



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

“Diseño y construcción de una máquina de café con asistencia virtual controlada por IoT”

AUTOR:

FERNANDO MAURICIO BRAVO POZO

TUTOR:

ING. MILLARD ESCALONA, PhD.

QUITO, ECUADOR

2020

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación:

Que el trabajo de titulación “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE CAFÉ CON ASISTENCIA VIRTUAL CONTROLADA POR IOT**”, presentado por el Sr. Fernando Mauricio Bravo Pozo, estudiante de la carrera de Electrónica Digital 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. Agosto del 2020

TUTOR

.....

PhD. Millard Escalona Hernández

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación:

Que el trabajo de titulación “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE CAFÉ CON ASISTENCIA VIRTUAL CONTROLADA POR IOT**”, presentado por el Sr. Fernando Mauricio Bravo Pozo, estudiante de la carrera de Electrónica Digital 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. Agosto del 2020

TUTOR

.....

Mg. Rene Ernesto Cortijo Leyva

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por permitirme estar con vida y realizar el presente trabajo de titulación:

A la Universidad Israel y específicamente a la facultad de Ingeniería Electrónica Digital y Telecomunicaciones, junto a toda la planta académica que gracias a los conocimientos impartidos ahora podre ser un excelente profesional.

A mi tutor, Ing. Millard Escalona, PhD por ser mi guía durante el proyecto, brindándome su confianza para culminar con éxito el presente trabajo.

A mis padres, a mis hermanos, por su apoyo incondicional y ser una muestra de lucha y perseverancia, para animarse a seguir adelante y demostrar que puedo llegar a cumplir cada meta propuesta

En especial a mi esposa e hijos, que siempre entendieron y compartieron tiempo conmigo para concluir este proyecto

Gracias totales y mi gratitud eterna.

DEDICATORIA

A mi madre por ser esa guía de amor y fortaleza constante, por enseñarme desde niño que nada es imposible.

A mi esposa Grace y mis hijos Mauricio y Gabriel, quienes son mi inspiración diaria para siempre ser y dar lo mejor de mí, con quienes puedo encontrar mi motivación permanente.

Esta dedicatoria es emotiva porque, el camino ha sido largo pero la satisfacción única, la experiencia adquirida en el camino es muestra que todo se puede en la vida

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	x
RESUMEN.....	xi
CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Antecedentes de la situación objeto de estudio.....	1
1.3 Planteamiento del proyecto.....	2
1.4 Justificación o problema.....	2
1.5 Objetivo general	3
1.5.1 Objetivos específicos.....	3
1.6 Hipótesis o ideas a probar en el proceso investigativo.....	3
1.7 Alcance	4
1.8 Descripción de los capítulos	5
CAPITULO 2	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1 Descripción del café	6
2.1.1 Consumo de café: datos estadísticos	7
2.2 Historia del café.....	7
2.3 Información y propiedades del café.....	10
2.4 Generalidades del café.....	10
2.5 Clasificación botánica	11
2.6 Especies importantes del café.....	11
2.7 Tipos de preparación de café	12
2.8 Ingesta de cafeína en humanos.....	13
2.9 Elementos básicos de una máquina de café	13
a) Bomba de presión	13

b) Temperatura.....	13
c) El tubo de vapor o vaporizador	14
d) Funcionalidad	14
2.10 ¿Qué es IOT?	14
2.11 ¿Para qué se utiliza el IOT?	15
2.12 Aplicaciones de consumo de IOT	15
2.13 ¿Qué es alexa?.....	15
2.14 Teoría referente a los procesos.....	16
2.14.1 Introducción al concepto de control	16
2.14.2 Control automático: definición	16
2.14.3 Clasificación de los sistemas de control	17
2.15 Sistema	17
2.16 Variables a controlar	18
a) Temperatura	18
b) Sensores para medir temperatura	18
c) Visualización de la temperatura del agua mediante una LCD.....	19
2.17. Velocidad.....	19
a) Sensores para medir velocidad lineal y angular.....	19
2.18 Nivel.....	20
a) Medidores de nivel de líquidos.....	21
2.19 Posición (presencia)	21
2.20 Acondicionamiento de las señales	22
2.20.1 Amplificación.....	22
2.20.2 Atenuación	22
2.20.3 Filtrado	23
2.20.4 Aislamiento.....	23
2.20.5 Excitación	23
2.20.6 Linealización	23
2.20.7 Compensación de la unión fría.....	24
2.20.8 Terminación del puente	24
2.20.9 Método de muestreo	24
2.20.10 Adquisición de datos	24
2.21 Comunicación inalámbrica	25

2.22 Señales RF.....	26
2.23 Arduino MEGA 2560.....	26
2.24 HMI (Human Machine Interface)	28
2.25 Metodología	28
2.25.1 Tipo de estudio.....	29
CAPITULO 3	30
INSTRUMENTOS	30
3.1 Equipos y materiales	30
a) Velocidad.....	30
b) Temperatura.....	31
c).Calculo para resistencia eléctrica.....	32
d)Sensor de temperaturaDS18B2.....	33
e) Pantalla LCD 16X2.....	34
f) Módulo relé 4 canales.....	35
g) Nivel y paso de caudal o paso.....	36
h) Fuente Alimentación 24/12V DC.....	37
i) Motor Reductor.....	38
3.2 Característica de la máquina	39
a) Tanque de agua.....	41
b) Envase para polvos.....	42
c) Envase con mecanismo engrane-tornillo sin fin.....	43
3.3 Diagrama de proceso	44
a) Diagrama de proceso para su funcionamiento	44
b) Comunicación con DAQ; Arduino MEGA 2560	44
CAPITULO 4	46
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	46
4.1 Ciclo de trabajo	46
4.2 Tiempo estimado de elaboración.....	49
4.3 Presupuesto estimado.....	51
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	56

LISTA DE FIGURAS

Figura. 2. 1. El consumo de café en el mundo.....	7
Figura. 2. 2. Guía para hacer café.....	12
Figura. 2. 3. Partes de un sistema DAQ.....	25
Figura. 3. 1. Motor CT12120-36ZY.....	30
Figura. 3. 2. Resistencia eléctrica.....	31
Figura. 3. 3. Sensor de temperatura.....	33
Figura. 3. 4. LCD 16X2.....	34
Figura. 3. 5. Módulo relé 4 canales.....	35
Figura. 3. 6. Motor Bomba de Agua.....	36
Figura. 3. 7. Fuente de poder 24/12V DC.....	37
Figura. 3. 8. Motor reductor utilizado para mover el tornillo.....	38
Figura. 3. 9. Ubicación en máquina del motor CT12120-36ZY.....	39
Figura. 3. 10. Vista aérea cafetera.....	40
Figura. 3. 11. Vista lateral cafetera.....	41
Figura. 3. 12. Reservorio de agua.....	42
Figura. 3. 13. Envase para solubles.....	42
Figura. 3. 14. Tornillo sin fin más engranaje.....	43
Figura. 3. 15. Procesos de funcionamiento.....	44
Figura. 3. 16. Diagrama de procesos.....	45
Figura. 4. 1. Resultado de Efectividad.....	48
Figura. 4. 2. Histograma y polígono de frecuencia en pruebas cafetera.....	49
Figura. 4. 3. Cronograma del proyecto.....	50
Figura. 4. 4. Cronograma del proyecto.....	50

LISTA DE TABLAS

Tabla. 2. 1. Principales productores de café del mundo en el año 2018.....	9
Tabla. 2. 2. Información general del café	11
Tabla. 2. 3. Contenido en cafeína de algunas bebidas de café.....	13
Tabla. 2. 4. Especificaciones técnicas de la tarjeta Arduino MEGA 2560.....	26
Tabla. 2. 5. Datos técnicos del microcontrolador ATmega2560.....	27
Tabla. 3. 1. Características del motor CT12120-36ZY	31
Tabla. 3. 2. Características de la resistencia	32
Tabla. 3. 3. Sensor de temperatura DS18B20.....	33
Tabla. 3. 4. Modelo pantalla LCD 16X2.....	34
Tabla. 3. 5. Módulo relé de 4 canales.....	35
Tabla. 3. 6. Características del nivel de paso	36
Tabla. 3. 7. Fuente de poder 24/12V DC	37
Tabla. 3. 8. Característica del motor reductor.....	38
Tabla. 3. 9. Valores medidos de los motores a utilizar	39
Tabla. 4. 1. Cuadro de pruebas funcionamiento cafetera	47
Tabla. 4. 2. Resultado de efectividad de las pruebas	48
Tabla. 4. 3. Presupuesto	51

RESUMEN

El proyecto presenta el diseño y la construcción de un modelo de cafetera utilizando la tecnología de la comunicación “IoT”, a bajo costo comandado a través de un mensaje de voz enviado desde un teléfono inteligente, cumpliendo estándares de calidad en su aplicación y funcionamiento. El *hardware* consta de cuatro motores de DC para las funciones de café, azúcar, agua y mezclador, el calentamiento del agua se realiza por una resistencia moka controlado por un relé sólido, mediante una LCD visualizamos la temperatura tanto en grados centígrados como en grados Fahrenheit, el portavaso consta con un fin de carrera por seguridad para evitar la pérdida de los solubles en el momento de ordenar alguna rutina, dada por voz con la aplicación creada en el smartphone. El *software* está diseñado en C++ mediante la interacción de arduino mega y la tarjeta ESP8266 para el Wi-Fi, a través de un módulo relé de cuatro canales, que comanda los motores de la cafetera. El equipo cumple los parámetros de calidad y precisión para la elaboración de un café expreso. Realizadas las pruebas físicas y de interacción con Alexa, la cafetera al accionar el comando de voz con las rutinas creadas para smartphone es capaz de dispensar independientemente la cantidad de azúcar y café o solo dispensar agua en el vaso.

