos plásticos y paleta dispensadora fue obtenido desde el sitio thingiverse.com, el cual consiste en una biblioteca web abierta de diseños para impresoras 3D, adicionalmente este fue impreso por el alumno Julio Rodríguez perteneciente a la carrera de Ingeniería en Diseño y Fabricación Industrial de la UTFSM.

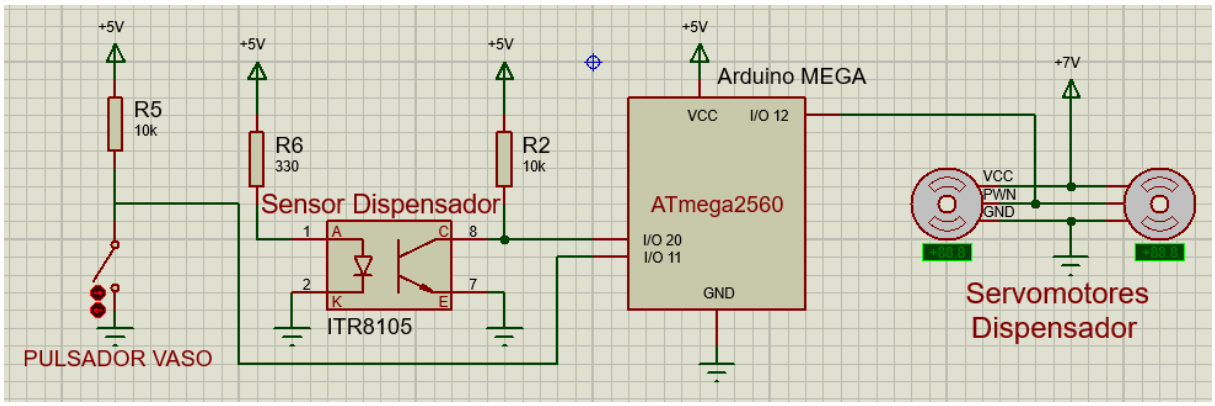
El movimiento de ambos pernos de la paleta dispensadora se lleva a cabo por dos servomotores 360°, que van ubicados a cada lado del vaso, estos son iguales y se mueven a la misma velocidad, manteniendo la paleta dispensadora nivelada. Cabe destacar que se incorporó un opto interruptor a la paleta dispensadora para detectar cuando se llega a la posición de apertura de las válvulas de los diferentes ingredientes. En la figura 2-5 se puede ver la construcción del dispensador ya terminada.

Fuente: Fotografía de elaboración propia

Figura 2-5. Dispensador ya construido.

2.2.2 Circuito de funcionamiento del dispensador

El circuito empleado para controlar el dispensador utiliza dos servomotores en conectados en paralelo, junto con el sensor de posición del vaso que impide el accionamiento cuando no hay un vaso en posición correcta y el opto interruptor del dispensador que detecta cuando se activa la válvula. En la figura 2-6 se muestra el diagrama de conexión del circuito.



Fuente: Elaboración propia en Proteus 8.1

Figura 2-6. Circuito del Dispensador

2.2.3 Pruebas de funcionamiento y modificaciones

Al realizar pruebas iniciales se detectó que el accionamiento de ambos servos no estaba totalmente coordinado. Para ello se les modificó la resistencia interna fija que poseen, por un potenciómetro multivuelta, que permite una correcta calibración y que así ambos actúen al mismo tiempo al recibir la misma señal de PWM.

2.3 BATIDORA

A continuación, veremos en detalle la implementación de la batidora que se utiliza en el proyecto, su montaje y el circuito que utiliza.

2.3.1 Montaje de la Batidora

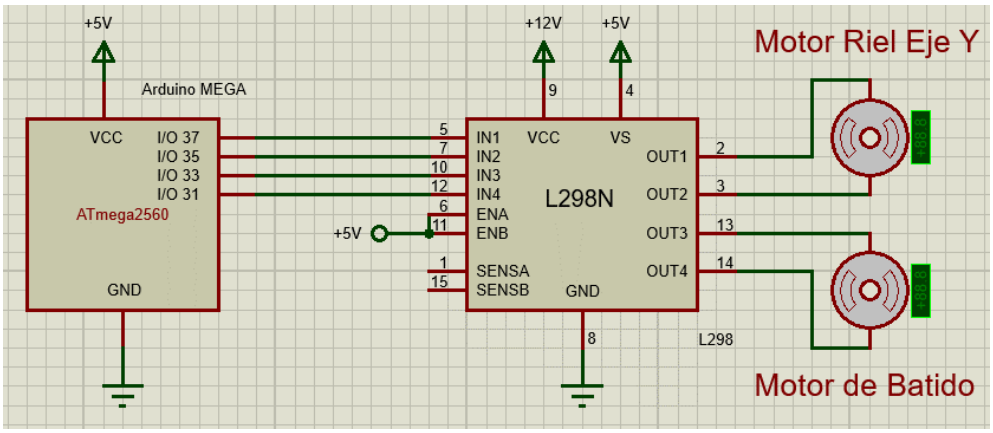
Para el diseño del batidor se utilizó un motor de corriente continua que hace girar una pequeña paleta mezcladora, este motor va montado en un riel de eje vertical que permite bajar la paleta mezcladora al interior del vaso (ver figura 2-7). Para este movimiento del riel de eje vertical se utiliza otro motor de corriente continua.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7. Batidora construida

2.3.2 Circuito de funcionamiento de la Batidora

Como se mencionó en el capítulo uno, para cambiar el sentido de giro de los motores y manejar el voltaje de operación de 12VDC, se emplea el módulo L298N, este módulo emplea una configuración de doble puente H, que permite manejar dos motores utilizando los voltajes lógicos. En la figura se muestra el circuito para el manejo de la batidora, los terminales I/O digitales del Arduino MEGA determinan el sentido de giro y accionamiento del motor.



