



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DOSIFICACIÓN
DE LÍQUIDOS DE DIFERENTES DENSIDADES, CONTROLADO
MEDIANTE TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVOS MÓVILES PARA LA
MICROEMPRESA FULL CREAM**

OBJETIVOS



Recopilar información acerca de dosificación, sistemas de control y tecnología inalámbrica de dispositivos móviles.

Diseñar los sistemas mecánico,
electrónico y de control para la
selección de los elementos óptimos a
ser adquiridos.

Desarrollar el software para el controlador y el Smartphone que permita comunicar los datos de dosificación en forma inalámbrica

Implementar y evaluar el sistema de dosificación.

CAPÍTULO II

ESTADO DEL ARTE

FULL CREAM



Fabricación de distintas clases y tipos de helados

Cuenta con maquinaria semi-automática para la producción de los helados

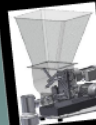
TIPOS DE MÁQUINAS DOSIFICADORAS

Dosificador sin fin



Sistema compuesto principalmente por un tornillo sin fin.
Utilizado para productos en polvo de difícil desdoblamiento.

Dosificador Gravimétrico



Utilizado generalmente para productos no homogéneos.
Consta de una balanza para asegurar el correcto llenado.

Dosificador Volumétrico



Utilizado para productos granulados de fácil desdoblamiento.
Consta principalmente de un plato rotatorio con vasos en forma cilíndrica que dan el volumen para los gramos o onzas.

Dosificador por Vibración



Práctica para dosificar productos secos.
Estructura rígida con una precisión no muy alta.
Este compuesto por un elemento que produce vibración y un soporte elástico.

Dosificador sin fin



Sistema compuesto principalmente por un tornillo sin fin

Utilizado para productos en polvo de difícil deslizamiento.

Dosificador Volumétrico



Utilizado para productos granulados de fácil deslizamiento.

Consta principalmente de un plato telescópico con vasos en forma cónica que dan el volumen para los gramos a empacar.

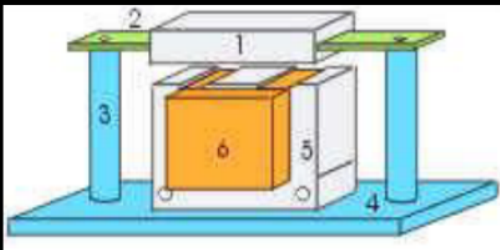
Dosificador Gravimétrico



Utilizado generalmente para productos no homogéneos.

Consta de una balanza para asegurar el correcto llenado.

Dosificador por Vibración



Práctico para dosificar productos secos.

Estructura rígida con una precisión no muy alta.

Está compuesto por un elemento que produce vibración y un soporte elástico.

SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN

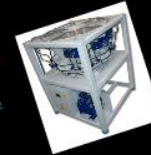
Sistemas lineales

En este tipo de sistemas los contenedores se encuentran dispuestos en línea y en dos filas. La tolva o báscula tiene forma rectangular.



Sistemas circulares

Los sistemas circulares son sistemas más compactos y difíciles de construir. La báscula tiene forma de cono truncado.



Sistemas lineales

En este tipo de sistemas los contenedores se encuentran dispuestos en línea y en dos filas. La tolva o báscula tiene forma rectangular.



Sistemas circulares

Los sistemas circulares son sistemas más compactos y difíciles de construir.

La báscula tiene forma de cono truncado.



DISPOSITIVOS MÓVILES

Los dispositivos móviles son aparatos de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión a una red, con memoria limitada.

Un DM ofrece recurso tanto a nivel personal como a nivel empresarial. Es en este último caso en el que los DM's no disponen de la capacidad requerida para sus necesidades (poco espacio de almacenamiento de datos, introducción de datos poco eficaz, visualización limitada, etc.).

SISTEMA OPERATIVO ANDROID



Android también es una plataforma de Software basada en el núcleo de Linux.

Android es una plataforma de código abierto. Esto quiere decir, que cualquier desarrollador puede crear y desarrollar aplicaciones escritas con lenguaje C u otros lenguajes y compilarlas a código nativo de ARM (API de Android).

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISEÑO

REQUERIMIENTOS FUNDAMENTALES

Fácil operación y manejo.

Sistema práctico de desacople de cada elemento.

El material debe evitar la corrosión.

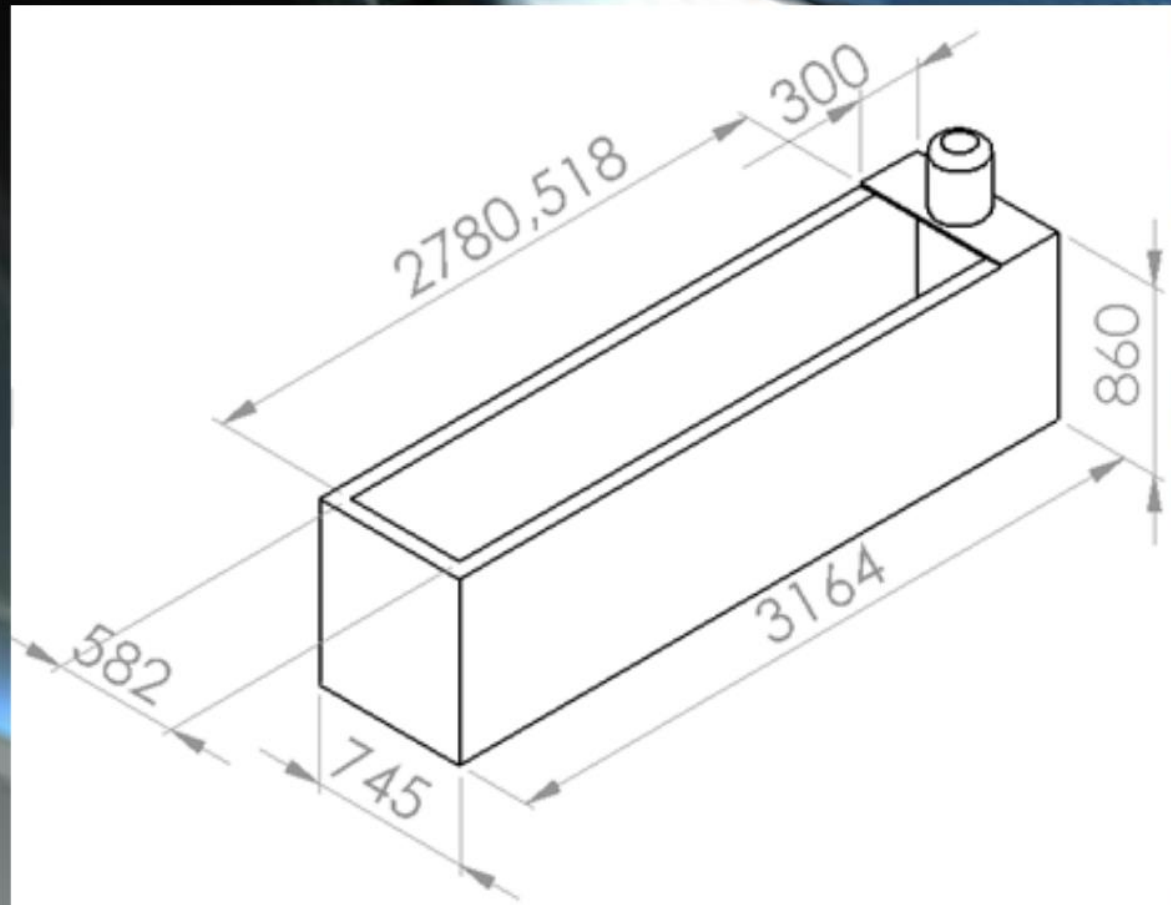
El sistema debe ser automático salvo el llenado del contenedor principal de líquidos.

Disminuir tiempos de producción.

Optimiza materia prima.

Evita la exposición prolongada del operador a las bajas temperaturas.