PALABRAS CLAVES: cafetera, tecnología, IoT

ABSTRACT

This project presents the design and construction of a coffee machine model using “IoT” communication technology, at low cost, commanded through a voice message sent from a smartphone, meeting quality standards in its application and functioning. The hardware consists of four DC motors for the functions of coffee, sugar, water and mixer, the heating of the water is carried out by a moka resistance controlled by a solid relay, through an LCD we display the temperature in both degrees centigrade and degrees Fahrenheit, the cup holder has a safety limit switch to avoid the loss of solubles at the time of ordering a routine, given by voice with the application created on the smartphone. The software is designed in C ++ through the interaction of the Arduino mega and the ESP8266 board for Wi-Fi, through a relay module of four, which controls the motors of the coffee maker. The equipment meets the quality and precision parameters for making espresso coffee. After the physical tests and interaction with Alexa, the coffee machine by activating the voice command with the routines created for the smartphone is capable of independently dispensing the amount of sugar and coffee or just dispensing water into the glass.

KEYWORDS: coffee maker. technology, IoT

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Tema

“Diseño y construcción de una máquina de café con asistencia virtual controlada por IoT”

1.2 Antecedentes de la situación objeto de estudio

La tecnología de las comunicaciones se ha desarrollado en estos últimos 20 años considerablemente, tanto que en la actualidad se utiliza para mejorar y facilitar la vida diaria obteniendo una mejor calidad de vida. Las tecnologías de los equipos cada vez son perfectas para los requerimientos empresariales, domésticos, personales, siendo más fácil para la interacción máquina – hombre. Hoy en día tenemos varias herramientas a disposición para su ejecución y una de estas es el “internet de las cosas” o más comúnmente llamada IoT (por sus siglas en inglés) que nos ayuda a interactuar con las máquinas remotamente en cualquier lugar con acceso a una red – internet. Pero los avances tecnológicos en el ámbito de las cafeteras no se han limitado a su operabilidad, sino que también han centrado buena parte de su atención en la mejora de su funcionamiento interno.

Aplicaciones con la tecnología se han realizado en varios ámbitos, para el presente trabajo se presenta estudios que nos demuestran que es aplicable y accesible para su funcionamiento interactuando la máquina y el hombre, en México se realiza un trabajo titulado “Generación de biogás a partir de la pulpa de café integrando la tecnología IoT para su monitoreo”, como lo señala su autor, Moreno Morán, F. (2020), concluye que la tecnología IoT es una herramienta factible para ser implementada en el monitoreo de la generación del biogás en la industria del café en la región.

La combinación de la tecnología con el medio ambiente consigue mejorar la calidad de vida de los seres vivos, en el trabajo realizado por Tejada Gutiérrez, J. M. (2019) en la ciudad de Bogotá con el tema “*Diseño de un sistema prototipo domótica mediante la lectura de sensores y emisión de órdenes al sistema de actuadores con el apoyo de las IoT*”, en el que presenta el desarrollo de una aplicación modelo prototipo con lecturas de: humedad y temperatura, medición y alertas

de la calidad del aire y control de luces mediante el diseño de estructura Web, proceso que lleva a cabo mediante el empleo de las IoT y se proyecta aplicarlo a viviendas en modalidad escala real.

1.3 Planteamiento del problema

El presente proyecto plantea la ventaja de la tecnología IoT combinada con recursos físicos y su aplicación. Se consideró un producto de consumo masivo como es el café dispensado a través de una máquina, la misma que se ubica en casas como en empresas y requiere de la manipulación física para obtener el producto. El proyecto muestra que las condiciones presentes son apropiadas porque se tiene todo lo necesario para armar un diseño de máquina funcional que ofrezca una solución viable a la falta de equipos que integran el uso de aplicaciones inteligentes adaptados a las necesidades personales de consumo y que atraídos por sus efectos son de consumo masivo.

Se puede provocar un efecto multiplicador en la utilidad que esta máquina de café provoque por la simplicidad de la operación y el aprovechamiento del tiempo para su uso, ya que es algo con no existe en la actualidad. La creación de una máquina dispensadora de café es un avance al desarrollo de la utilidad física de equipos con apoyo de la tecnología, considerando a la teoría de internet de las cosas **IoT** muy útil; el proceso es viable y aplicable en cómodas y múltiples funciones al momento de aplicarla a la cotidianidad de los seres humanos incluyendo la innovación como parte del desarrollo. Según el estudio de la Organización mundial del café, en la actualidad el consumo de café es muy alto y va en aumento, lo que nos lleva a proponer esta aplicación, una **máquina de café** que sirva de optimizador de los recursos cafeteros y de tiempo para la masificación del consumo de café. Los estudios dedicados a la investigación de mercados en el área alimenticia y de bebidas proyecta una expansión para el mercado de las máquinas de café muy rápidamente en Europa y en América.

1.4 Justificación o problema

Con el fin de obtener equipos que optimicen el tiempo y los recursos, las IoT interactúa por medio de la agrupación e interconexión de dispositivos a través de una red. Respecto al tipo de objetos o equipos podrían ser cualquiera, desde dispositivos mecánicos hasta máquinas

cotidianas, como pueden ser los dispensadores de bebidas, máquinas de café, cocinas, etc. Cualquier objeto electrónico que se pueda imaginar puede ser conectado a internet, e interactuar sin necesidad de la intervención personal directa.

La finalidad de construir una máquina de café es para un posible uso en establecimientos laborales, educativos o domésticos; una máquina expendedora de bebida de café es una innovación tecnológica que puede realizar varias acciones entre las que se puede mencionar, conexión a internet, recolección de datos y análisis estadísticos de consumo de cada usuario para que se almacenen datos estadísticos y de consumo individual. Esta máquina requerirá una App de Smartphone alojada en la nube para manejo del dispositivo; si se requiere el pago se lo puede realizar con dinero electrónico o PayPal. En esta máquina vamos a aplicar los conocimientos y beneficios que ofrece la electrónica, con un manejo fácil y práctico del equipo, con accesibilidad económica y técnica.

1.5 Objetivo general

Desarrollar una máquina de café, que expende la bebida, controlada por una aplicación en el smartphone a través de wifi con asistencia virtual IoT.

1.5.1 Objetivos específicos

- Diseñar el hardware y el software de una máquina de café.
- Construir una máquina de café de acuerdo con los parámetros establecidos en el diseño.
- Validar el funcionamiento del prototipo.
- Crear rutinas de funcionamiento por voz y en el smartphone

1.6 Hipótesis o ideas a probar en el proceso investigativo

La aplicación de esta tecnología mejora el expendio de café en varias áreas y visualiza la utilidad de artículos para la comodidad de las personas. Los asistentes virtuales con mandos a distancia son una gran iniciativa que se puede utilizar en beneficio de la ciudadanía y presentar como proyectos de emprendimiento, activando el desarrollo, en la industria conectada a comprobar el atractivo comercial y la factibilidad tecnológica, controlando su funcionamiento a través del internet, y procesando órdenes enviadas mediante voz, texto, para ejecutar procesos

directamente sin necesidad de estar cerca del equipo, contribuyendo al ahorro de tiempo y mejorando la comodidad de los individuos que demanden de este servicio a nivel personal.

Destinado a establecimientos laborales, comerciales, educativos o domésticos donde se crearán perfiles de usuarios de uso para la recolección de datos y análisis estadísticos. Con un deseo a la expansión del acceso a la domótica.

1.7 Alcance

El impacto de este proyecto y su aplicación a nivel local e internacional se reflejará por la cantidad de usuarios que se logre crear con las pruebas de factibilidad necesarias para su uso. La intención del siguiente estudio es incentivar el desarrollo, diseño y construcción de tecnología IoT a equipos de utilidad masiva, representada en una máquina de café automatizada, que conecta con 2 dispensadores solubles, uno para café y otro para azúcar, un agitador para la mezcla del líquido con el soluble, una niquelina para calentar el tanque de 2 litros de agua y una bomba para pasar el líquido del tanque hacia el vaso.

El dispositivo enviará datos, por medio de señal de internet, al microcontrolador donde procesa la orden una vez realizada la recepción. Se trata de ocupar todos los recursos proporcionados por el internet, asistentes virtuales como ALEXA, donde además de cierta información se puede controlar los actuadores de la máquina de café. El presente proyecto contempla el *software* y *hardware* de una máquina de café, la cual tiene como medidas externas 32 cm x 16 cm x 49,7 cm, contará con la opción de selección de azúcar y café expreso. La máquina de café será vigilada a través de un *Smartphone* y controlada mediante wifi. La máquina no podrá ponerse en funcionamiento si el vaso no se encuentra en posición, la temperatura de café será de 90° C y no podrá ser modificado por el usuario.

A continuación, se presenta un listado de componentes a utilizar en el presente proyecto:

- Asistente virtual ALEXA
- Arduino Mega
- Microcontrolador con wifi NODEMCU ESP8266
- Módulos de 4 relés para la conmutación de señales de potencia
- Prototipo de una máquina dispensadora de café
- Bomba de agua 12V

- 2 motores DC 24V
- 1 motor DC 12V batidor
- Baquelita de control
- Sensor de temperatura DS18B20
- Fin de carrera
- Relé solido 110V/220V
- Fuente de poder 24VDC/12VDC

1.8 Descripción de los capítulos

Capítulo I Introducción:

Se detalla el tema, antecedentes, justificación o problema, objetivos, la hipótesis y alcance del proyecto para la elaboración de la cafetera.