Fuente: Elaboración propia en Proteus 8.1

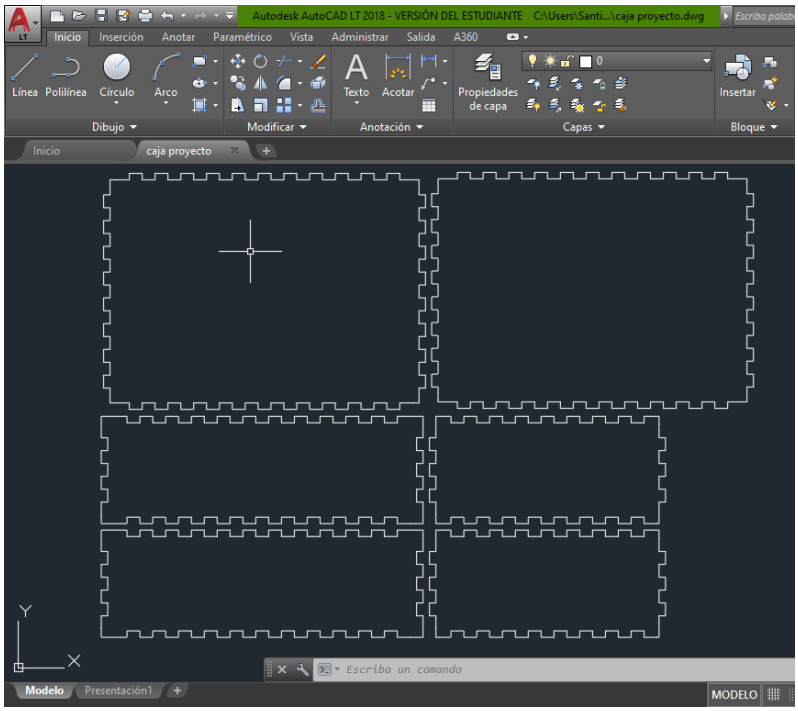
Figura 2-8. Circuito de la Batidora

2.4 INTERFAZ

En la siguiente sección, se dará a conocer en detalle la implementación de la interfaz que utiliza la máquina expendedora de cocteles, su diseño, montaje y el circuito que esta utiliza.

2.4.1 Diseño y montaje de la interfaz

Para albergar construir la interfaz de manera perdurable y para que las conexiones se puedan mantener protegidas, se diseñó un compartimento de madera para coincidir con el resto de la estética del proyecto. Para realizar el diseño de este compartimento se utilizó el programa AutoCAD LT 2018, haciendo uso de las licencias disponibles para estudiantes de la UTFSM. Se elaboró un plano lineal, de una caja con las aristas ranuradas que facilitan su ensamblaje, ver figura 2-9.



Fuente: Elaboración propia, AutoCAD LT 2018.

Figura 2-9. Diseño En AutoCAD LT 2018

Posteriormente utilizando la maquinaria disponible en el Departamento de Diseño y Manufactura de la UTFSM, se realizó el corte laser del plano diseñados sobre una plancha de madera trupan de 3mm. Finamente en la caja resultante se ubicó el Arduino Duemilanove, junto con la Pantalla LCD 2004A y el PCB con botones de control. Ensamblando así la interfaz hombre-máquina del proyecto. En la figura 2-10 se presenta esta interfaz de control de la máquina terminada, sin montar en el proyecto. Utilizando el mismo método de diseño y construcción se realizó una caja para proteger las conexiones del Arduino MEGA utilizado en el proyecto.

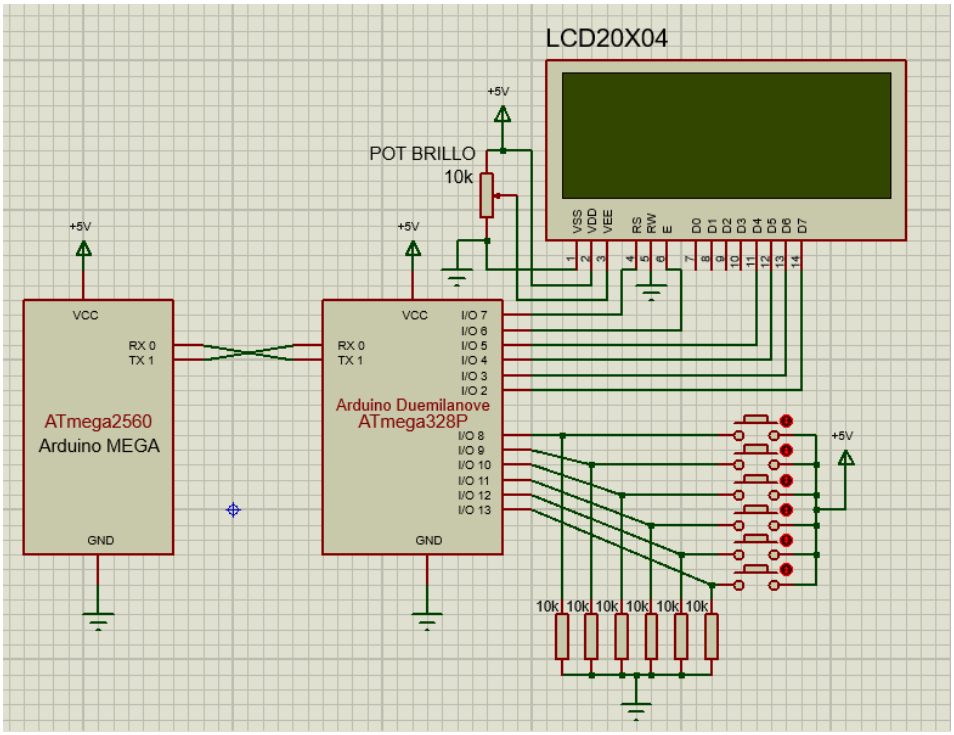
Fuente: Fotografía de elaboración propia.

Figura 2-10. Interfaz del proyecto construida

2.4.2 Circuito de la interfaz

Para el circuito de la interfaz hombre-máquina del proyecto se utilizó el Arduino Duemilanove que cumple la función del microcontrolador I descrito anteriormente en el capítulo uno. En el circuito se utilizan botones en configuración Pull-Down que al estar presionados

entregan un uno lógico al microcontrolador I, junto con esto van conectadas la pantalla LCD 2004 y la comunicación serial con el microcontrolador II. En la figura 2-11 se presenta el diagrama de conexión de la interfaz.