DIMENSIONES DE MÁQUINA DE ENFRIAMIENTO



Selección de los materiales

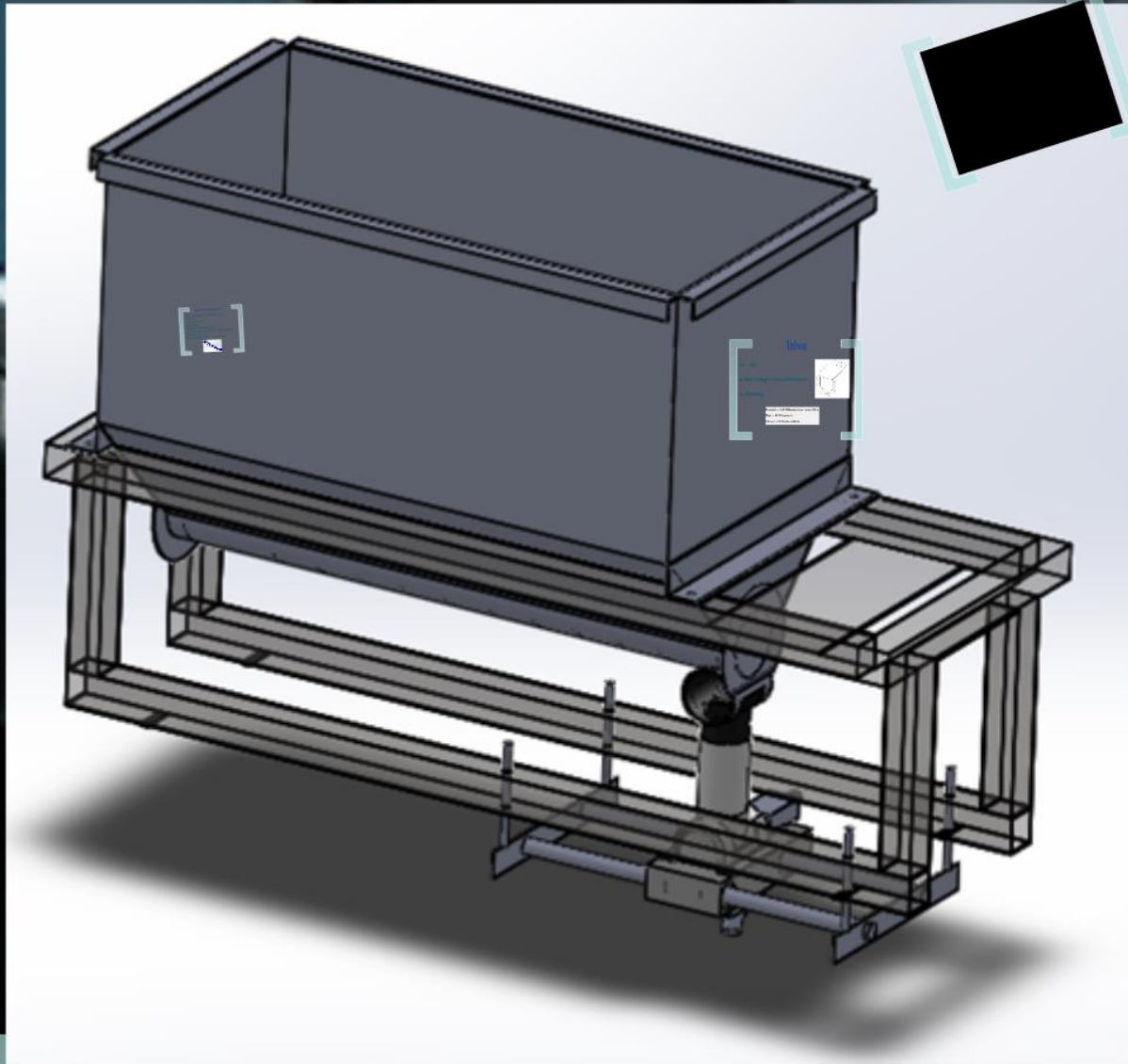
El tipo de acero inoxidable a ser usado es AISI 304, es el más común en la industria alimenticia, su acabado muestra una superficie lisa, reflectante, grisácea.



De igual manera se ha considerado la utilización de polímeros para la construcción de los componentes debido a las ventajas de sus propiedades físico-químicas, especialmente la facilidad de mecanizado.



Primera estación

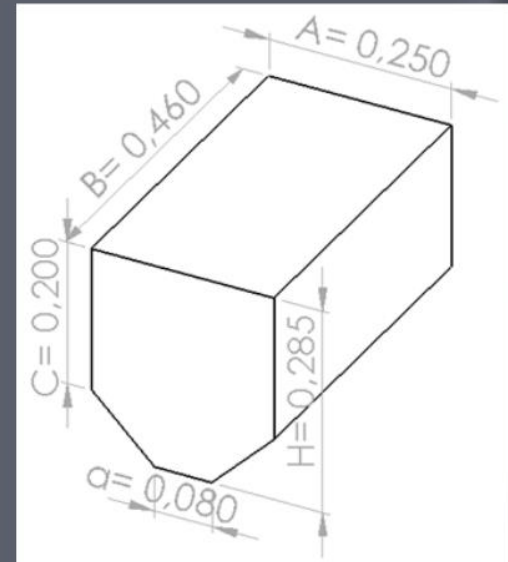


Tolva

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 1067,05 \text{ kg/m}^3 / 0,0294515 \text{ m}^3$$

$$m = 31,426 \text{ kg}$$



Densidad = 1067.05 kilogramos por metro cúbico

Masa = 31.43 kilogramos

Volumen = 0.03 metros cúbicos

Parámetros del torillo sin fin

Tipo: transportador de tornillo sin fin horizontal.

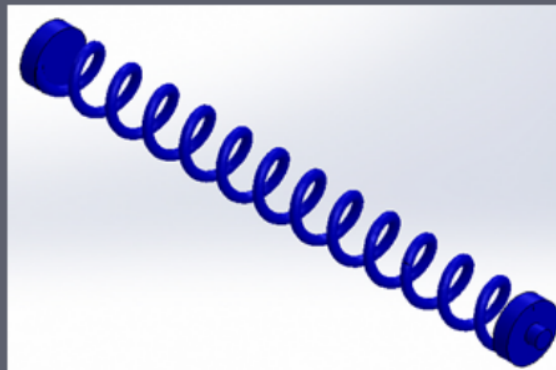
Longitud: 0.46 m.

Paso: 0.034 m.

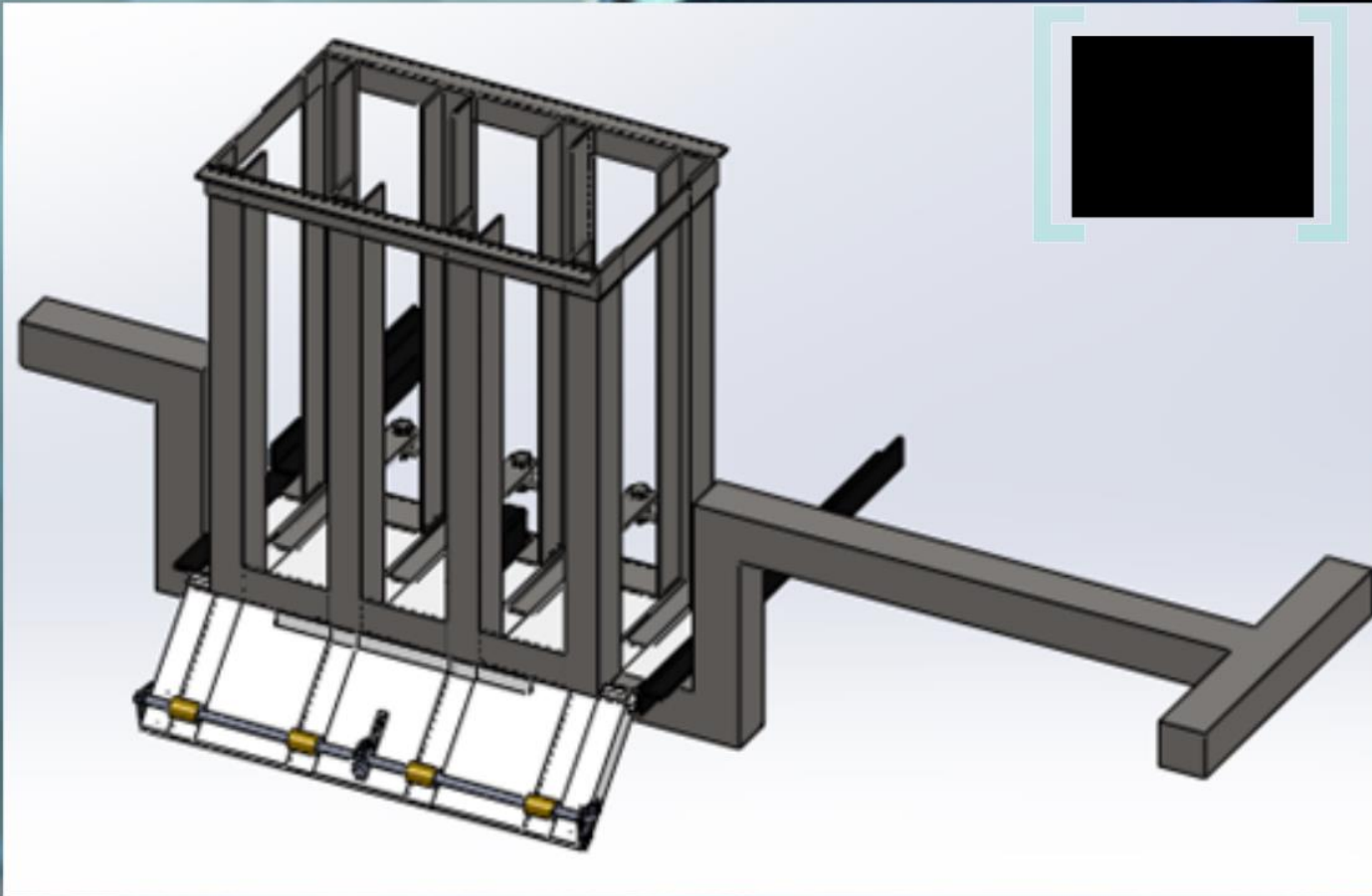
Diámetro del tornillo: 0,052 m.