Capítulo II Fundamentación Teórica:

Se hace relevancia a los métodos teóricos que se utilizaron para la elaboración e implementación del proyecto.

El Capítulo III Instrumentos:

Este capítulo desarrolla el proyecto en la parte física y tecnológica, donde encontramos la aplicación, ensamblaje, ejecución y puesta en marcha de la cafetera. Contiene descripciones, gráficos, análisis de costos y tiempo empleado en el desarrollo de la máquina de café.

El Capítulo IV Pruebas de Funcionamiento:

En este capítulo se presenta ya el análisis práctico de las pruebas de funcionamiento de la cafetera, mostrando todo el proceso de construcción, programación de *software*, pruebas de validación, funcionamiento y el análisis de resultados de la máquina ensamblada y ya en funcionamiento.

CAPITULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Descripción del café

El café es el producto obtenido de las semillas y frutos de la planta de café o cafeto, tiene un color marrón oscuro que puede variar en intensidad de acuerdo a cómo se lo prepara o de acuerdo con el agregado de otros elementos como leche, crema o azúcar. Además, tiene una consistencia líquida pero untuosa y un sabor y aroma fuerte y muy llamativo.

Una limitación para aumentar el consumo de café es la vinculación del producto con los temores sobre sus efectos en la salud por parte de la población. Sin embargo, ahora hay información significativa disponible en estudios publicados en revistas científicas y que reposan en universidades de prestigio y veracidad, sobre los efectos positivos para la salud relacionados con el consumo racional del café.

Su compuesto principal, la cafeína, es una droga psicoactiva con importantes efectos sobre nuestro sistema nervioso, objeto de numerosos estudios científicos. Se menciona uno publicado en julio de 2017 donde se revela que tomar tres tazas de café al día reduce el riesgo de muerte. Hay artículos científicos publicados en U.S. National Library of Medicine (La biblioteca biomédica más grande del mundo y parte de los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU. NIH). En un artículo de Prada, D. M. R. (2010). *Café, cafeína vs. Salud revisión de los efectos del consumo de café en la salud. Expone que “Con la cafeína del café, la teofilina del té o la teobromina del chocolate, nuestro cerebro cambia para ayudarnos a vivir mejor y sin ningún efecto secundario grave; por supuesto, ninguna de esas 3 sustancias es adictivas. Además, estas 3 sustancias, que son unas “metilxantinas”, aportan beneficios para la salud. La adenosina se encuentra por doquier en todo nuestro organismo; se considera una hormona fuera del sistema nervioso y, en el sistema nervioso central, un neurotransmisor que contribuye a disminuir la actividad neuronal. El efecto de las metilxantinas sería bloquear este efecto sedante y ejercer un efecto estimulador/excitador. También a grandes rasgos, ésta sería la explicación de por qué el café o el té ayudan a combatir el sueño (el chocolate es la excepción y a fecha de hoy no se sabe la causa). Para ser precisos hay que añadir que la cafeína es un inhibidor de canales de calcio y de fosfodiesterasas, pero su efecto principal no se considera debido a estas*

inhibiciones. La cafeína es capaz de cruzar la barrera hematoencefálica (blood brain barrier), por lo que sus niveles “cerebrales” van a ser significativos en personas consumidoras habituales de café o bebidas de cola.”

2.1.1 Consumo de café: datos estadísticos

El consumo *per cápita* varía considerablemente de un país a otro. Por lo tanto, existe un potencial considerable para aumentar el consumo mundial: solo tres países productores India, Indonesia y México pertenecientes al ICO (*The International Coffee Organization*) tienen una población combinada de 1.500 millones, pero consumen solo cinco millones de sacos de café al año. Los mercados establecidos en América del Norte, Europa y Japón representan un 53% del consumo mundial de café. Los países productores de ICO (Organización Internacional del Café) representan otro 30% y los mercados emergentes consumen el 9%. El 8% restante se consume en otros.



Figura. 2. 1. El consumo de café en el mundo. Fuente: el autentico cafe.es . (2020)
Consumo de café en el mundo. Obtenido de <https://elautenticocafe.es>

2.2 Historia del café

Según (International coffee organization, 2018), el café tuvo su origen en la provincia de Kaffa, Etiopía-África. Los habitantes de la actual Sudán, cercanos al puerto de Moca comían la suculenta parte carnosa de la cereza del café. Para el siglo XV el café era cultivado en Yemen. El mundo árabe desde el tiempo antiguo cultivaba y consumía el café, debido a su contacto con

los pueblos africanos antes mencionados. Los árabes no permitían que extranjeros se llevaran semillas fértiles del cafeto, pero en 1616 los holandeses consiguieron llevarse algunas de estas semillas a su país y procedieron a cultivarles en invernaderos. Los primeros establecimientos que servían café se conocían como “kaveh kanes”.

En 1699 los holandeses cultivaban café en malabar, India; posteriormente lo cultivaban en Batavia, Java; actual Indonesia. En el mismo siglo, XVII, los holandeses fueron los principales proveedores de café para Europa, pero los primeros exportadores de café a Europa fueron los venecianos, 1615. El primer establecimiento de café en Europa se abrió en Venecia en 1720, siendo este el famoso Caffè Florian de la Plaza de San Marcos. Durante la segunda década del siglo XVIII el café empezó a cultivarse en América.

El oficial de la marina francesa Gabriel Mathieu de Clieu llevó una planta de cafeto a Martinica y lo replantó en Preebear, para 1726 se hizo la primera cosecha. En 1777 había entre 18 y 19 millones de cafetos en Martinica. En 1718 los holandeses llevaron cafetos a Surinam, para posteriormente plantarlos en los cafetales de la Guyana Francesa. La primera plantación en Brasil se estableció en 1727 con plantas sustraídas de la Guyana. Actualmente los mayores productores de café del mundo se encuentran en América del Sur (Brasil, Ecuador, Perú, Colombia) y Asia (Vietnam, Indonesia).

Los europeos fueron los que, a través de sus colonias en América, implantaron el cultivo del café en numerosas zonas de Suramérica, las que hoy día ya se han convertido en las principales productoras de esta bebida. En solo tres siglos, esta infusión ha pasado de ser casi desconocida a convertirse en una bebida universal. Numerosos personajes históricos como Beethoven, Napoleón o Voltaire, entre otros, han alabado el café y lo han consumido en grandes cantidades

Tabla. 2. 1. Principales productores de café del mundo en el año 2018

Puesto	País	Producción (en miles de Kg)	% de producción mundial
1	Brasil	2.594.100	30,16%
2	Vietnam	1.650.000	19,18%
3	Colombia	810.000	9,42%
4	Indonesia	660.000	7,67%
5	Etiopía	384.000	4,46%
6	India	350.000	4,07%
7	Honduras	345.000	4,01%
8	Uganda	285.000	3,32%
9	México	234.000	2,72%
10	Guatemala	204.000	2,37%
11	Perú	192.000	2,23%
12	Nicaragua	130.000	1,52%
13	Costa de Marfil	108.000	1,26%
14	Costa Rica	89.520	1,04%
15	Kenia	50.000	0,58%
16	Tanzania	48.000	0,56%
17	Papúa Nueva Guinea	48.000	0,56%
18	El Salvador	45.701	0,53%
19	Ecuador	42.000	0,49%
20	Camerún	34.200	0,40%

Nota 1. Data as at July 2020 - next update November 2020

Nota 2. Fuente: International Coffee Organization (2020) Table 1: Crop year production by country. Obtenido de <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>

2.3 Información y propiedades del café

La planta del cafeto posee unos frutos rojos del tamaño de unas cerezas pequeñas, dentro de éstas se encuentra la semilla del café. Los granos de la planta del café miden aproximadamente 1 centímetro. Las características básicas en la clasificación de la calidad del café son: aroma, cuerpo y acidez. Esta característica aromática se debe al aceite cafeína, un distintivo volátil del café que generalmente se acentúa después de la operación del molido, dejando una grata sensación al olfato. En una de sus partes el grano es plano y del otro lado es curvo, con una línea que lo atraviesa. Al extraerse de la planta los granos son de color marrón claro y luego del proceso de tostado se tornan marrón oscuro.

2.4 Generalidades del café

La cuna del café la encontramos en África, concretamente en lo que hoy conocemos como Etiopía, de allí, el grano viajó a Europa y desde allí se introdujo al Continente Americano. Luis XIV (1638-1715) envió unos granos para su cultivo a Martinica, desde donde se esparció por motivos revolucionarios porque muchos de sus habitantes haitianos y de procedencias europeas migraron o escaparon a Brasil y llevaron consigo el café.

En la actualidad este país, es el primer productor mundial, representando el 30% de la producción total, lo que significa que en un año el país exporta en torno a 55 millones de sacos según la ABIC, la asociación de cafeteros de Brasil. Se espera que el consumo de café continúe expandiéndose con una tendencia de crecimiento continuo hasta 2021, con una evolución estimada de 3.5% por año (fuente: Euromonitor).