Fuente: Elaboración propia en Proteus 8.1

Figura 2-11. Circuito de la interfaz

2.5 PROGRAMACIÓN

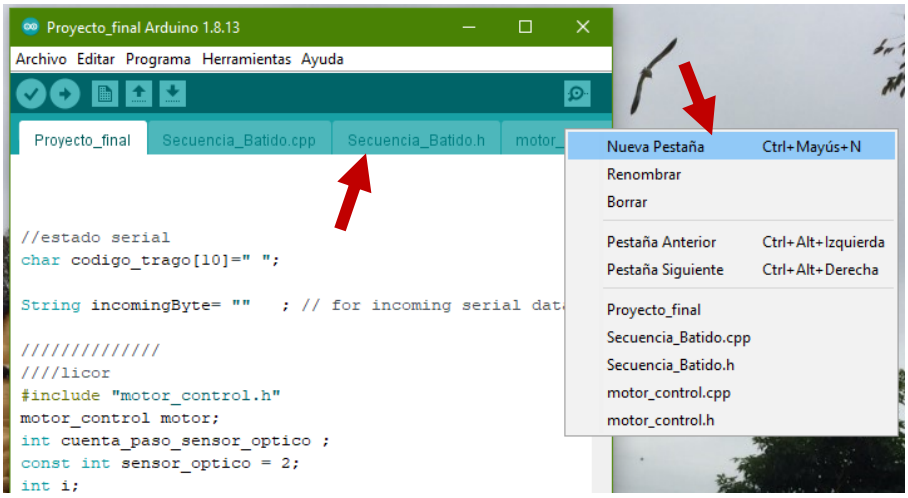
Para la programación del proyecto se utiliza el programa Arduino IDE, el cual nos permite programar las diferentes placas compatibles de Arduino. Para este proyecto son necesarias un gran número de funciones, debido a los diferentes componentes que actúan en el proceso de preparación. A grandes rasgos las principales tareas que realiza el microcontrolador II en el proyecto, son las siguientes:

- Recibir el dato de la elección desde el Arduino en el interfaz del proyecto.
- Interpretar el dato y ligarlo con una secuencia ya establecida

- Controlar el riel, moviéndolo a determinadas posiciones.
- Controlar el dispensador, activando las válvulas determinadas veces.
- Activar la batidora cuando es necesario.
- Detener el proceso cuando ocurren determinados errores.
- Detener el proceso cuando finalizó la preparación.

Esto puede presentar un inconveniente al momento de programar, ya que cada tarea que realiza el microcontrolador II involucra llevar acabo varias funciones y al momento de repetir las tareas varias veces dentro del proceso, puede ocasionar que la programación del proyecto requiera un gran número de líneas de código.

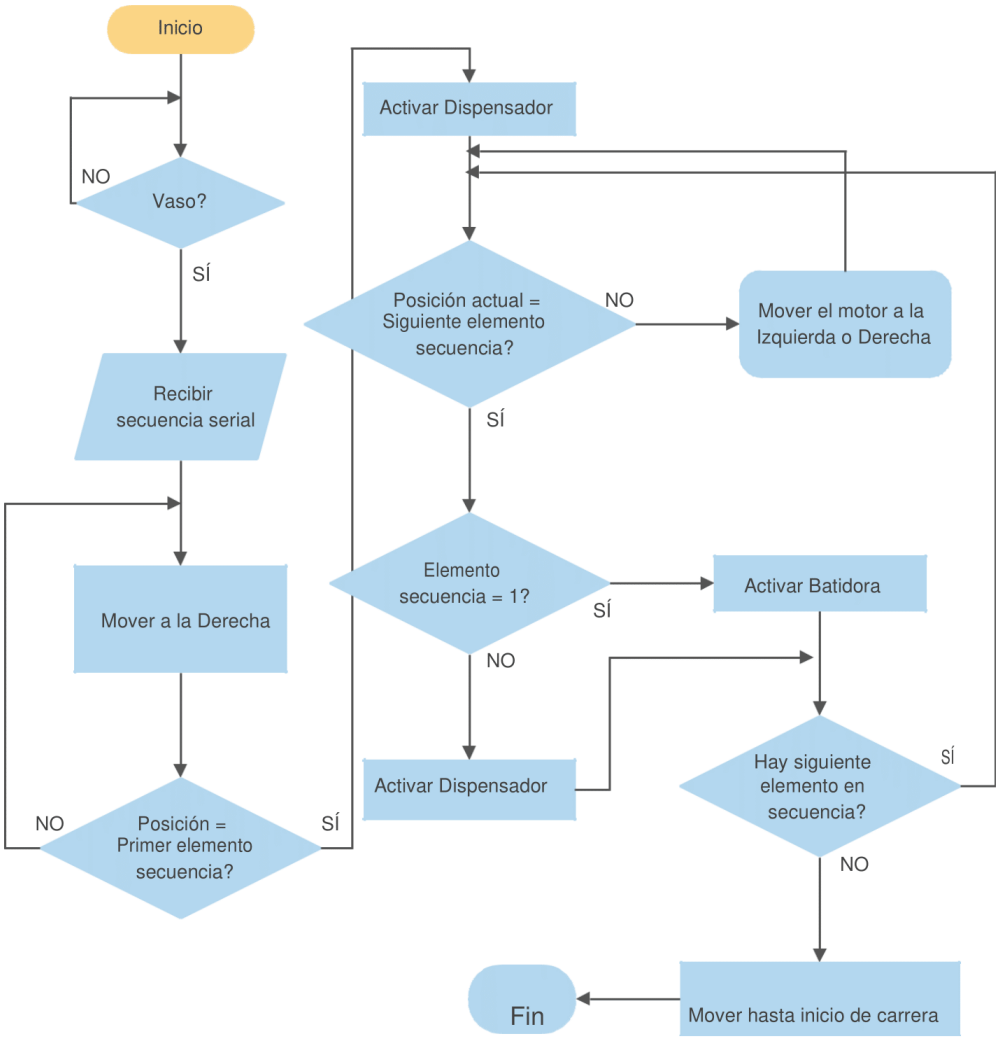
Para evitar este inconveniente en la programación del proyecto, se va a emplear el uso de ficheros, que permite ir englobando las múltiples funciones de una tarea en una función más grande que va escrita en una pestaña paralela a la programación principal en Arduino IDE (ver figura 2-12), para luego utilizarla en operación de estados. En la programación del proyecto se utilizarán tres ficheros, uno por cada elemento del proceso que hay que controlar, el para el riel se utiliza la pestaña "*Motor_control*", para el dispensador la pestaña *"Dispensador_control"* y para usar la batidora se utiliza *"Secuencia_Batido"*.