Material a transportar: frutas =1067.05 kg/m³
(densidad específica).

Capacidad requerida o caudal: 22,5 kg/h.



Segunda Estación



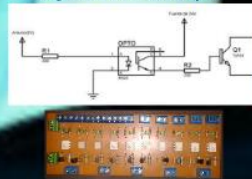
Diseño del tablero de control

CARGAS						
Componente	Motor			Componente	Amperaje	Voltaje
	Potencia	Amperaje	Voltaje			
Agitador	1 HP	8,4	220	Fuente 24 <u>Vcc</u>	6	220
Compresor	3 HP	10,17	220	Fuente 12,5Vcc	5	220
Ventilador	¼ HP	2,1	220	Fuente Arduino	2	110
Cadena	½ HP	4,2	220	Elementos de control	6	220
SUMA TOTAL DE CARGAS		45,87	45,87+25%	57,33 A		

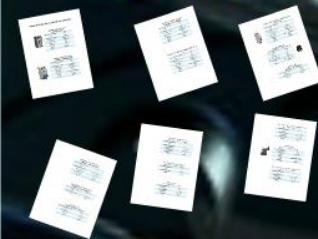
Circuito de potencia



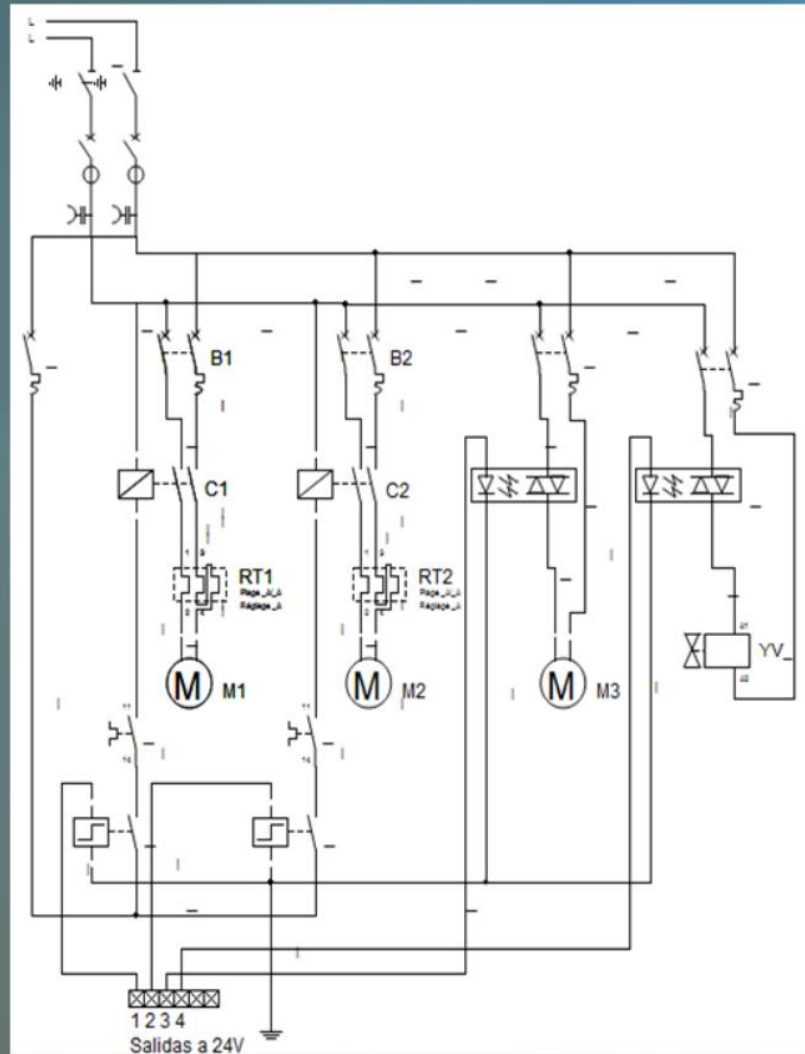
Tarjeta de aislamiento óptico



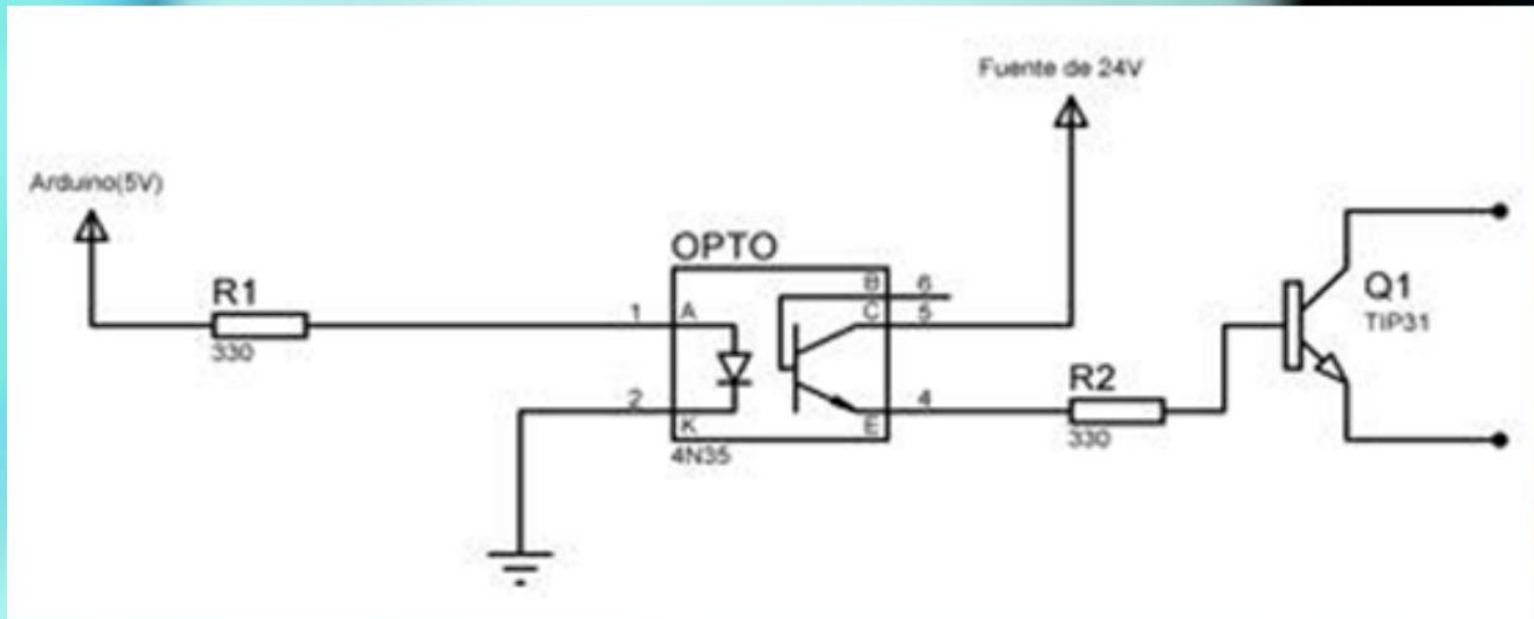
Elementos del tablero de control



Circuito de potencia



Tarjeta de aislamiento óptico



BREAKER DE CAJA MOLDEADA

→ BREAKER PRINCIPAL



Corriente Nominal (In)	63 A
Polos	2
Tensión de aislamiento	500 V
Tensión nominal	380~415 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Poder de corte	35kA
Montaje	Fijo
Mando	Manual
Marca	CHINT