El resto de los países sudamericanos no quedaron al margen de las bondades de este nuevo cultivo y desde el siglo XVIII se produce café con fines comerciales en Ecuador, Venezuela, Perú, Bolivia y Colombia. En 1732 se plantaron las primeras semillas, a cargo de misioneros Jesuitas españoles en Colombia ciudad que tiene una larga tradición cafetera actualmente.

2.5 Clasificación botánica

La planta del café se denomina cafeto. Fue descrito por Carlos Linneo, científico y botánico sueco, como perteneciente al género *Coffea* y a la familia de las Rubiaceae (Café Siboney, s/f)

Tabla. 2. 2. Información general del café

DATOS	ESPECIFICACIÓN
Nombre vulgar:	Cafetos (árbol), café (semilla).
Nombre científico:	<i>Coffea ssp.</i>
Familia:	<i>Rubiáceas (Rubiaceae)</i>
Distribución	África tropical, Asia y América.
Composición química:	Composición química: Alcaloides, Taninos (<i>ácido cítrico, linoleico, oleico, cafeico, oxálico, p-coumarico</i>), Aminoácidos (<i>metionina</i>), Hidratos de carbono, Fibra, Grasa, Minerales (Ca, Fe, P), Vitaminas (Niacina, riboflavina, tiamina, colina, betacaroteno, agua).
Propiedades medicinales:	Diurético, vasoconstrictor de circulación craneal, estimulante del sistema nervioso (estado de alerta), posee ácido clorogénico (potente antioxidante).

Nota. Fuente: International coffee organization. (2018). Historia del café. Obtenido de http://www.ico.org/ES/coffee_storyc.asp

2.6 Especies importantes del café

La familia de las rubiáceas a la que pertenece el café tiene unos 500 géneros y más de 6,000 especies (Federación Española del Café, s/f).

Sobresalen cuatro especies, que se cultivan ampliamente a nivel mundial y se convierten en los más comerciales:

- Café arábigo (*C. Arábica L.*),
- Café robusto (*C. Canephora Pierre exfroehner*),
- Café liberiano (*C. Liberica Mull ex Hiern*), y
- Café excelso (*C. excelsa A. Chev.*); además,

La especie económicamente más importante de café es Coffea arábica (Centroamérica, Suramérica, Asia y Este de África) como el robusta (fundamentalmente África y también Brasil y Asia) estas 2 especies suman aproximadamente el 99.0% de la producción mundial, y la especie ibérica solo el 1.0% (Bedri, s/f). (23)

2.7 Tipos de preparación de café

La preparación de una bebida a base de café es muy extensa, influenciada por las regiones y sus productos, al igual que hay otras que se han popularizado a nivel mundial y son las más conocidas. Presentamos una lista de las preparaciones más conocidas con café.

- **Express o expreso:** café común, preparado con granos de café molido y agua caliente.
- **Americano:** café expreso más agua.
- **Café cortado:** café con un poco de leche (descremada o entera)
- **Café Latte:** Se prepara con 1/3 de café expreso y 2/3 de leche.
- **Cappuchino:** café expreso, agua, leche y espuma de leche.
- **Mocachino:** café expreso, agua, espuma de leche y chocolate rallado.



Figura. 2. 1. Guía para hacer café. Fuente: Amantes del café (2020) tipos de café. Obtenido de <https://www.amantesdelcafe.org>

2.8 Ingesta de cafeína en humanos

El café es una de las bebidas más consumidas en todo el mundo y que además se sigue reinventando con la evolución de las modas y tendencias. Desde el auge de la llamada tercera ola se reivindica su carácter artesanal como producto de calidad, y también es tendencia por sus propiedades saludables. La ciencia cada vez avala más los beneficios del café y de la cafeína, siempre en las dosis adecuadas.

Es recomendable no superar la ingesta diaria de 250 a 300 miligramos, a continuación, se muestra el contenido de cafeína de algunos preparados del café.

Tabla. 2. 3. Contenido en cafeína de algunas bebidas de café

TIPO DE CAFÉ	Miligramo	
Expresó	110-150 mg	1 vaso 6 onza
Soluble instantáneo	40-108 mg	1 vaso 6 onza
Largo o americano	70-90 mg	1 vaso 6 onza

Nota. Fuente: Botanical. (2018). Propiedades del café. Obtenido de <https://www.botanical-online.com/propiedadescafe.htm>

2.9 Elementos básicos de una máquina de café

Acorde a Sabora (2017), algunos de los factores que más influyen en la producción de un café de calidad son:

a) Bomba de presión

La presión recomendable es 9 bar con una tolerancia de ± 1 bar. Esta presión es la necesaria para pasar el agua por el café, el cual debe estar bien molido, es decir, como un polvo fino.

b) Temperatura

La temperatura adecuada para el agua es de 90°C con una tolerancia de ± 2 °C. Esto debido a que si la temperatura cae por debajo de los 88°C, no será la suficiente para extraer todos los

compuestos del café que deben formar la bebida. Por otro lado, cuando supera los 93°C se habla de un café sobre extraído, lo cual produce una bebida áspera y amarga, además se quemaron los compuestos más delicados del café como sus aminoácidos.

c) El tubo de vapor o vaporizador

Este elemento se utiliza para la emulsión de café con leche, capuchinos, etc. La presión debe ser adecuada para generar una correcta emulsión.

d) Funcionalidad

Una buena máquina de café además de ser estética para atraer la atención del cliente, debe ser funcional, es decir, debe estar pensada para varias horas de servicio. Se recomiendan los siguientes materiales para la cubierta de la cafetera: cobre, latón, acero inoxidable. Por cuestiones de higiene y salud las piezas interiores deben estar fabricadas en acero inoxidable.

Algunos parámetros técnicos, según Sabora (2017), para realizar un clásico café expreso italiano son:

- Cantidad necesaria de café molido: 7 ± 0.5 gr.
- Temperatura de salida de agua de la unidad: $90 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Temperatura de la bebida en la taza: $67 \pm 3^\circ\text{C}$.
- Tiempo de percolación: 25 ± 5 s.
- Presión de entrada de agua: 9 ± 1 bar.

2.10 ¿Qué es IOT?

El término IoT fue utilizado por primera vez por Kevin Ashton en 1999 en el MIT (Massachusetts Institute of Technology), donde se realizaban investigaciones para la identificación por radio frecuencia (RFID) y tecnologías de sensores. Ashton estaba convencido que los ordenadores debían ser capaces de obtener información sin la intervención de los humanos, es decir, deberían ser capaces de interpretar el mundo real sin un operario que interviniese.

El IoT se basa en establecer una nueva forma de comunicación entre máquinas (M2M) y que éstas realicen eventos programados. Dicho de otro modo, se trata de una digitalización del

mundo físico, en donde los objetos se conectan a la Red de Internet, se sincronizan entre ellos, realizan eventos conforme a lo que hayan sido programados y con ello son capaces de mejorar los servicios a prestar al usuario (Domingo & Forner, 2010). Un claro ejemplo sería que, al sonar nuestro despertador, la cafetera comenzase a prepararnos el café. Otros ejemplos más concretos son aquellos en los que podríamos conectar la calefacción o la lavadora, aunque no estemos en casa y ésta nos podría avisar que ha terminado; o podría ser que nuestra nevera nos indicase qué cantidad de alimentos hay en el interior y cuáles tienen la fecha de caducidad más próxima. Esta misma nevera podría también encargarse de la compra al supermercado de aquellos productos que estén próximos a terminarse.

2.11 ¿Para qué se utiliza el IOT?

Sin duda alguna, el IoT permite a la tecnología estar más ajustada a las necesidades de los usuarios y proporciona grandes experiencias a cada uno de ellos. Estas experiencias se pueden extender en muy diversos campos, la industria, el sector servicios, incluso en la educación.

2.12 Aplicaciones de consumo de IOT

Un porcentaje creciente de los dispositivos IoT son creados para el consumo. Algunos ejemplos de aplicaciones de consumo incluyen: automóviles conectados, entretenimiento, automatización del hogar, tecnología vestible, salud conectada y electrodomésticos como lavadoras, secadoras, aspiradoras robóticas, purificadores de aire, hornos, refrigeradores que utilizan Wi-Fi para seguimiento remoto de los procesos.

Algunas aplicaciones de consumo han sido criticadas por su falta de redundancia y su inconsistencia. Estas críticas dieron lugar a una parodia conocida como "Internet of Shit" ('internet de las porquerías'). Varias compañías han sido criticadas por apresurarse a incursionar en IoT, creando así dispositivos de valor cuestionable, además de no establecer ni implementar estándares de seguridad bien preparados.

2.13 ¿Qué es alexa?

Alexa es el asistente virtual controlado por voz creado por Amazon, y lanzado en noviembre de 2014 junto a su línea de altavoces inteligentes Echo. Su nombre fue elegido por tener una consonante fuerte al principio e incluir una x, algo que haría que el asistente reconociese más

fácil su nombre, y también en honor a la Biblioteca de Alejandría. El funcionamiento de Alexa es muy parecido al de otros asistentes como Google Assistant, Siri y Cortana. Se empieza invocándolo, diciendo su nombre, momento en el que el altavoz o dispositivo en el que esté integrado se pondrá a escuchar. Entonces hay que decirle un comando con la voz, y el asistente reconocerá lo que se le pregunta y dirá una respuesta. (Xataca Basics, 2020)

2.14 Teoría referente a los procesos

Se emplean los siguientes conceptos iniciales: sensores, variables, instrumentos, control, instrumentación virtual.