Fuente: Elaboración propia en Arduino IDE.

Figura 2-12. Programación con múltiples ficheros.

Al igual que una máquina expendedora común, la programación principal del proyecto operará en base a un proceso finito, que en base a unas entradas determinantes lleva a cabo una secuencia de procesos. Estas entradas determinantes de la máquina expendedora será la inserción del vaso y la elección del elemento del menú, esta conlleva una secuencia de números que determinan los ingredientes, la cantidad de estos y si se debe batir o no la preparación. Un ejemplo de secuencia de números es “994444” la cual corresponde a la preparación “Roncola con Blanca”, esta secuencia nos dice que lleva dos porciones de “Ron Dorado” y cuatro porciones de “Bebida Sprite”. El diagrama de flujo del funcionamiento del proyecto se ve en la figura 2-13.



Fuente: Elaboración propia en smartdraw.com.

Figura 2-13. Diagrama de flujo del proyecto.

.

CAPÍTULO 3: RESULTADO FINAL Y ESTUDIO DE COSTOS

3. RESULTADO FINAL Y ESTUDIO DE COSTOS

En este capítulo se presenta el resultado final de la implementación del proyecto y las preparaciones que este realiza. Adicionalmente se presentan algunas mejoras posibles para el funcionamiento del proyecto y finalmente un detallado estudio de los costos que requirió la realización de este proyecto y su prototipo.

3.1 RESULTADO FINAL

Al terminar la programación y construcción del proyecto, se obtiene como resultado final una máquina capaz mezclar ocho diversos ingredientes, en distintas proporciones para realizar una variedad de siete posibles cócteles. En la figura 3-1, se ve el prototipo del proyecto ya terminado, utilizando botellas con agua en representación de los diversos ingredientes.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-1. Máquina del proyecto terminada.

El resultado final cumple con el objetivo de automatizar la tarea de un barman, donde el usuario seleccionando un elemento del menú, acciona la máquina capaz de realizar la preparación escogida. Los ocho ingredientes que fueron seleccionados, junto con las siete preparaciones que realiza la máquina con estos, están representados en la siguiente tabla 3-1.

Tabla 3-1. Ingredientes y Preparaciones.

	Ron Blanco	Jarabe de Azúcar	Bebida Sprite	Tequila Blanco	Jugo de Limón	Jugo de Frutilla	Curaçao Azul	Ron Dorado
Roncola con blanca			X					X
Mojito	X	X	X		X			
Margarita Azul		X	X	X	X		X	
Daiquiri Frutilla	X	X			X	X		
Daiquiri	X	X			X			
Laguna Azul			X				X	
Tequila Slammer			X	X	X			

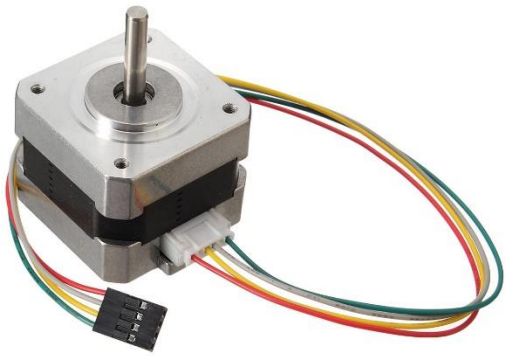
Fuente: Tabla creada por el alumno

3.2. POSIBLES MODIFICACIONES

Para la construcción de este proyecto fue necesario ir realizando pruebas a los diferentes mecanismos que interactúan en el proceso de preparación. Evaluando los diferentes componentes y viendo posibles modificaciones para llegar a un correcto funcionamiento del prototipo. Anteriormente se mencionaron algunas modificaciones como reducir la velocidad del riel o calibrar correctamente los servos del dispensador. A continuación, en este punto se presentarán posibles mejoras que se podrían desarrollar y realizar en un próximo prototipo del proyecto.

3.2.1. Reducir la demora en la preparación

Para que el proceso de preparación sea más eficiente es necesario reducir los tiempos de preparación. De esta forma el proyecto podría recibir más pedidos en un mismo periodo de tiempo. En las pruebas finales del primer prototipo del proyecto, se constató que el tiempo de preparación promedio es de 2 minutos 45 segundos, esta demora se produce mayormente por la baja velocidad que tienen los servomotores responsables de accionar el dispensador. Para corregir este inconveniente sería necesario remplazar los servomotores por motores paso a paso Nema 17, ver en figura 3-2, que serían capaces de accionar el dispensador en menor tiempo.



Fuente: es.banggood.com

Figura 3-2. Motor paso a paso Nema 17.

3.2.2. Agregar más ingredientes

Cambiando de ubicación del panel de interfaz o reemplazando a este por otra modalidad de uso. Se podría utilizar el espacio libre que quedaría sobre el riel para agregar dos ingredientes más, esto permitiría que el proyecto pueda realizar una mayor variedad de preparaciones y así aumentar su capacidad de reemplazar las labores de un barman.

3.2.3. Implementar un sistema de pago digital

Ya sabemos que el Microcontrolador II es quien prepara las recetas que recibe en forma numérica desde comunicación serial. Por lo que, en principio para implementar algún sistema de pago digital únicamente sería necesario modificar el Microcontrolador I, reemplazando al Arduino Duemilanove por alguna otra placa de desarrollo capaz de integrarse en un entorno web o a un tótem de pago como los que ya existen en varios comercios y servicios. En figura 3-3 se puede ver un ejemplo de tótem de autoatención. Dos posibles candidatos para poder remplazar a Microcontrolador I serian la Raspberry Pi o una ESP32, ambas compatibles con comunicación serial UART y con opciones de integración dentro de una red con conexión a internet. Cabe destacar que para implementar esta posibilidad de pago serían necesarias mayores horas de investigación y conocimientos más avanzados en informática.

Fuente: www.passlineservice.com

Figura 3-3. Ejemplo de Tótem de autoatención.