BREAKER PARA MOTOR DE 3 HP → SISTEMA DE REFRIGERACIÓN



Corriente Nominal (In)	32 A
Polos	2
Tensión de aislamiento	500 V
Tensión nominal	230~400 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Poder de corte	6kA
Montaje	Sobre rail DIN 35mm
Mando	Manual
Marca	CHINT

BREAKER PARA MOTOR DE 1/2 HP → SISTEMA DE TRANSMISIÓN



Corriente Nominal (In)	10 A
Polos	2
Tensión de aislamiento	500 V
Tensión nominal	230~400 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Poder de corte	6kA
Montaje	Sobre rail DIN 35mm
Mando	Manual
Marca	LS



BREAKER PARA FUENTES → ALIMENTACIÓN 24 Y 12 V cd

Corriente Nominal (In)	10 A
Polos	2
Tensión de aislamiento	500 V
Tensión nominal	230~400 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Poder de corte	6kA
Montaje	Sobre rail DIN 35mm
Mando	Manual
Marca	LS

BREAKER DE PROTECCIÓN DE BOBINAS DE LOS CONTACTORES



Corriente Nominal (In)	2 A
Polos	1
Tensión de aislamiento	500 V
Tensión nominal	230~400 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Poder de corte	6kA
Montaje	Sobre rail DIN 35mm
Mando	Manual
Marca	CHINT

3 RELÉS AUXILIARES

→ B. PERISTÁLTICA - 2 CONTACTORES



Voltaje	24V cc
Potencia	2 W
Contactos	4
Corriente de contactos	3 A
Potencia de contactos	84 W
Base	Universal JZK-BUR
Marca	CHINT



MOTOR DE 3HP

→ SISTEMA DE ENFRIAMIENTO



Corriente Nominal (In)	10,17 A
Potencia	3 HP
Tensión nominal	220 V ca
Frecuencia	50/60 Hz



CONTACTOR PARA MOTOR DE 3HP → SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Corriente Nominal (In)	25 A
Polos	3
Tensión de aislamiento	660 V
Tensión nominal	220/230 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Contacto auxiliar	1 NC
Marca	CHINT



RELÉ TÉRMICO PARA MOTOR DE 3HP → SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Corriente Nominal (In)	17 - 25 A
Polos	3
Contactos auxiliares	1 NC y 1NO
Marca	CHINT



MOTOR DE 1HP

→ RECIRCULACIÓN DE SALMUERA

Corriente Nominal (In)	8,4 A
Potencia	1 HP
Tensión nominal	220 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Marca	WEG

**CONTACTOR PARA MOTOR DE 1HP
→ RECIRCULACIÓN DE SALMUERA**



Corriente Nominal (In)	18 A
Polos	3
Tensión de aislamiento	660 V
Tensión nominal	220/230 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Contacto auxiliar	1 NC
Marca	CHINT

RELÉ TÉRMICO PARA MOTOR DE 3HP → RECIRCULACIÓN DE SALMUERA



Corriente Nominal (In)	7 - 10 A
Polos	3
Contactos auxiliares	1 NC y 1NO
Marca	CHINT



MOTOR DE $\frac{1}{2}$ HP

→ SISTEMA DE TRASLACIÓN

Corriente Nominal (In)	4,2 A
Potencia	$\frac{1}{2}$ HP
Tensión nominal	220 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Marca	WEG



RELÉ DE ESTADO SÓLIDO PARA MOTOR DE $\frac{1}{2}$ HP → SISTEMA DE TRASLACIÓN

Corriente Nominal (In)	40 A
Polos	2
Tensión de trabajo	90/264 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Voltaje de control	4 - 32 V cc
Marca	CHINT



ELECTROVÁLVULA → DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS

Potencia	2 W
Tensión de trabajo	110 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Medida	$\frac{1}{2}$ "
Estado	Normalmente Cerrada
Presión	100 psi
Material	Plástico

RELÉ DE ESTADO SÓLIDO PARA ELECTROVÁLVULA → DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS



Corriente Nominal (In)	20 A
Polos	2
Tensión de trabajo	90/264 V ca
Frecuencia	50/60 Hz
Voltaje de control	4 - 32 V cc
Marca	CNC

Diseño del sistema de control

Arduino

Arduino Mega Rev3



	Alimentación
Microcontrolador	AVR
Voltaje de alimentación	5-12V
Voltaje de entrada recomendado	5-7V
Voltaje de entrada (máx.)	54 de un canal, 15 multiplexados
Digital I/O pins	54
Procesador de señales analógicas	16
Conversiones analógicas para digital (ADC)	12 bits, 8 comparadores por canal
Conversiones para DAC	1 DAC
Memoria flash	16 Kbytes
SRAM	
EEPROM	
Velocidad de reloj	

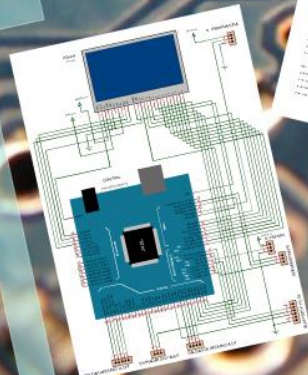
TFT LCD TOUCH SHIELD PARA ARDUINO



Bluetooth HC-06



Compatible con el protocolo Bluetooth V2.0.
Voltaje de alimentación: 3.3VDC - 5VDC.
Voltaje de operación: 3.3VDC.
Baud rate ajustable: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.
Tamaño: 1.75 in x 0.63 in x 0.28 in (4.4 cm x 1.6 cm x 0.7 cm)
Corriente de operación: < 40 mA
Corriente modo sleep: < 1mA



Lista de componentes:
1. Arduino Mega Rev3
2. TFT LCD Touch Shield para Arduino
3. Bluetooth HC-06
4. Fuente de alimentación 5V
5. Cable USB
6. Cable de conexión para el módulo Bluetooth

Diagrama de conexión:
- Alimentación: VCC (5V) a +5V, GND a GND.
- Datos: TXD a TX, RXD a RX.
- Control: RST a GND.

Pantallas mostradas en la touch

PRODUCCION

TIPO: A
TEMPERATURA: 5
CANTIDAD: 0 DE 256

CANCELAR INICIAR

FULL - CREAM

PROCESO: SMARTPHONE TABLET

FULL - CREAM

TEMPERATURA: 5

RECETA CANCELAR ENFRIAR

FULL - CREAM

CANTIDAD: 128 256 256 256

A B A B

CANCELAR ACEPTAR

Arduino Mega Rev3



Microcontroladores	ATmega2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital I / O Pins	54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente continua para las E / S Pin	40 MA
Corriente de la CC para Pin 3.3V	50 MA
Memoria Flash	256 KB, 8 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

TFT LCD TOUCH SHIELD PARA ARDUINO



Bluetooth HC-06

Compatible con el protocolo Bluetooth V2.0.

Voltaje de alimentación: 3.3VDC - 6VDC.

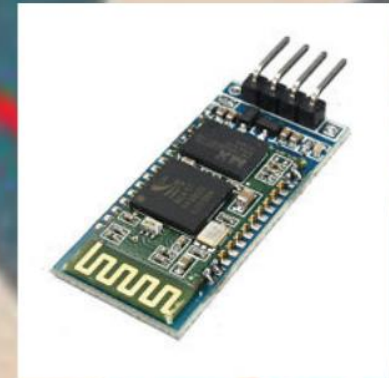
Voltaje de operación: 3.3VDC.

Baud rate ajustable: 1200, 2400, 4800,
9600, 19200, 38400, 57600, 115200.