- a) Variable: es una magnitud que puede tener un valor cualquiera de los comprendidos en un conjunto. (Real Academia Española, 2018).
- b) Instrumento: elemento que permite conocer o registrar el valor de una variable. (Dulhoste).
- c) Control: regulación, manual o automática, sobre un sistema. (Real Academia Española, 2018)
- d) Instrumento virtual: módulo software que simula el panel frontal de instrumentos de medida que, apoyándose en elementos hardware accesibles por computadora realiza una serie de medidas como si se tratase de un instrumento real. (Dong).

2.14.1 Introducción al concepto de control

La primera vez que se estudia una asignatura de Automática o de Ingeniería de Control no se sabe exactamente a qué se refiere cuando se habla de "sistema de control" (HERNÁNDEZ GAVIÑO, 2010), y realmente ni siquiera cuando se habla de "control". De hecho, el concepto de control es muy utilizado en diferentes entornos de nuestra vida. Se puede decir que cualquier objeto susceptible de modificar su comportamiento o alguna de sus características puede ser controlado, y por tanto ser considerado como un sistema, y más concretamente un sistema de control, o sistema controlado.

2.14.2 Control automático: definición

Los controladores o reguladores automáticos forman parte de todo tipo de dispositivos que nos rodean, muchas veces sin ser conscientes de ello. Allí donde una velocidad, un movimiento,

temperatura, presión o nivel se mantienen regulados, hay un controlador que realiza este trabajo. Es una rama de la ingeniería que se ocupa del control de un proceso en un estado determinado; el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana. Los controles automáticos pueden ser de gran ayuda para establecer lazos de unión entre los diferentes campos de estudio haciendo que los distintos conceptos se usen en un problema común de control. El estudio de los controles automáticos es importante debido a que proporciona una comprensión básica de todos los sistemas dinámicos, así como una mejor apreciación y utilización de las leyes fundamentales de la naturaleza (Escalona & Pozo, 2017).

Para referirse a este tipo de sistemas se utiliza la denominación de controladores o reguladores automáticos. Los diferentes tipos de control que existen son de lazo abierto y de lazo cerrado. Lazo es una combinación de dos o más instrumentos o funciones de control conectadas de tal manera que las señales pasen de una a otra con el fin de controlar o medir una variable de proceso.

2.14.3 Clasificación de los sistemas de control

Los sistemas de control se clasifican en sistemas de lazo abierto y de lazo cerrado. La distinción la determina la acción de control, que es la que activa al sistema para producir la salida.

- a) Un sistema de control de lazo abierto es aquel en el cual la acción de control es independiente de la salida.
- b) Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la acción de control es en cierto modo dependiente de la salida.

2.15 Sistema

Un sistema de control automático es un autómata que ha sido diseñado y construido para implementar un tipo de estrategia de control, es un principio conceptual que llevado a cabo permite efectuar el control de otro sistema.

De la forma más general, podemos definir a un sistema como un arreglo, conjunto o combinación de cosas conectadas o relacionadas de manera que constituyen un todo. De forma científica podemos definirlo como un arreglo de componentes físicos conectados o relacionados

de tal manera que formen una unidad completa o que puedan actuar como tal; en otras palabras, Un sistema es una combinación de componentes que actúan conjuntamente, con un determinado objetivo a cumplir. (Escalona & Pozo, 2017).

2.16 Variables a controlar

a) Temperatura

De acuerdo a UCAR (2001) es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia, la temperatura es independiente del número de partículas en un objeto y, por ende, es independiente de su tamaño. El calor es posible en los cuerpos dado el movimiento de los átomos y moléculas que les componen.

b) Sensores para medir temperatura

Algunos de los fenómenos que son influidos por la temperatura y que se emplean para medirla son, (Creus, 2011: 235):

- Variaciones en volumen o en estado de los cuerpos.
- Variación de resistencia de un conductor.
- Variación de resistencia de un semiconductor.
- F.E.M creada en la unión de dos metales distintos.
- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo.

Acorde a lo anterior, algunos sensores para medir temperatura son:

- Termómetro de vidrio.
- Termómetro bimetalico.
- Termómetro de bulbo y capilar.
- Termómetros de resistencia.
- Termistores (semiconductores).
- Termopares.
- Pirómetros de radiación total.
- Pirómetro óptico de desaparición de filamento.
- Pirómetro de infrarrojo.
- Pirómetro fotoeléctrico.

- Pirómetro de dos colores.

c) Visualización de la temperatura del agua mediante una LCD

En el proceso de diseño para poder controlar y visualizar la temperatura del agua colocamos dos elementos un sensor de temperatura DS18B20 el cual censa la temperatura en el interior del recipiente del agua, una vez enviada la señal al Arduino mega, mediante su programación esta la podemos visualizar mediante una LCD colocada en la cafetera tanto en grados centígrados y fahrenheit, aproximadamente cada 1000 milisegundos va realizar lecturas constantes del estado del agua, esto nos va ayudar a controlar la temperatura del agua ya que para el proceso de un a café expreso requiere estar a 90° C aproximadamente, dado la altura de la ciudad donde nos encontramos aproximadamente a 2700 m sobre el nivel del mar la temperatura máxima alcanzar va ser entre 60° C a 75° necesarios para el procesamiento del café

2.17. Velocidad

De acuerdo con Fernández (2018) el concepto de velocidad está asociado al cambio de posición de un cuerpo a lo largo del tiempo, esta posición puede ser tanto lineal como angular, acorde al tipo de movimiento tendremos entonces: a) velocidad lineal y b) velocidad rotacional. Se trata de una magnitud vectorial, que como tal posee un módulo y una dirección.

En el presente trabajo la velocidad de los motores nos permitirá tener el dispensado adecuado de los solubles del café, azúcar y agua, para posicionar los motores.

a) Sensores para medir velocidad lineal y angular.

Algunos sensores utilizados para medir velocidad lineal son:

- Tacómetro óptico digital: emplea el efecto estroboscópico.
- Sensor Doppler: utiliza el efecto Doppler de un objeto en movimiento tomando como referencia otra superficie. Por el efecto Doppler a medida que el objeto se aleje el tiempo de retorno de la señal se hará mayor.
- LVDT: transformador diferencial de variación lineal; la variación en la tensión del secundario es proporcional al movimiento del núcleo magnético móvil, unido mecánicamente al objeto del cual se desea conocer la velocidad.

Algunos sensores utilizados para medir velocidad rotacional son, (Aficionados a la mecánica, 2014):

- Sensores inductivos: consta de una bobina fija, pieza de hierro dulce e imán permanente.
- Sensores magnetostáticas: entre los principales tenemos barreras Hall y sensores de gradiente.
- Giroscopio: permite medir velocidades absolutas de convolución. (Pulgarín, 2013).

Además de los anteriores también se utilizan los encoders, los principales en este tipo son:

- Encoder óptico: está compuesto por una fuente emisora de luz, un disco giratorio y un detector de luz (foto detector). El disco se monta en el eje y posee secciones opacas y transparentes. Produce como salida una señal tipo tren de pulsos.
- Encoder lineal: cuenta con escala graduada para determinar la posición, estos pueden ser absolutos o incrementales. La posición de la escala se convierte en una señal digital.
- Encoder absoluto: posee un código único para cada posición angular.
- Encoder incremental: se trata de un encoder óptico el cual determina el ángulo de posición basado en cuentas incrementales.
- Encoder de cuadratura: es un tipo de encoder rotativo incremental, puede indicar posición, dirección y velocidad. (CLR, 2017)

2.18 Nivel

El nivel hace referencia a la altura alcanzada por determinado objeto respecto de una referencia, como instrumento de nivel se entiende a aquel que comprueba la diferencia o igualdad de altura entre dos puntos (Real Academia Española, 2018).

De acuerdo con Creus (2011), la medición del nivel es muy importante a nivel industrial, un transmisor inteligente de nivel debe ser capaz de realizar una interpretación real del nivel, esto es: compensar influencias de espumas y olas generadas por agitadores. Además, debe ser de fácil calibración en cualquier punto de la línea de transmisión. Los instrumentos de nivel se pueden clasificar en dos grandes tipos: medidores de nivel de líquidos y de sólidos. Por la aplicación actual se hará énfasis en los medidores de nivel de líquidos.

a) Medidores de nivel de líquidos

Los instrumentos que miden el nivel, utilizando la presión hidrostática, son:

- Medidor manométrico.
- Medidor de tipo burbujeo.
- Medidor de presión diferencial de diafragma.

Instrumentos que utilizan las características eléctricas del líquido son:

- Medidor resistivo / conductivo.
- Medidor capacitivo.
- Medidor ultrasónico.
- Medidor de radar o microondas.
- Medidor de radiación.
- Medidor de láser.

También pueden basarse en otros fenómenos, como, por ejemplo:

- Medidor óptico: mediante transmisión, reflexión o refracción de la luz visible, infrarroja o láser. Se basa en el principio de diferencia de índices de refracción entre el líquido y el gas o vapor que se encuentre en su superficie.
- Vibratorio.
- Detector de nivel térmico o de dispersión térmica. (Creus, 2011: 195)

2.19 Posición (presencia)

De acuerdo con Fernández (2018) la posición es el lugar del espacio en el que se localiza un cuerpo para un instante de tiempo dato.

Según Celera motion (2018) algunos de los sensores utilizados para la medición de posición son:

- Potenciómetros: la posición es proporcional a la tensión de salida.
- Sensores ópticos: son los encoders, la teoría referente a los mismos se trató para la variable *velocidad* por tanto no se profundiza respecto a los mismos en esta sección. Para la medición de posición se emplean los encoders rotatorios.
- Sensores magnéticos: en base al efecto Hall.