3.3. ESTUDIO DE COSTOS DEL PROYECTO

En este punto se expondrán los costos de componentes electrónicos y materiales, además de las horas hombres necesarias para realizar el proyecto, considerando las horas de investigación, diseño y trabajo práctico.

3.3.1. Proveedores de componentes electrónicos

A continuación, se cotizarán todos los componentes electrónicos considerados en la implementación exitosa del dispositivo. En la tabla 3-2 se presenta una comparación entre algunas opciones de proveedores, para luego escoger la opción más conveniente. Cabe destacar que en el caso del Arduino Duemilanove que ya no se encuentra en producción, fue reemplazado por una versión similar llamada Arduino UNO.

Tabla 3-2. Proveedores componentes electrónicos.

Componente/Material	Costo (USD)	Proveedor	Sitio
Arduino MEGA 2560	$8,32	Aliexpress	https://es.a.liexpress.com/item/32913167217.html
	$16,74	Altronics	https://altronics.cl/mega-2560
Arduino UNO	$6,64	Aliexpress	https://es.aliexpress.com/item/32839291632.html
	$10,36	Altronics	https://altronics.cl/arduino-uno-r3
Servomotor MG996R 360	$2,99	Aliexpress	https://es.aliexpress.com/item/32710962500.html
	$6,82	Altronics	https://altronics.cl/servo-mg996r-360-grados-rotacion-continua
LCD Display 20x4	$1,95	Aliexpress	https://es.aliexpress.com/item/32677443139.html
Modulo L298N	$1,86	Aliexpress	https://es.aliexpress.com/item/4001228175086.html
	$4,53	Altronics	https://altronics.cl/modulo-puente-h-l298
ITR8105 (10u)	$1,90	Aliexpress	https://es.aliexpress.com/item/33029673503.html
Limit Switch	$0,49	Altronics	https://altronics.cl/limite-carrera-pcb
PCB Perforada	$0,65	Altronics	https://altronics.cl/placa-perforada-pcb-single-side-5x7cm
Pulsador de 6 x 4.3 mm	$0,64	Altronics	https://altronics.cl/pulsador-6x6x43
Fuente de Alimentación	$20,77	PCFactory	https://www.pcfactory.cl/producto/25210-spektra-fuente-de-poder-500w

Fuente: Tabla creada por el alumno.

3.3.2. Proveedores de materiales para la construcción

A continuación, se cotizarán todos los materiales necesarios para la construcción del prototipo del proyecto. En la tabla 3-3 se presenta una comparación entre algunas opciones de proveedores, para luego escoger la opción más conveniente.

Tabla 3-3. Proveedores materiales de construcción.

Material	Costo (USD)	Proveedor cotizado	Sitio
Mini batidor	$1,88	Aliexpress	https://es.aliexpress.com/item/4001136108626.html
Plancha madera terciada estructural Premium pino	$25,96	Sodimac	https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/620785/15mm-122x244-m-terciado-estructural-premium-pino
	$22,06	Construmart	https://www.construmart.cl/tiendaonline/webapp/114-767-1107/terciado-estructural-15x1220x2440-mm/5998
Plancha Trupan 3 [mm]	$6,47	Sodimac	https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/160717/MDF-desnudo-3-mm-152-x-244-cm/160717
	$9,35	Toso	https://www.toso.cl/maderas-y-tableros/tableros-para-muebles/mdf/mdf-3mm-152x244-trupan.html
Impresión 3D Dispensador	$73,82	Sculpteo	https://www.sculpteo.com
	$40,26	7 Clouds Design	https://www.instagram.com/7clouds.design/
Riel 1.5mts	$35,43	Aliexpress	https://es.aliexpress.com/item/32970862892.html

3.3.3. Costo total de materiales y componentes del proyecto

Luego de cotizar la totalidad de los gastos en materiales y componentes del dispositivo, es posible determinar el valor final del hardware del proyecto. Cabe destacar que para la implementación del proyecto se reutilizaron componentes de aparatos dados de baja y componentes que el alumno ya disponía con anterioridad, estos componentes que son

considerados en las cotizaciones de las dos tablas anteriores, no se mostrarán en la tabla de costos finales de materiales y componentes (Tabla 3-4).

Tabla 3-4. Costos finales de componentes y materiales.

Componente/Material	Proveedor seleccionado	Costo por unidad (USD)	Cantidad adquirida	Costo final (CLP)
Servomotor MG996R 360°	Aliexpress	$2,99	2	$5,97
LCD Display 20x4	Aliexpress	$1,95	1	$1,95
ITR8105 (10u)	Aliexpress	$1,90	1	$1,90
Modulo L298N	Aliexpress	$1,86	2	$3,71
Limit Switch	Altronics	$0,49	3	$1,48
PCB Perforada	Altronics	$0,65	1	$0,65
Válvulas Dispensadoras	Aliexpress	$17,31	2	$34,55
Mini batidor	Aliexpress	$1,88	1	$1,88
Madera estructural Premium	Sodimac	$25,96	1	$25,96
Plancha Trupan 3 [mm]	Sodimac	$6,47	1	$6,47
Impresión de Dispensador	7 Clouds Design	$40,26	1	$40,26
			Costo total	$124,78

Fuente: Tabla creada por el alumno.

Evaluando entonces los costos reales en comparación con la cotización de materiales y componentes inicial, se puede determinar cuánto fue el ahorro que se obtuvo al disponer previamente de algunos componentes y de reutilizar otros de la impresora xerox 2230ij.

Tabla 3-5. Comparación entre cotización y costo final.

Costo cotizado componentes y materiales (USD)	Costo total final en componentes y materiales (USD)	Porcentaje ahorrado reutilizando componentes
$208.08	$124.78	40.03%

3.3.4 Personal Requerido

Además de los costos asociados a los materiales a utilizar en el dispositivo, es necesario presentar los costos del personal que se requieren para la implementación del proyecto. Los tiempos asignados son estimados en base a lo que se tardó una sola persona en el desarrollo y construcción del prototipo. En caso de disponer de más de una persona calificada para la construcción del proyecto, se podrían disminuir los tiempos empleados para cada item. A continuación, se presenta en tabla 3-6 el tiempo asignado a cada tarea.

Tabla 3-6 Tiempo asociado a la producción del proyecto.