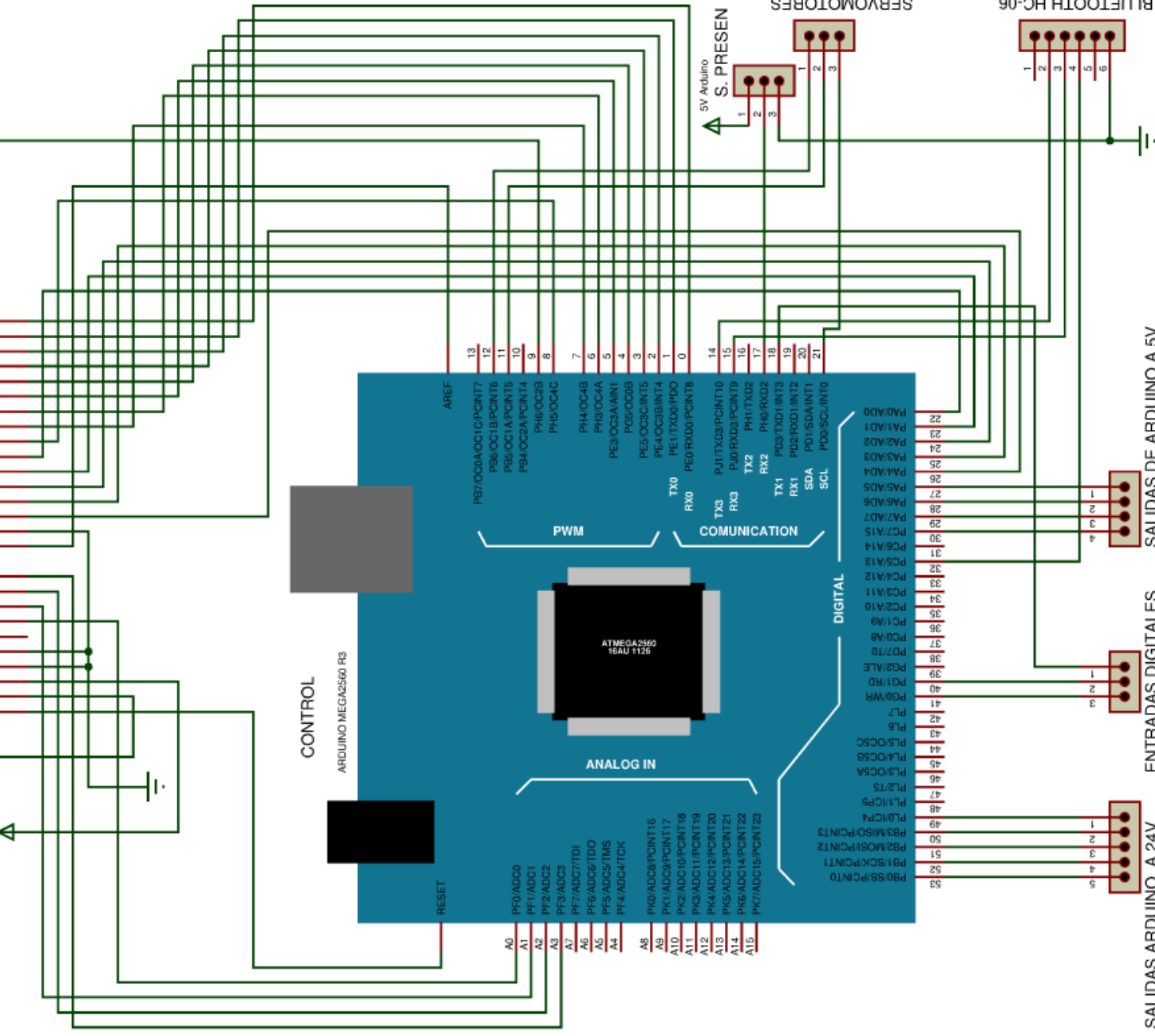
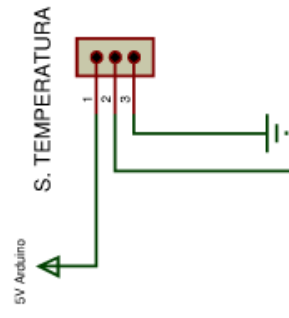
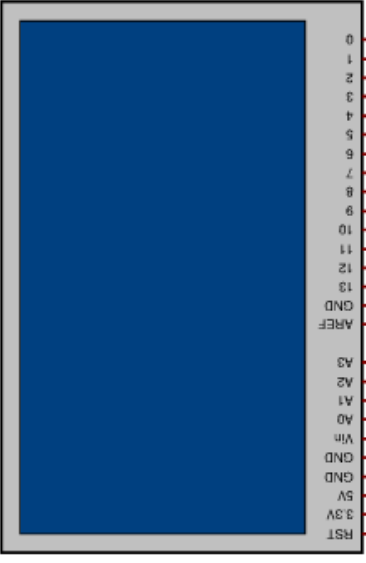
Tamaño: 1.73 in x 0.63 in x 0.28 in (4.4 cm
x 1.6 cm x 0.7 cm)

Corriente de operación: < 40 mA

Corriente modo sleep: < 1mA



TOUCH
TFT 3.2"



CONTROL

ARDUINO MEGA2560 RB

ANALOG IN

PWM

COMMUNICATION

DIGITAL

SALIDAS ARDUINO A 24V

ENTRADAS DIGITALES

SALIDAS DE ARDUINO A 5V

BLUETOOTH HC-06

SERVMOTORES

5V Arduino
S. PRESEN

5V Arduino

3.3V Arduino

5V Arduino

- A0 PF0/ADC0
- A1 PF1/ADC1
- A2 PF2/ADC2
- A3 PF3/ADC3
- A7 PF7/ADG7/DI
- A6 PF6/ADC6/TDO
- A5 PF5/ADC5/TMS
- A4 PF4/ADC4/TCK
- A8 PK0/ADC8/PCINT16
- A9 PK1/ADC9/PCINT17
- A10 PK2/ADC10/PCINT18
- A11 PK3/ADC11/PCINT19
- A12 PK4/ADC12/PCINT20
- A13 PK5/ADC13/PCINT21
- A14 PK6/ADC14/PCINT22
- A15 PK7/ADC15/PCINT23

- AREF
- PB7/OC0A/OC1C/PCINT7
- PB6/OC1B/PCINT6
- PB5/OC1A/PCINT5
- PB4/OC2A/PCINT4
- PH6/OC2B
- PH5/OC4C
- PH4/OC4B
- PH3/OC4A
- PE3/OC3A/VANT
- PG5/OC0B
- PE5/OC3C/INT5
- PE4/OC3B/INT4
- PE1/TXD0/PD0
- RX0 PE0/RXD0/PCINT8
- TX0
- RX3
- TX3
- PJ1/TXD3/PCINT16
- PJ0/RXD3/PCINT9
- TX2 PH1/TXD2
- RX2 PH0/RXD2
- TX1 PD3/TXD1/INT3
- RX1 PD2/RXD1/INT2
- SDA PD1/SDA/INT1
- SCL PD0/SC1/INT0

- PA0/AD0
- PA1/AD1
- PA2/AD2
- PA3/AD3
- PA4/AD4
- PA5/AD5
- PA6/AD6
- PA7/AD7
- PC7A/15
- PC8A/14
- PC5A/13
- PC4A/12
- PC3A/11
- PC2A/10
- PC1A/9
- PC0A/8
- PD7/10
- PG2/ALE
- PG1/RD
- PG0/WR
- PL7
- PL6
- PL5/OC6C
- PL4/OC5B
- PL3/OC5A
- PL2/5
- PL1/OC5
- PL0/CP
- PD0/CP
- PB3/MISO/PCINT3
- PB2/MOSI/PCINT2
- PB1/SCK/PCINT1
- RS0/S5/PCINT0

SENSOR DE TEMPERATURA

1 → ROJO (5V)

2 → BLANCO (SEÑAL)

3 → NEGRO (GND)

SENSOR DE PRESENCIA TIPO ENCODER

1 → 5V

2 → SEÑAL

3 → GND

SERVOMOTORES

1 → CARRITO.- DESPLAZAMIENTO DEL CARRO DE DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS SÓLIDOS.

2 → BISAGRA.- ORIENTACIÓN DE LA PALETA PARA SU CORRECTA UBICACIÓN.

3 → PEINILLA.- EMPUJE DE PALITOS.

HC - 06 (MÓDULO BLUETOOTH)

2 → RXD.- PUERTO DE RECEPCIÓN DE COMUNICACIÓN SERIAL.