- Sensor magneto restrictivo: emplea el efecto de magneto estricción, en el cual un pulso de energía circula longitudinalmente por el material al acercarle un imán.
- Sensores capacitivos: mide la separación de las placas del capacitor, las mismas se unen mecánicamente al objeto de medición.
- Sensor inductivo: son los LVDT antes descritos en la sección *velocidad*.
- Sensores inductivos de nueva generación o encoders: tienen el mismo principio de operación que los sensores inductivos tradicionales, pero en lugar de utilizar bobinas voluminosas los inductores se encuentran en circuitos impresos sobre substratos flexibles o rígidos.

De acuerdo con Mayné (2018) otra forma de medir posición es mediante el uso de sensores ópticos del tipo foto interruptores de barrera, los mismos están formados por un emisor de infrarrojos (LED infrarrojo) y un receptor (fototransistor), la salida de este sensor es digital e indica la presencia, o no, de un objeto entre el emisor y el receptor. (p. 38).

2.20 Acondicionamiento de las señales

De acuerdo a Ashlock & Waren (2015), la mayoría de las señales requieren de cierta preparación previo al proceso de digitalización para ingresar en las DAQ. A continuación, se mencionan algunos de los acondicionamientos más importantes:

2.20.1 Amplificación

Esta etapa incrementa el nivel de tensión para lograr una mejor adaptación al rango del convertidor analógico-digital (ADC), con ello se consigue incrementar la resolución de la medida y la sensibilidad.

2.20.2 Atenuación

Es lo contrario de la amplificación, debe emplearse cuando las tensiones a digitalizarse están fuera del rango del ADC, entonces; se reduce la amplitud de la señal de entrada (modifica el nivel de la señal) para que la señal acondicionada quede dentro del rango de tensión del ADC, se utiliza cuando la señal original tiene una amplitud mayor a 10 V.

2.20.3 Filtrado

Esta etapa se utiliza para rechazar los ruidos en un determinado rango de frecuencias. De forma general el más empleado es un filtro paso bajo, utilizado para reducir el ruido generado por la red eléctrica, 50/60 Hz, también permiten reducir el “aliasing”.

De acuerdo con Olshausen (2000: 3)) el fenómeno de aliasing sucede cuando la frecuencia de muestreo es inferior a la frecuencia de la señal a muestra, un factor determinante para evitar el aliasing es que el muestreo supere la frecuencia de Nyquist (f_c) de la señal muestreada. El teorema de Nyquist establece que: “la frecuencia de muestreo debe ser por lo menos del doble de la frecuencia más alta contenida en la señal”, esto expresado matemáticamente conlleva:

$$f_{sampling} \geq 2 \cdot f_c$$

Los filtros anti-aliasing son del tipo paso-bajo.

2.20.4 Aislamiento

Las señales de tensión que se encuentran fuera del rango del digitalizador pueden dañar al sistema, por este motivo se deben separar las señales de alta tensión de las señales de baja tensión, usualmente se utiliza en conjunto con la atenuación para proteger al sistema y al usuario de tensiones peligrosas y picos de tensión. El aislamiento es necesario cuando el sensor está en un plano de tierra diferente del sensor de medida.

2.20.5 Excitación

Se refiere a la alimentación externa que requiere el sensor para realizar su función, algunos ejemplos de sensores que requieren de excitación son: a) galgas extensión métrica, b) acelerómetros, c) termistores y d) RTDs. Usualmente esta etapa del acondicionamiento viene acompañada por otras etapas.

2.20.6 Linealización

Es necesaria cuando el sensor produce señales de tensión que no están relacionadas con las medidas físicas. Linealizar es un proceso de interpretación de la señal del sensor, puede

implementarse mediante el acondicionamiento de la señal o mediante software. Un clásico ejemplo de un sensor que requiere linealización es el termopar.

2.20.7 Compensación de la unión fría

Se emplea este acondicionamiento para obtener medidas más precisas del termopar.

Es importante recordar que el termopar mide la temperatura como la diferencia de tensión entre dos metales diferentes. La CJC genera otra tensión en la conexión entre el termopar y el terminal de un dispositivo de adquisición de datos; Con esto se consigue mejorar la precisión de la medida al dar la temperatura de dicha unión para aplicar la corrección apropiada.

2.20.8 Terminación del puente

Este acondicionamiento hace referencia al puente de Wheastone. Las resistencias de terminación del puente ofrecen una referencia de tensión para la detección de pequeños cambios de tensión mediante el sensor o sensores activos.

2.20.9 Método de muestreo

Se trata de la multiplexación, la misma se encarga de enrutar secuencialmente una serie de señales a un solo digitalizador, permitiendo así ampliar el número de señales que puedan ingresar al sistema. Pero puede resultar crítico la medida de dos o más señales en el mismo instante de tiempo, para ello se recomienda el muestreo simultáneo.

Ashlock & Warren, (2015: 4) nos proporcionan la siguiente tabla para los tipos de acondicionamiento más usuales según el sensor empleado:

2.20.10 Adquisición de datos

Acorde a (National Instruments, 2018), la adquisición de datos es un proceso que permite medir mediante el uso de una PC un fenómeno físico como puede ser: tensión, corriente, temperatura, presión o sonido. El sistema de adquisición de datos, también conocido como DAQ consiste en: a) sensores, b) *hardware* de medidas DAQ, c) PC con *software* programable. En comparación con los sistemas tradicionales de adquisición de datos, la adquisición de datos basada en PC proporciona una solución de medidas más potente, flexible y rentable. En la figura podemos observar las partes de un sistema DAQ:



Figura. 2. 2. Partes de un sistema DAQ. Fuente: National Instruments. (2018). ¿Qué es adquisición de datos?

Obtenido de <https://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>

La DAQ es una interfaz entre la PC y las señales del mundo exterior. Su función principal es digitalizar las señales analógicas para que la PC pueda interpretarlas. Posee tres componentes clave: a) Circuito de acondicionamiento de señales, b) convertidor analógico digital (ADC) y c) bus de PC. Algunas funciones adicionales de las DAQ son: convertidores digitales-analógicos (DAC), líneas de E/S digitales y contadores/temporizadores los cuales generan pulsos digitales. Un ejemplo de tarjeta de adquisición de datos es Arduino Mega 2560.

2.21 Comunicación inalámbrica

Actualmente, estamos inmersos en la que se denomina revolución tecnológica de las comunicaciones inalámbricas, una revolución similar a la que protagonizaron en su momento la electricidad, la televisión, el ordenador o las mismas comunicaciones con cable. La comunicación inalámbrica es aquella en la que ni el emisor ni el receptor se encuentran unidos de manera física y se comunican mediante el uso de ondas electromagnéticas. En un sentido amplio y general, entendemos por comunicaciones inalámbricas aquellas entre dispositivos (móviles o no) o entre personas que intercambian información utilizando el espectro electromagnético. (Blázquez, 2011).

La comunicación inalámbrica, según una publicación en la rama de la técnica industrial de España, supuso un gran salto tanto cuantitativo como cualitativo en la gestión de la información, permitiendo el acceso e intercambio de la misma de forma remota, sin necesidad de una

conexión física vía cable. Tradicionalmente, la comunicación inalámbrica se realizaba vía radio operando en diversas bandas de frecuencias o bien a través de dispositivos de comunicación basados en infrarrojos (Outeiriño, Fernández, Roldán & Peyrona, 2004)

Las comunicaciones inalámbricas se basan en ondas de radio que permiten movilidad y flexibilidad a diferencia de las comunicaciones por cableado. Por otro lado, no son tan rápidas (las inalámbricas tienen una velocidad de transmisión de 108 Mbps mientras que por cable va a 1 Gbps) pero sí son compatibles las unas con las otras a la hora de combinarlas. Hay tres tipos de ondas que usamos para establecer dichas comunicaciones: las infrarrojas, las microondas, y las de radio.

2.22 Señales RF

El concepto de radiofrecuencia RF se emplea para nombrar a las frecuencias del espectro electromagnético que se utilizan en las radiocomunicaciones. Para comprender esta noción, por lo tanto, es necesario tener ciertos conocimientos sobre este tema.

2.23 Arduino MEGA 2560

Algunas de las especificaciones técnicas de la tarjeta se mencionan en la tabla:

Tabla. 2. 4. Especificaciones técnicas de la tarjeta Arduino MEGA 2560

CARACTERÍSTICAS	
Microcontrolador	Atmega2560
Voltaje de operación	5V
Voltaje de alimentación (recomendado)	7-12V
Límites de voltaje de alimentación	6-20V
Pins de I/O digitales	54 (14 para salida PWM)
Pins de entrada analógica	16
Corriente DC por Pins I/O	40Ma
Corriente DC para el Pin de 3.3 V	50Ma

Memoria Flash	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHZ

Nota. Fuente: Arduino. (s.f.). Arduino mega 2560. Obtenido de <http://www.mantech.co.za/datasheets/products/A000047.pdf>

Tabla. 2. 5. Datos técnicos del microcontrolador ATmega2560

DATOS TÉCNICOS	
Resolución del conversor ADC de 8/16 canales	10 bit
Contadores / temporizadores de 8 bits	2
Contadores / temporizadores de 16 bits	4
Contador en tiempo real con oscilador separado	
Canales PWM de 8 bit	4
De 6 a 12 canales PWM con resolución programable	2 a 16 bits
Velocidad del reloj	16 MHz @ 4.5 V – 5.5 V

Nota. Fuente Atmel. (2014). Aatmega640/v-1280/v-1281/v-2560/v-2561/v. Obtenido de http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf

A continuación, se procederá a calcular la resolución de voltaje para la tarjeta Arduino MEGA 2560, para ello se empleará la fórmula de LSB dada por (Nacional Instruments, 2016, pág10)

$$LSB = \frac{Rangonominal}{2^{ADCResolución}} (V)$$

$$LSB = \frac{5(V)}{2^{10Bits}} = 4.883mV$$

Por tanto, el rango de tensiones que el convertidor analógico digital (ADC) de la tarjeta Arduino MEGA 2560 es capaz de manejar va desde 4.883 mV hasta 4.999 V.