Tarea	Tiempo (Hrs)
Diseño del proyecto	10
Compras y Traslado de materiales	10
Armado de la estructura	6
Armado y reparación del riel	12
Armado del dispensador y base	10
Impresión 3D y corte laser	24
Programación del proyecto	40
Imprevistos	8

Fuente: Tabla creada por el alumno.

Las horas establecidas deberán ser ejecutadas por un Técnico en Electrónica, con conocimientos básicos en programación, implementación y uso de dispositivos electrónicos. Un Técnico en Electrónica egresado de un centro de formación técnica tiene un sueldo de aproximado de $636.000 (CLP) mensuales el mercado chileno, esto durante su primer año de egreso. En principio este debiese ser el personal mínimo requerido para implementar el prototipo del proyecto. En base al valor del sueldo mensual, es posible determinar el valor de una hora de trabajo en aproximadamente $3.530 (CLP).

Tabla 3-7. Costos de un Técnico en Electrónica de CFT.

Costo mensual (CLP)	Costo hora-hombre (CLP)	Costo hora-hombre (UF)	Costo hora-hombre (USD)
$636.000	$3.530	0,12	$4.58

Fuente: Tabla creada por el alumno.

Conociendo ya el costo de la hora-hombre calificada necesaria, se puede determinar el costo que tuvo cada una de las tareas efectuadas para el desarrollo y construcción del dispositivo, como el total del costo de mano de obra asociada al proyecto.

Tabla 3-8. Costos en Recursos Humanos del proyecto.

Tarea	**Tiempo (hrs)**	**Valor Hora Hombre (CLP)**
Diseño del proyecto	10	$35.300
Compras y Traslado de materiales	10	$35.300
Armado de la estructura	6	$21.180
Armado y reparación del riel	12	$42.360
Armado del dispensador y base	10	$35.300
Impresión 3D y corte laser	24	$84.720
Programación del proyecto	40	$141.200
Imprevistos	8	$28.240
TOTAL DE MANO DE OBRA	**120**	**$424.000**

Fuente: Tabla creada por el alumno.

3.3.5 Costo total final del proyecto

Con todos los valores obtenidos anteriormente, se puede estimar el costo final del proyecto. Sumando el costo de personal requerido con el costo de los materiales y componentes que fueron necesarios. En la tabla 3-9 se muestran los valores y el costo final del proyecto. El costo final del proyecto es elevado debido al coso de las horas de personal capacitado requeridos para el desarrollo del proyecto. Cabe destacar que, gracias a la reutilización y reciclaje de componentes realizados durante este proyecto, se logró disminuir a un 60% el costo en materiales respecto a la cotización inicial.

Tabla 3-9. Costo final del proyecto desarrollado.

Costo total de componentes y materiales (CLP)	Costo total de mano de obra (CLP)	Costo final de proyecto (CLP)	Costo final de proyecto (USD)
$96.079	$424.000	$520.079	$675.42

Fuente: Tabla creada por el alumno.

CONCLUSIONES

La máquina expendedora de cocteles desarrollada en el proyecto cumple el objetivo principal de automatizar las labores de un barman respecto a la manipulación de los ingredientes y la realización de las preparaciones. Entre las principales dificultades encontradas se encuentra el desarrollar un sistema capaz de abrir correctamente las válvulas y de generar un sistema capaz de ubicar el vaso en la posición correcta del riel.

En cuanto a observaciones, cabe destacar que el sistema debe recibir mantenciones al momento de prestar servicios, ya que los ingredientes deben ser rellenados cuando estos se acaban y ser ubicados en el mismo espacio donde se encontraban anteriormente. De igual forma es relevante destacar que la máquina expendedora puede ser integrada fácilmente a un sistema de uso remoto mediante los puertos seriales UART que posee el Arduino MEGA.

También es importante resaltar que durante el desarrollo del proyecto fue posible generar un ahorro de costos reutilizando elementos dados de baja, un ejemplo de esto fue la utilización de la impresora plotter xerox 2230ij, a la cual fue posible darle una segunda vida útil, evitando que pase formar parte de la gran cantidad de desechos electrónicos que dañan el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

ENRIQUE CRESPO., Crear Librerías Arduino [en línea]. [Consulta 10 de Junio de 2020]. Disponible en: < https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/07/08/crear-librerias//>.

THINGIVERSE., Biblioteca abierta de diseños 3d [en línea]. [Consulta 6 de Noviembre de 2019]. Disponible en: < https://www.thingiverse.com// >.

ALEXANDER SMITH., Historia de la compañía de máquinas expendedoras de dulces [en línea]. [Consulta 10 de Julio de 2020]. Disponible en: < https://videogamehistorian.wordpress.com/tag/sweetmeat-automatic-delivery-company/ >.

MAKERCASE., MakerCase es una aplicación basada en web para diseñar cajas mediante el uso de cortadoras láser y enrutadores CNC. [en línea]. [Consulta 26 de Diciembre de 2019]. Disponible en: < https://es.makercase.com/ >.

MAKEMEACOCKTAIL, Recetas de cocteles en base a tus ingredientes [en línea]. [Consulta 15 de Julio de 2020]. Disponible en: < https://makemeacocktail.com/mybar/>.

QUEESTUDIARENCHILE, Carreras Técnicas Sueldos 2019 – Cuánto gana un técnico en Chile [en línea]. [Consulta 26 de octubre de 2020]. Disponible en: https://queestudiarenchile.com/conoce-los-sueldos-de-las-carreras-tecnicas-en-chile/>.

ITM PLATFORM, Cómo calcular el coste de tus proyectos con horas hombre [en línea]. [Consulta 20 de Agosto de 2020]. Disponible en: <http://www.itmplatform.com/es/blog/como-calcular-el-coste-de-tus-proyectos-con-horas-hombre/ >.

KARLA RAMOS, Los costos explícitos e implícitos [en línea]. [Consulta 20 de Agosto de 2020]. Disponible en: < https://www.monografias.com/trabajos29/costos/costos.shtml >.