3 → TXD.- PUERTO DE TRANSMISIÓN DE COMUNICACIÓN SERIAL.

4 → HABILITACIÓN.- ENCENDIDO Y APAGADO DEL MÓDULO.

6 → GND

SALIDAS DE ARDUINO A 5V

- 1 → SINFÍN.- ENCENDIDO Y APAGADO DE TORNILLO SINFÍN.
- 2 → DIR SINFÍN.- SENTIDO DE GIRO DEL TORNILLO SINFÍN.
- 3 → DC A.- PIN DE CONTROL DE DRIVER DC
- 4 → DC B.- PIN DE CONTROL DE DRIVER DC

ENTRADAS DIGITALES

- 1 → PARO DE EMERGENCIA.- PULSADOR DE SEGURIDAD.
- 2 → PULSADOR.- INDICADOR DE INGRESO DE LA JABA.
- 3 → MICRO DE COLISIÓN.- FINAL DE CARRERA PARA SEGURIDAD EN CASO DE CHOQUE DE LA JABA.

SALIDAS ARDUINO A 24V

- 1 → BOMBA PERISTÁLTICA.- DOSIFICACIÓN DE MERMELADA.
- 2 → ELECTROVÁLVULA.-DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS.
- 3 → CADENA.- MOVIMIENTO DEL SISTEMA DE TRASLACIÓN.
- 4 → ENFRIADOR.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.
- 5 → AGITADOR.- RECIRCULACIÓN DE SALMUERA.

Pantallas mostradas en la touch

PRODUCCION
TIPO: A
TEMPERATURA: 5
CANTIDAD:

0 DE 256

CANCELAR INICIAR

FULL - CREAM
PROCESO:

SMARTPHONE

TABLERO

FULL - CREAM
TEMPERATURA:

5 RECETA

CANCELAR ENFRIAR

FULL - CREAM
TIPO: CANTIDAD:

A	128	256
B	256	

CANCELAR ACEPTAR

Desarrollo del software

Android

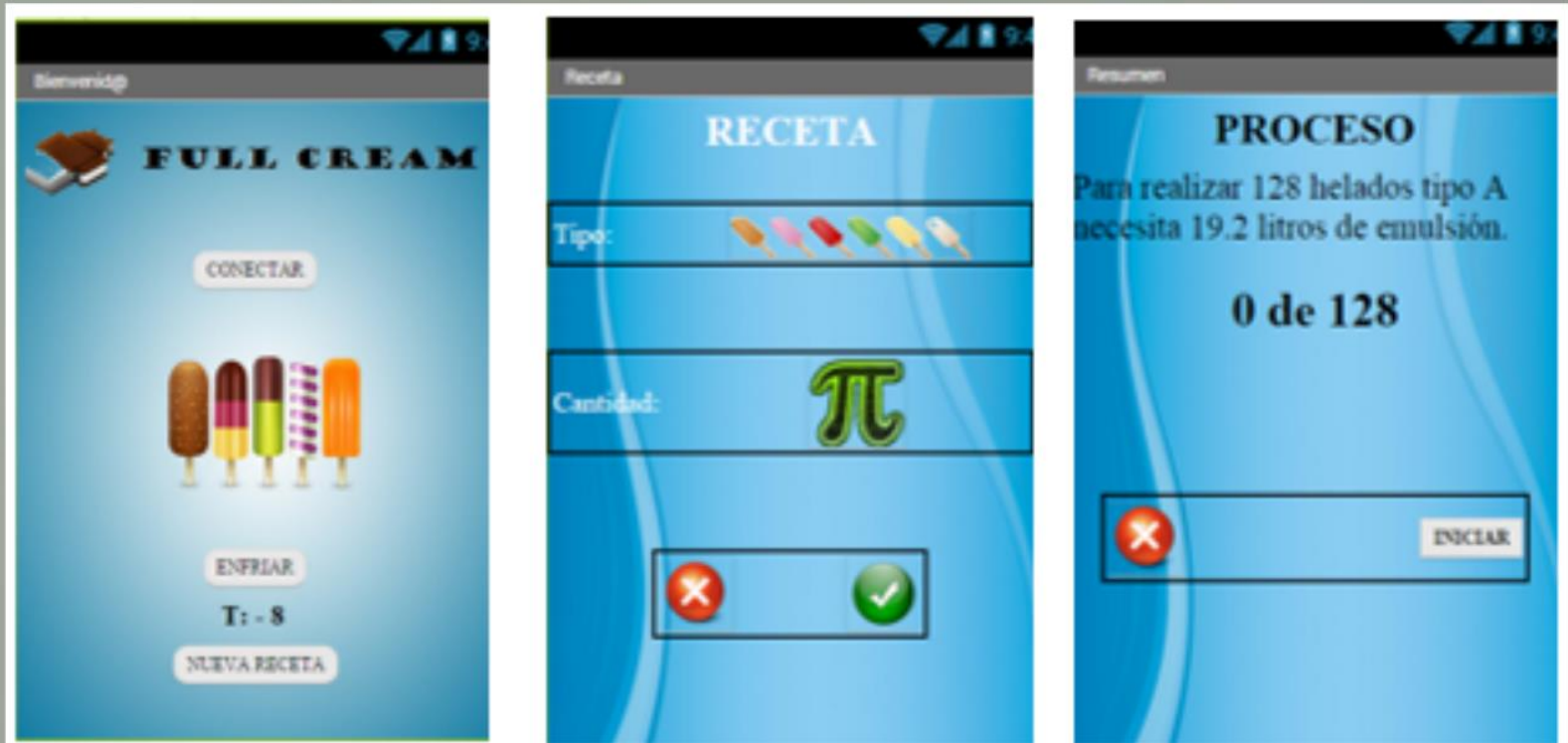




Android 2.3 Gingerbread

Android Gingerbread es la séptima versión del sistema operativo móvil Android, lanzada el 6 de diciembre de 2010. Su nombre "Gingerbread" (pan de jengibre) es dado a que las versiones de Android reciben en inglés el nombre de postres alfabéticamente.