La PC con software programable es la encargada de controlar la operación de la DAQ, sus funciones principales son: a) procesar, b) visualizar y c) almacenar los datos de medida. Principalmente tiene dos componentes: a) Software controlador: permite la interacción con la DAQ, generalmente posee interfaz de programación de aplicaciones (API) y b) Software de aplicación: facilita la comunicación entre la PC y el usuario para: adquirir, analizar y presentar los datos de las medidas, este puede ser una HMI.

2.24 HMI (Human Machine Interface)

Según (Wonderware, 2018), la interfaz hombre-máquina o HMI es el interfaz entre el proceso y el operario; Básicamente es un panel de instrumentos del operario, permite coordinar y controlar procesos industriales y de fabricación. La función principal del HMI es traducir variables de procesos complejos en información útil y procesable, para ello muestra información en tiempo real. Un claro ejemplo de Software que permite el diseño de HMI es LabVIEW®.

2.25 Metodología

El presente proyecto de aplicación y desarrollo acerca del Diseño y construcción de una máquina de café con asistencia virtual controlada por IoT, permitirá determinar si es factible implementar el sistema en máquinas expendedora del café y sus varias combinaciones

La presente investigación utilizará el análisis deductivo, con método cuantitativo, porque la información que se reciba para su análisis nos indicará la factibilidad del proyecto que se propone.

Con este tipo de metodología se considera especialmente el interés de la población que toma café, obteniendo beneficios en su rutina diaria como practicidad y modernización, al construir una máquina.

2.25.1 Tipo de estudio

Se utilizó el enfoque metodológico experimental.

El proyecto se desarrolló en la ciudad de Quito, durante varias horas de acuerdo con la disponibilidad de tiempo, y la información fue recopilada y datada para ver los avances y funcionalidad.

Las fases del proyecto fueron: diseño, armado, ensamblaje y funcionamiento de la máquina de café hasta encontrarse lista para su óptimo funcionamiento.

El proyecto se realizó durante varios días, en un periodo de 2 meses, en horas de la mañana y tarde.

Las variables van relacionadas con todo lo que pueda modificar la implementación y puesta en marcha del proyecto.

- El talento humano
- El funcionamiento de las piezas
- El factor económico.

CAPITULO 3

INSTRUMENTOS

3.1 Equipos y materiales

a) Velocidad

Motor DC.

Como actuador se tiene un motor DC, que es el que me va a ayudar a realizar la mezcla del agua con el café, previo a ser vertido en el vaso. Las características del motor son:



Figura. 3. 1. Motor CT12120-36ZY. Fuente: Sinbadmotor (2020) Catálogo. Obtenido de http://en.sinbadmotor.com/?gclid=EAIaIQobChMI2Lff6Ziq6wIV24FaBR3c_QvvEAAYASAAEgJDJfD_BwE

Tabla. 3. 1. Características del motor CT12120-36ZY

TIPO DE ALIMENTACIÓN	DC
Tensión	24 V
Velocidad	8800 rpm
Torque	84 g/cm

Nota. Fuente: Portescap. (2008). Gearhead motors. Obtenido de <http://www.gmsi.co.kr/semicon2011/PS%20Full%20Product%20Catalog%20v2008web.pdf>

b) Temperatura

Resistencia eléctrica (niquelina)

Como actuador se tiene una niquelina para calentar el agua hasta los 85° C.

El material de la resistencia es de cobre y la medición se realizó por la ley de ohm.

Así para llegar a estos parámetros se requiere una niquelina que soporte las condiciones que se presentan en el proceso de calentamiento de agua en la cafetera, así:



Figura. 3. 2. Resistencia eléctrica (niquelina). Fuente: Autoría propia

Tabla. 3. 2. Características de la resistencia

MAGNITUD	VALOR
Potencia	1000 W
Voltaje	110/220 V
Resistencia Nominal	7-7,5 ohmios
Longitud	90 mm
Ancho	52 mm

Nota. Fuente: Hostelmark (2020). Resistencia cafetera Mini Moka 1000W. Obtenido de www.hostelmark.com/es/resistencias-cafetera/8795-resistencia-cafetera-mini-moka-1000w.html

c) Calculo para resistencia eléctrica

Potencia necesaria de la resistencia

$$P = \frac{V^2}{R} (W)$$
$$P = \frac{14400}{6} (W)$$

$$P = 2400 W$$

Intensidad máxima de la resistencia

$$I = \frac{V}{R} (A)$$

$$I = \frac{120}{6} (A)$$

$$I = 20 A$$

Resistencia en Ohmios

$$R = \frac{V}{I} (Ohm)$$

$$R = \frac{120V}{20A} (Ohm)$$

$$R = 6 \text{ ohm}$$

d) Sensor de temperatura DS18B2



Figura. 3. 3. Sensor de temperatura.

Fuente: Naylampmechatronics

(2020) All blogs news. Obtenido de

[https://naylampmechatronics.com/b](https://naylampmechatronics.com/blog/46_Tutorial-sensor-de-temperatura-DS18B20.html)

log/46_Tutorial-sensor-de-

temperatura-DS18B20.html

Tabla. 3. 3. Sensor de temperatura DS18B20

CARACTERÍSTICAS	
Voltaje de alimentación	5VDC
Rango de temperatura	-55 a 125 °C
Interfaz	1-Wire
Precisión	0.5°C
Tiempo de captura	Inferior a 750ms

Nota. Fuente: Maximintegrated (2020) DS18B20.19-7487; Rev 6; 7/19. Obtenido de

<https://datasheetspdf.com/pdf-file/1447575/MaximIntegrated/DS18B20/1>

e) Pantalla LCD 16X2



**Figura. 3. 4. LCD 16X2. Fuente: Fuente: Geek Factory (2017).
Pantalla LCD de 16x2, Display de 16x2, LCD de 16x2.
Obtenido de www.winstar.com.tw**

Tabla. 3 .4. Modelo pantalla LCD 16X2

CARACTERÍSTICAS	
Voltaje de alimentación	5VDC
Material	Plástico y metal
Dimensión	65.4 x 28.2 mm
Área	54.8 x 19.0 mm
Tamaño de carácter	2.67 x 5.57 mm

Nota. Fuente: Geek Factory (2017). Pantalla LCD de 16x2, Display de 16x2, LCD de 16x2. Obtenido de www.winstar.com.tw

f) Módulo relé 4 canales

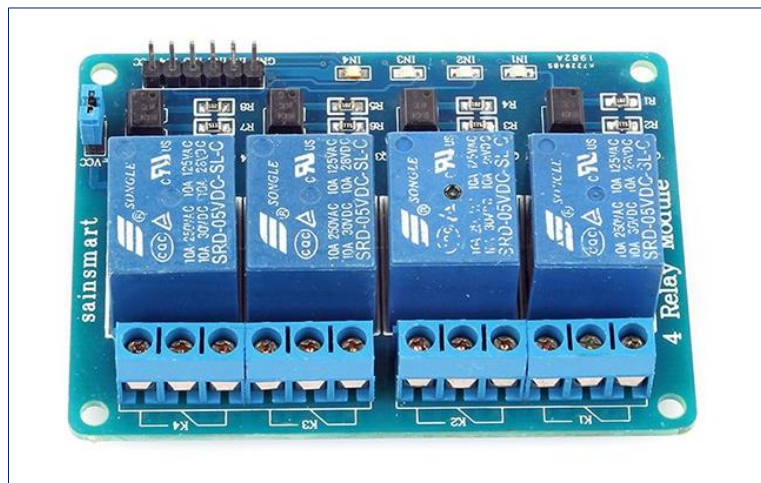


Figura. 3. 5. Módulo relé 4 canales. Fuente: Avelectronics (2020).