ANEXOS

ANEXO A: PROGRAMA PRINCIPAL

```
#include <Servo.h>
Servo servo1;
Servo servo2;
#define sensor_servos 21
int sensor_deteccion_vaso = 11 ;
int lectura_deteccion_vaso=0;

int sensor_final_carrera_izquierda= 18;
int lectura_sensor_final_carrera_izquierda=0 ;

int codigo_trago[10] ;
String paso =" ";
String licor_string= ""   ; // for incoming serial data
int a= 0;
int result = 0;
int dec = 1;
int codigo_licor=0;
int pasos_nuevo_licor=0;
int lectura_ok=0;
#include "motor_control.h"
motor_control motor;
volatile int cuenta_paso_sensor_optico ;
const int sensor_optico = 20 ; // mega
int i;
int estacion_licor = 0 ;
volatile int nuevo_licor;
bool pasar_batir = false ;
bool pasar_casa  = false;
```

```
bool funcionar = false ;
int valor_a =0 ;
int valor_b =0;
//batidora
#include "Secuencia_Batido.h"
Secuencia_Batidora batidora;
bool batidor = false;
/// final
bool retiro_vaso ;
////////////
#define inicio 1
#define serial 2
#define licor 3
#define batido 4
#define fin 5
#define perdido 6
#define posicion_0 0
int avanzar = 1 ;
int estacion_batido = 1;
///proyecto_final
bool termino_serial ;
int estado ;
void setup() {
///////////
servo1.attach(9);
servo2.attach(7);
//////////////////
int lectura_actual_sensor_servo =0 ;
int lectura_anterior_sensor_servo =0 ;
pinMode(sensor_deteccion_vaso,INPUT);
```

```
pinMode(sensor_final_carrera_izquierda,INPUT);

estado = 1;
//estado serial
Serial.begin(9600);
Serial3.begin(9600);
termino_serial = false ;
//estado_licor
//////////////////
motor.iniciar();
cuenta_paso_sensor_optico =0;
pinMode(sensor_optico,INPUT );
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(sensor_optico), contador , FALLING );
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//servo
pinMode(sensor_servos , INPUT);
////////////////////////////
i =0 ;
estacion_licor = 0;
nuevo_licor =0;
//////////////
//batidora
batidor = false ;
//////////////////
//fin
retiro_vaso=true;
}
void loop() {
      switch ( estado ) {
          case inicio :
```

```
        i =0 ;
        lectura_sensor_final_carrera_izquierda =
digitalRead(sensor_final_carrera_izquierda);
        if (lectura_sensor_final_carrera_izquierda == 1 ){
          lectura_deteccion_vaso = digitalRead(sensor_deteccion_vaso);
              if (lectura_deteccion_vaso == 1 ){
          //  servo();
                estado = serial;
              }
            }
        else {
           estado = perdido;
        }
            break;

          case serial :
            if (termino_serial == true){
                  termino_serial = false;
                  estado = licor;
            }
        else {
            estado = estado;
        }
        break;
           case licor :{
               if ( valor_a == 0){
                estado = inicio ;
               }
           else {
            estado = estado;
           }
```

```
            }
        break;
           default:{
            lectura_sensor_final_carrera_izquierda =
digitalRead(sensor_final_carrera_izquierda);
          if (lectura_sensor_final_carrera_izquierda == 1 ){
                 motor.detener();
                 estado=inicio;
          }
          else {
                 motor.move_atras();
          }
            }
      }
        if ( estado == inicio ){
            funcionar = false ;
      Serial.println("introduce un numero");
        }
        else if (estado == serial ){
            if (Serial3.available() > 0) {
            licor_string = Serial3.readString();
          Serial.println( licor_string );
          lectura_ok=1;
            }
        else if (Serial.available() > 0) {
          licor_string = Serial.readString();
         // if()
        //  else if()
        //  else()
          Serial.println( licor_string );
          lectura_ok=1;
```

```
  }
  else {
    lectura_ok=0;
    }
  if (lectura_ok == 1){
    while( (a < 10)){
           Serial.println("Numero del ciclo  " );
           Serial.println(a);
           codigo_trago[a] = licor_string.substring(a,a+1).toInt();
           Serial.println("Numero del arreglo  " );
           Serial.println(codigo_trago[a]);
           Serial.println("********  " );
           a++;
           }
      a=0;
      termino_serial = true ;
      cuenta_paso_sensor_optico=0;
      pasos_nuevo_licor = 0;
        }
  else{
    lectura_ok=0;
    }
 }
else if (estado == licor ){
       if (cuenta_paso_sensor_optico == pasos_nuevo_licor ){
          Serial.println("entra  ");
          cuenta_paso_sensor_optico=0;
          Serial.print("cuenta_paso_sensor_optico  ");
          Serial.println( cuenta_paso_sensor_optico );
          valor_a = codigo_trago[i];
```

```
valor_b =codigo_trago[i-1];

if( i==0 ){
     Serial.println("6.3  ");
     Serial.println("movimiento a la derecha");
     pasos_nuevo_licor= codigo_trago[0]- 0 ;
     motor.move_adelante();
  }
else {
   if( valor_a < valor_b ) {
       Serial.println("6.4  ");
       Serial.println("movimiento a la izquierda");
       motor.detener();
       if ( valor_b == 1 ){  //caso 0
          Serial.println("6.7 inicio batidora  ");
          batidora.inicio_Secuencia_Batidora() ;
       }
       else{
          servo();
       }

       pasos_nuevo_licor= codigo_trago[i-1]-codigo_trago[i] ;
       motor.move_atras();
    }
   else if(valor_a > valor_b){
      Serial.println("6.5  ");
      Serial.println("movimiento a la derecha");
      motor.detener();
       if ( valor_b == 1 ){  //caso 0
          Serial.println("6.7 inicio batidora  ");
```

```
            batidora.inicio_Secuencia_Batidora() ;
         }
         else{
            servo();
         }
        pasos_nuevo_licor= codigo_trago[i] - codigo_trago[i-1];
        motor.move_adelante();
      }
     else {
        Serial.println("6.6 ");
        Serial.println("se mantiene ");
        motor.detener();
        servo();
        pasos_nuevo_licor= codigo_trago[i] - codigo_trago[i-1];
        if(pasos_nuevo_licor > 0){
          pasos_nuevo_licor=pasos_nuevo_licor;
          motor.move_atras();
          }
        else if(pasos_nuevo_licor < 0){
          motor.move_adelante();
          pasos_nuevo_licor=abs(pasos_nuevo_licor);
          }
        else{
          pasos_nuevo_licor=0;
          }

      }
    }

  i++;
```

```
                delay(150);
                Serial.print("6.6  pasos_nuevo_licor  ");
                Serial.println( pasos_nuevo_licor);
                cuenta_paso_sensor_optico=0;
                Serial.print("cuenta_paso_sensor_optico  ");
                Serial.println( cuenta_paso_sensor_optico );
            }
      }
}
void contador() {
     Serial.print("cuenta_paso_sensor_optico  ");
     Serial.println( cuenta_paso_sensor_optico );
     cuenta_paso_sensor_optico ++;
}
void servo(){
  int lectura_servo = 0;
  int lectura_servo_anterior = 0;
  int cambio_sensor = 0 ;
  Serial.print("1");
  servo1.write(0);  //subir
  servo2.write(0);  //subir
  delay(1000);

  lectura_servo_anterior = digitalRead(sensor_servos);

  while( cambio_sensor == 0 ){

    Serial.print("subir ");
    Serial.println(cambio_sensor);
    servo1.write(0);
```

```
  servo2.write(0);  //subir

  lectura_servo =digitalRead(sensor_servos);
  if (lectura_servo == lectura_servo_anterior ){
    lectura_servo_anterior = lectura_servo ;
  }
  else {
    cambio_sensor = 1 ;
  }
  Serial.println(cambio_sensor);
}
Serial.println("2 ");
servo1.write(90); //parar
servo2.write(90);  //para
delay(100);
servo1.write(180); //bajar
servo2.write(180); //bajar
delay(1000);
cambio_sensor = 0 ;
lectura_servo_anterior = digitalRead(sensor_servos);

while (cambio_sensor == 0) {
  Serial.print("bajar ");
  servo1.write(180);
  servo2.write(180); //bajar
  lectura_servo =digitalRead(sensor_servos);

  if (lectura_servo == lectura_servo_anterior ){
    lectura_servo_anterior = lectura_servo ;
    }
```

```
    else {
      cambio_sensor =1 ;
      }
    Serial.println(cambio_sensor);
  }

  Serial.print("3 ");
  servo1.write(90); //parar
  servo2.write(90); //parar
}
```