Diseño en App inventor 2



APP INVENTOR 2



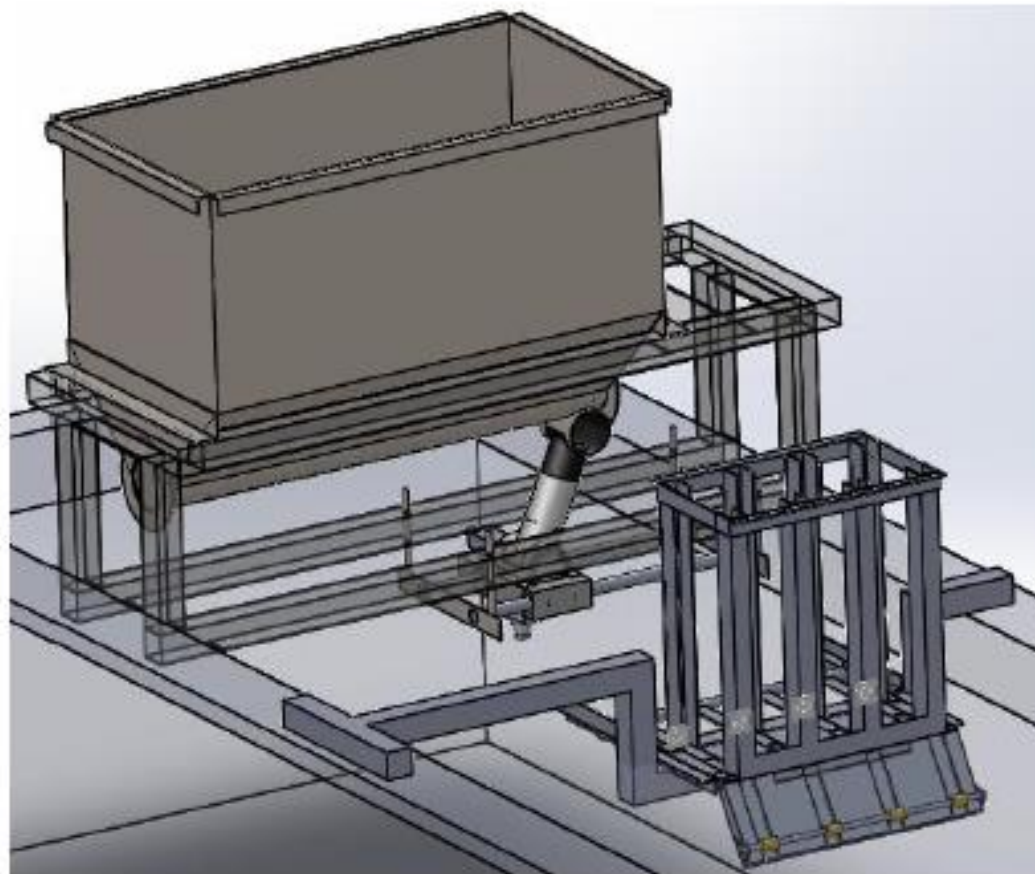
CAPÍTULO VI

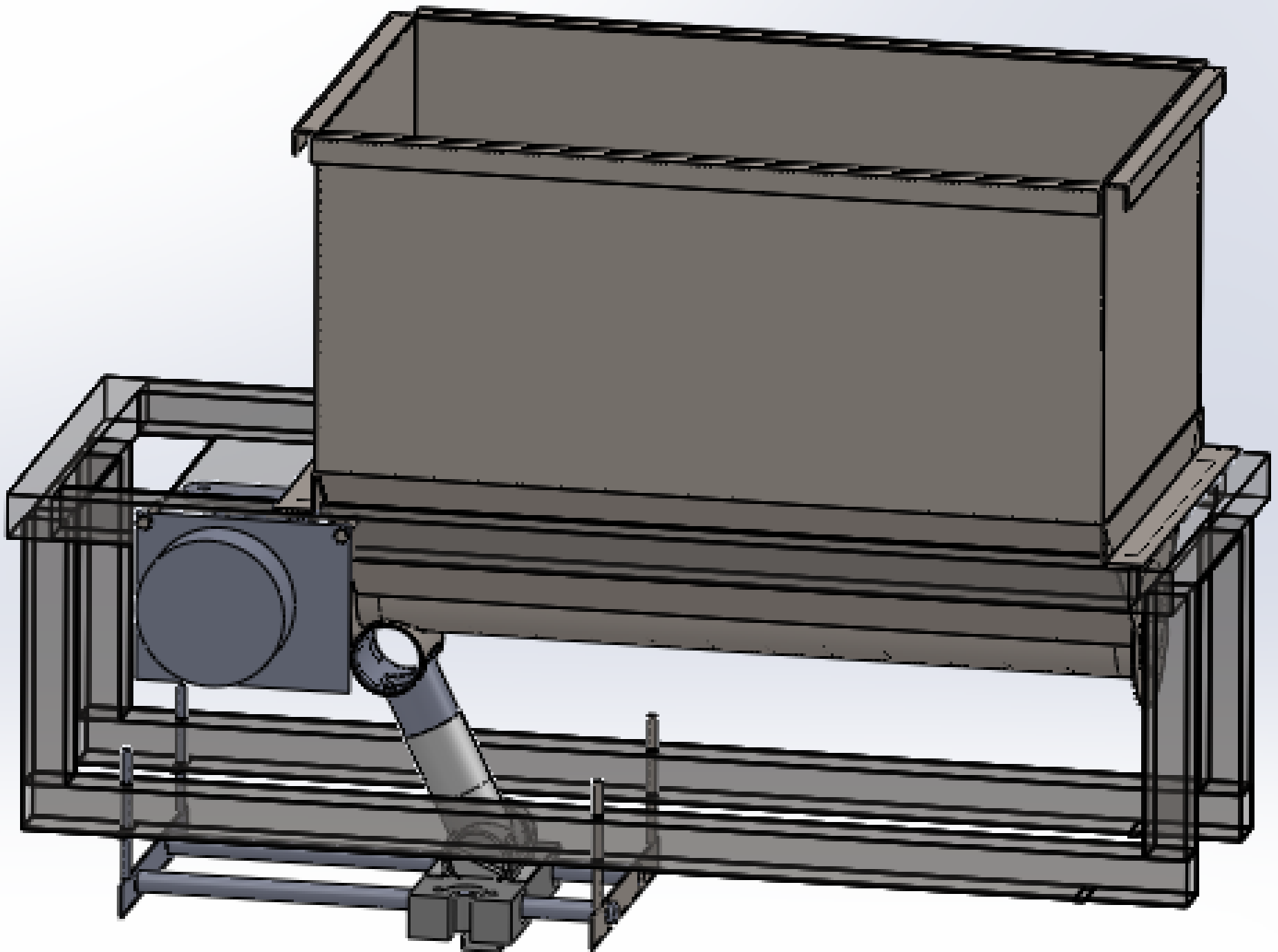
IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

PowerShot SD790 IS
DIGITAL CLIP-H

CANON

Concluido el diseño del sistema de dosificación automática se inicia con el proceso de construcción, de todos los componentes que conforman el sistema, en este capítulo se describe el montaje de la parte mecánica, eléctrica y de control, para una vez finalizada proceder a la puesta en marcha, efectuar pruebas de funcionamiento y la posterior corrección de fallas.





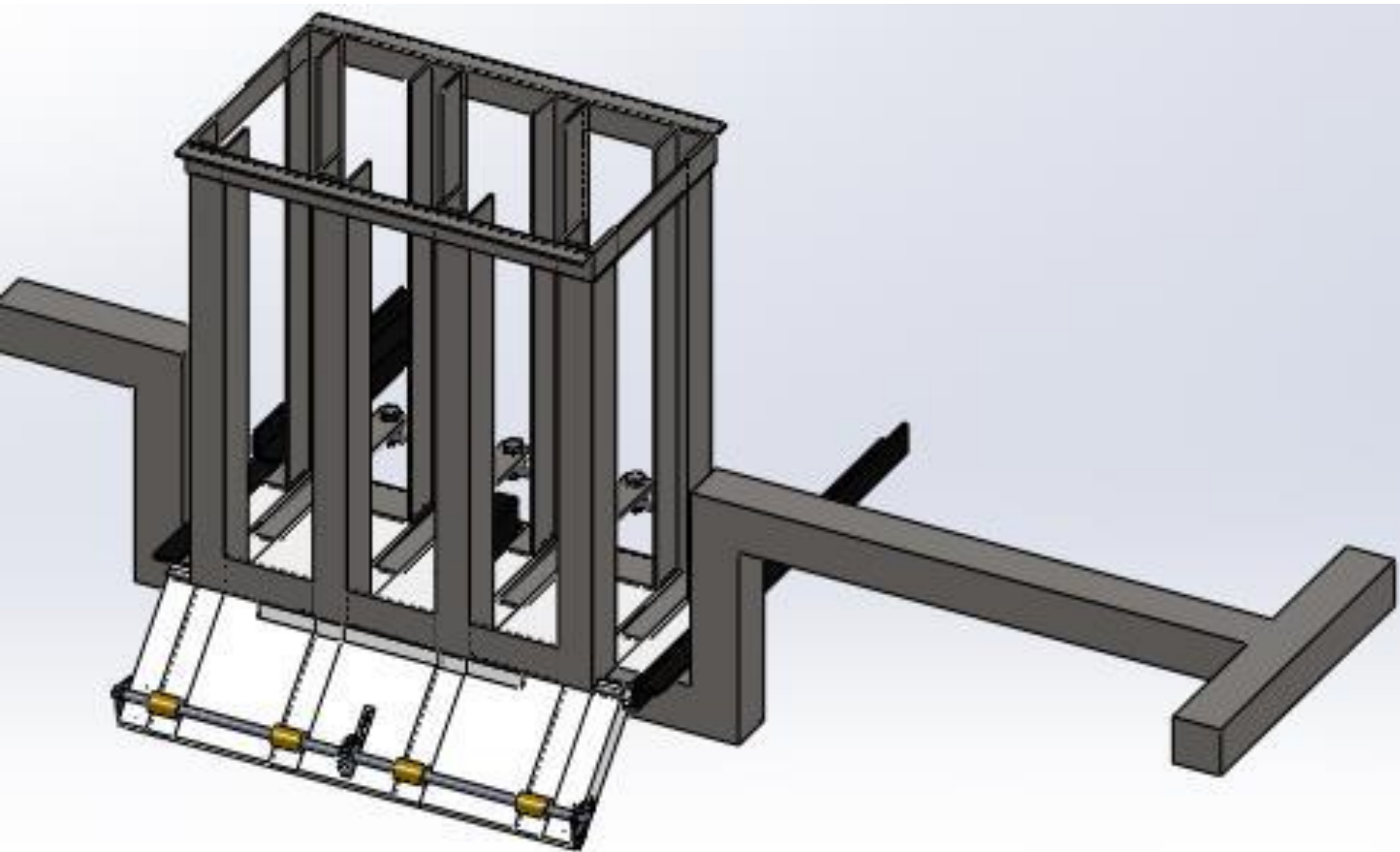
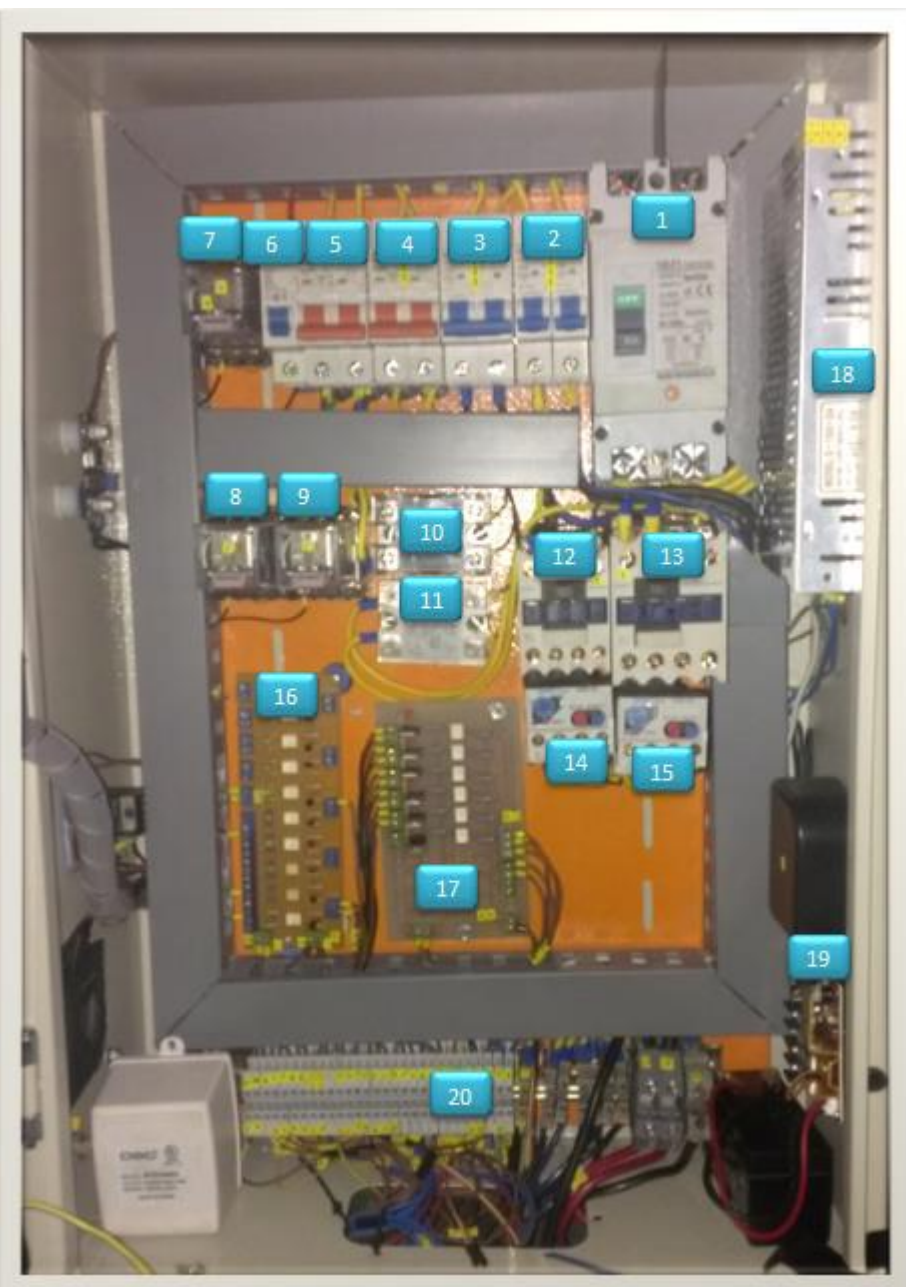


Tabla 4.1. Descripción de elementos del tablero de control

Fuente: Trabajo de campo

Número	Elemento
1	Breaker de caja moldeada
2	Breaker para motor de 3 Hp sistema de refrigeración
3	Breaker para motor de 1Hp agitador
4	Breaker para sistema de traslación
5	Breaker para las fuentes de alimentación
6	Breaker para las bobinas de contactores
7	Relé para la bomba peristáltica
8	Relé para el agitador
9	Relé para el sistema de refrigeración
10	SSR sistema de traslación
11	SSR para la electroválvula
12	Contactador para el agitador
13	Contactador para el sistema de refrigeración
14	Relé térmico para el agitador
15	Relé térmico para el sistema de refrigeración
16	Tarjeta de potencia 24V a 5V
17	Tarjeta de aislamiento óptico 5V
18	Fuente de alimentación 5V- 12V- 24V
19	Fuente auxiliar
20	Borneras



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

- Al revisar el sistema de...
- Cuando se implementa el...
- Al revisar el sistema de...

I. CONCLUSIONES.

- En el diseño y selección de dispositivos y elementos mecánicos y eléctricos, se consideró factores de seguridad ≥ 2 , disponibilidad en el mercado y factibilidad de manufactura, con el propósito de garantizar la fiabilidad del proceso y la calidad del producto terminado.
- El sistema de dosificación se encuentra en la capacidad de realizar hasta 256 helados por cada lote de producción; al dosificar paralelamente 4 moldes a la vez; se disminuye el tiempo de producción, aumentando la eficiencia del proceso.
- El sistema tiene como finalidad dosificar líquidos para el consumo humano por lo que es necesario utilizar, el acero inoxidable AISI 304, de acuerdo al reglamento de alimentos, gracias a sus propiedades físico químicas.
- El contenedor de la segunda estación tiene una capacidad de almacenamiento de 400 paletas de helado, avalando el 156% de la producción por lote.
- El tornillo sin fin hueco del sistema dosificador, conformado por eje de acero inoxidable AISI 304, facilita su limpieza y el manejo adecuado de la materia prima, conservando las propiedades del producto.

- En el App Inventor 2 se desarrolló la aplicación que fue posteriormente instalada en el Smartphone, lo que permitió el monitoreo mediante la comunicación inalámbrica brindando así mayor flexibilidad al sistema de control y a sus operadores.
- La tarjeta de control Arduino Mega 2560 REV 3, permite comunicar sensores, actuadores: análogos y digitales desarrollados genéricamente para variedades de micro controladores, confirmado que su diseño es apto para aplicaciones industriales, dando así confiabilidad y robustez al sistema de dosificación.
- La comunicación inalámbrica se realizó mediante un Smartphone con sistema operativo Android, versión Gingerbread (3.0) y un bluetooth HC – 06, comprobando el alcance de diez metros a la redonda preestablecidos por el fabricante del mismo.

4. RECOMENDACIONES

- Al tratarse del campo alimenticio industrial, en el diseño mecánico, es fundamental considerar estrictamente normas sanitarias y materiales aptos para el efecto, pues esto garantizará la eficacia del proceso asegurándole al consumidor un producto de calidad.
- Cuando se implementa el tablero de control, dejar las conexiones de sensores y actuadores a bornera, con el objetivo de comprobar los elementos de control antes de la instalación. Posterior a esto facilitar el cableado y proporcionar comodidad en caso de requerirse una reparación futura.

- Al realizar el cableado en general, procurar identificar por medio de marquillas cada terminal, de manera que las conexiones se hagan con facilidad quedando acorde al diagrama establecido, favoreciendo en la identificación de fallas o daños futuros en elementos.
- Para cualquier controlador basado en un microprocesador. En este caso particular, la tarjeta Arduino; con el objetivo de no sobrecargar sus elementos internos y evitar el recalentamiento con riesgo de daños, acondicionar las salidas con una tarjeta de potencia basada en elementos de bajo consumo de corriente como por ejemplo opto acopladores y utilizar enfriamiento forzado.
- Realizar un análisis exhaustivo de los requisitos a cumplir en la funcionalidad del aplicativo, pues de la complejidad de este depende la robustez del software de desarrollo.