ANEXO B: PROGRAMA BATIDORA

```
#include "Secuencia_batido.h"
void Secuencia_Batidora::inicio_Secuencia_Batidora(){

int  pinmotor1 = 35;
int  pinmotor2 = 37;
int  pinbate = 31;
int  pinbate2 = 33;

pinMode(pinmotor1, OUTPUT);
pinMode(pinmotor2, OUTPUT);
pinMode(pinbate, OUTPUT);
pinMode(pinbate2, OUTPUT);

digitalWrite(pinbate, LOW);
digitalWrite(pinbate2, LOW);
digitalWrite(pinmotor1, LOW);
digitalWrite(pinmotor2, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(pinbate, HIGH);
```

```
digitalWrite(pinbate2, LOW);
digitalWrite(pinmotor1, LOW);
digitalWrite(pinmotor2, LOW);
delay(3000);
digitalWrite(pinbate, LOW);
digitalWrite(pinbate2, LOW);
digitalWrite(pinmotor1, LOW);
digitalWrite(pinmotor2, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(pinbate, LOW);
digitalWrite(pinbate2, LOW);
digitalWrite(pinmotor1, HIGH);
digitalWrite(pinmotor2, LOW);
delay(3000);
digitalWrite(pinbate, LOW);
digitalWrite(pinbate2, LOW);
digitalWrite(pinmotor1, LOW);
digitalWrite(pinmotor2, LOW);
delay(2000);
}
```

ANEXO C: PROGRAMA CONTROL DE MOTOR

```
#include "motor_control.h"
#include <Arduino.h >
int copete_ = 0 ;
int nuevo_copete  = 0 ;
int nuevo_copete_  = 0 ;
int futuro_copete_ =0 ;
int futuro_copete__ =0 ;
int copete__ = 0;
```

```
#define pin_1  5
#define pin_2  6
motor_control::motor_control(){}
void motor_control::iniciar()
{
 _pin1 = pin_1;
 _pin2 = pin_2;
 pinMode( _pin1 ,OUTPUT);
 pinMode( _pin2 ,OUTPUT);

}

void motor_control::move_adelante(void)
{
  digitalWrite( _pin1,HIGH ); //mega
  digitalWrite( _pin2 ,HIGH); //mega

}
void motor_control::move_atras(void)
{
  digitalWrite(_pin1,LOW);
  digitalWrite(_pin2 ,HIGH);
}
void motor_control::detener(){

  digitalWrite(_pin1,LOW); //mega
  digitalWrite(_pin2,LOW);  //mega

}
int motor_control::movimiento( int nuevo_copete_ , int futuro_copete__ ,int
copete__ )
```

```
{
   nuevo_copete=nuevo_copete_;
   if(nuevo_copete == 1){
     copete_=copete__;
     futuro_copete_ = futuro_copete__ ;
     if ( copete_ > futuro_copete_){
       move_atras();
       copete_ = copete_- futuro_copete_ ;
       Serial.print("estaciones pasadas ");
//       Serial.println(cuenta_paso_sensor_optico);
       Serial.print("PRoxima estacion ");
       Serial.println(futuro_copete_);
       Serial.print("posicion actual  ");
       Serial.println(copete__);
       Serial.print("base se mueve a la derecha ");
       Serial.println(copete_);
       return copete_;
     }
     else if ( copete_ < futuro_copete_){
       move_adelante();
       copete_ = futuro_copete_ - copete_ ;
       Serial.print("estaciones pasadas ");
//       Serial.println(cuenta_paso_sensor_optico);
       Serial.print("PRoxima estacion ");
       Serial.println(futuro_copete_);
       Serial.print("posicion actual  ");
       Serial.println(copete__);
       Serial.print("base se mueve a la izquierda   ");
       Serial.println(copete_);
       return copete_;
```

```
      }
      else{
        Serial.println("11");
        copete_ =  futuro_copete_ ;
        Serial.println("nuevo izquierda   ");
        return copete_;
      }
      Serial.println("12");
      return copete_;
     }
    else{
     Serial.println("13");
     return copete_;

     }

}
```