Módulo Relé 4 Canales. Obtenido de

<https://avelectronics.cc/producto/modulo-rele-4-canales/>

Tabla. 3. 5. Módulo relé de 4 canales

CARACTERÍSTICAS	
Voltaje de operación	5VDC
Señal de control	TTL (3.3V o 5V)
Numero de Relay	4 Canales
Capacidad máxima	10A/250VAC, 10 ^a /30VDC
Corriente máxima	10A(NO), 5A(NC)
Tiempo de acción	10ms / 5ms
Indicador de activación	led

Nota. Fuente: Avelectronics (2020). Módulo Relé 4 Canales. Obtenido de

<https://avelectronics.cc/producto/modulo-rele-4-canales/>

g) Nivel y paso de caudal o paso



Figura. 3. 6. Motor Bomba de Agua. Fuente: Autoría propia

Tabla. 3. 6. Características del nivel de paso

CARACTERÍSTICAS	
Voltaje de alimentación	24VDC
Material	Plástico y metal
Diámetro externo de la alimentación	3/4"
Presión	20.8 KPa
Modo de operación	Normalmente cerrada

Nota. Fuente: RAMBAL (2020). Bomba Diafragma Fluidos 6W 6-12V DC R385-PLUS. Obtenido de <https://rambal.com/bomba-valvula-solenoid/694-bomba-de-diafragma-6-12v-dc-r385.html>

h) Fuente Alimentación 24/12V DC



Figura. 3. 7. Fuente de poder 24/12V DC. Fuente:
Naylampmechatronics (2020) All blogs news. Obtenido
de https://naylampmechatronics.com/blog/46_Tutorial-sensor-de-temperatura-DS18B20.html

Tabla. 3. 7. Fuente de poder 24/12V DC

CARACTERÍSTICAS

- a) Convierte el voltaje de CA a 24 V CC. Indicador LED.
 - b) La salida de corriente de 10 amperios, 240 vatios de potencia. Eficiencia más de 80%.
 - c) El voltaje de entrada de 110V / 230V se selecciona mediante un interruptor.
 - d) Ampliamente utilizado en la automatización industrial, la exhibición de LED, comunicaciones, pasos del CNC, etc.
-

Nota. Fuente: DMU Energy (2020). Fuente de poder 24/12V DC. Obtenido de <http://dmu.cl/fuentes-de-poder/fuentes-de-poder-24/12vdc>

i) Motor Reductor



Figura. 3. 8. Motor reductor utilizado para mover el tornillo. Fuente: Askix (2020) Mejor montaje para el motorreductor principal en Jura Coffeemachines [mod]. Obtenido de <https://www.askix.com/mejor-montaje-para-el-motorreductor-principal-en-jura-coffeemachines-mod.html>

Tabla. 3. 8. Característica del motor reductor

ESPECIFICACIONES	
• Velocidad: vacío: 152 rpm	• Voltaje: 12 V
• Velocidad máximo rendimiento: 131 rpm	• Corriente vacío: 0,17 A
• Par máximo rendimiento: 0,4 N·m	• Corriente máximo rendimiento: 1,2 A
• Par bloqueo: 2,5 N·m	• Corriente Bloqueo: 7,4 A

Nota. Fuente: Askix (2020) Mejor montaje para el motorreductor principal en Jura Coffeemachines [mod]. Obtenido de <https://www.askix.com/mejor-montaje-para-el-motorreductor-principal-en-jura-coffeemachines-mod.html>

Tabla. 3. 9. Valores medidos de los motores a utilizar

COMPONENTE	VOLTAJE UTILIZADO	VOLTAJE MEDIDO	% ERROR
Motor de agua	12v	11,95v	(+/-) 5
Motor batidor	12v	11,80v	(+/-) 5
Encoder mezclador para azúcar	24v	23,75v	(+/-) 5
Encoder mezclador para café	24v	23,45v	(+/-) 5

Nota. Fuente: Autoría propia

3.2 Característica de la máquina

El motor acoplado con el encoder se encontrará dentro de la carcasa en el lado frontal

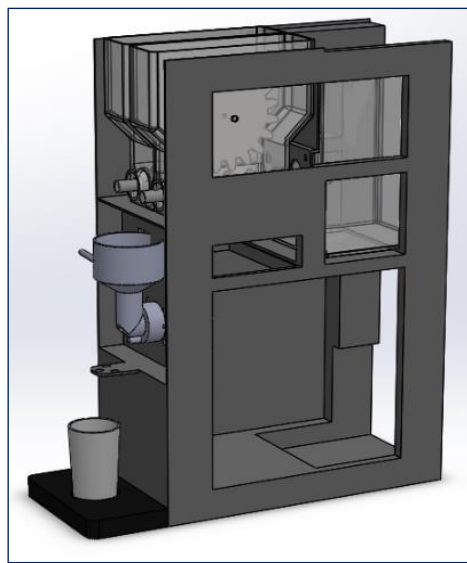


Figura. 3. 9. Ubicación en máquina del motor CT12120-36ZY. Fuente: Autoría propia.

El diseño de la cafetera automática debe guardar las especificaciones mecánicas apropiadas para brindar la seguridad en el desarrollo de los diversos procesos que la máquina encierra, así en la figura se puede ver una vista isométrica de la estructura principal de la cafetera que será fabricada en chapa metálica su carcasa. En la parte superior están alojados en su frente los contenedores de azúcar y café que tendremos en la cafetera, en la parte media se ve las salidas de azúcar y café que concurren al contenedor mezclador donde los polvos se mezclarán con el agua para su próxima dispensa de café en el vaso ubicado en la parte inferior. En la parte posterior está ubicado el vaso aislado de calentamiento de agua.

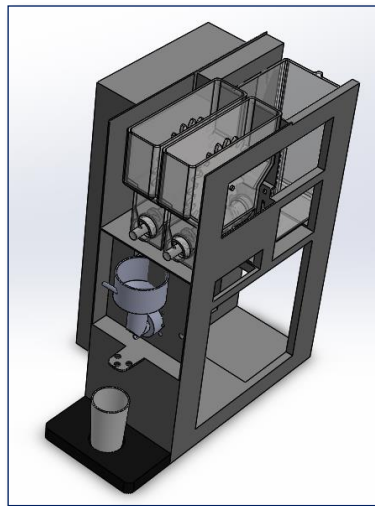


Figura. 3. 10. Vista aérea cafetera.

Fuente: Autoría propia

En el gráfico siguiente se puede ver adicional a lo antes descrito una alacena de almacenamiento de café y azúcar.

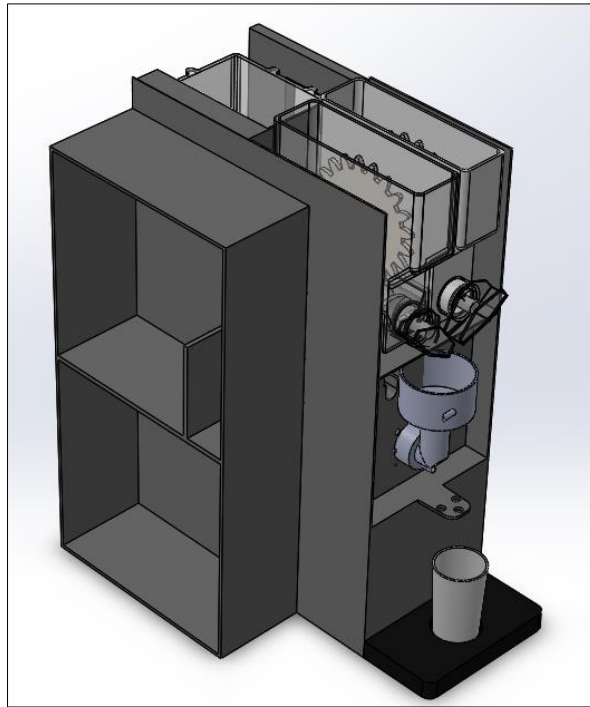


Figura. 3. 11. Vista lateral cafetera.

Fuente: Autoría propia

Este es el gráfico isométrico del vaso térmico donde se realizará el proceso de llenado y calentamiento de agua. Tiene un volumen de llenado aproximado de 1500 cm³.

a) Tanque de agua.

Almacena el agua y en su interior se encuentra sumergida la niquelina, que va a calentar el agua a 90°C. Está diseñada para que la niquelina encaje correctamente.

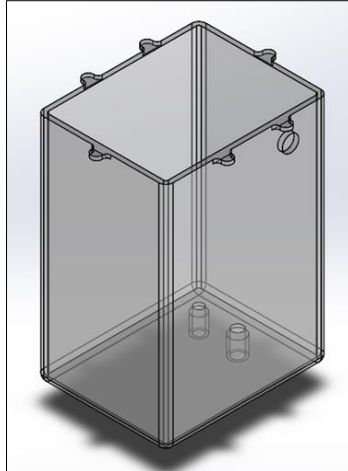


Figura. 3. 12. Reservorio de agua.

Fuente: Autoría propia

b) Envase para polvos

El envase está diseñado para almacenar los polvos, y acoger al mecanismo de dosificación de polvos. Están hechos de plástico que se acoplan directamente dentro de la estructura.

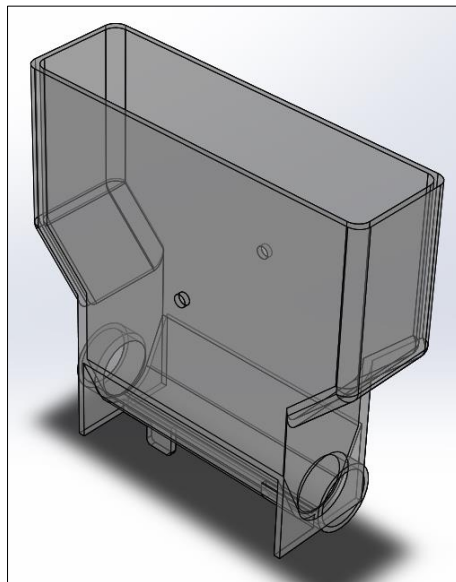


Figura. 3. 13. Envase para solubles.

Fuente: Autoría propia

c) Envase con mecanismo engrane-tornillo sin fin.

Dentro del envase irán almacenados los polvos para su dosificación, esta se realizará gracias al mecanismo de engrane – tornillo sin fin, que dosificará de acuerdo con el número de vueltas del tornillo sin fin.

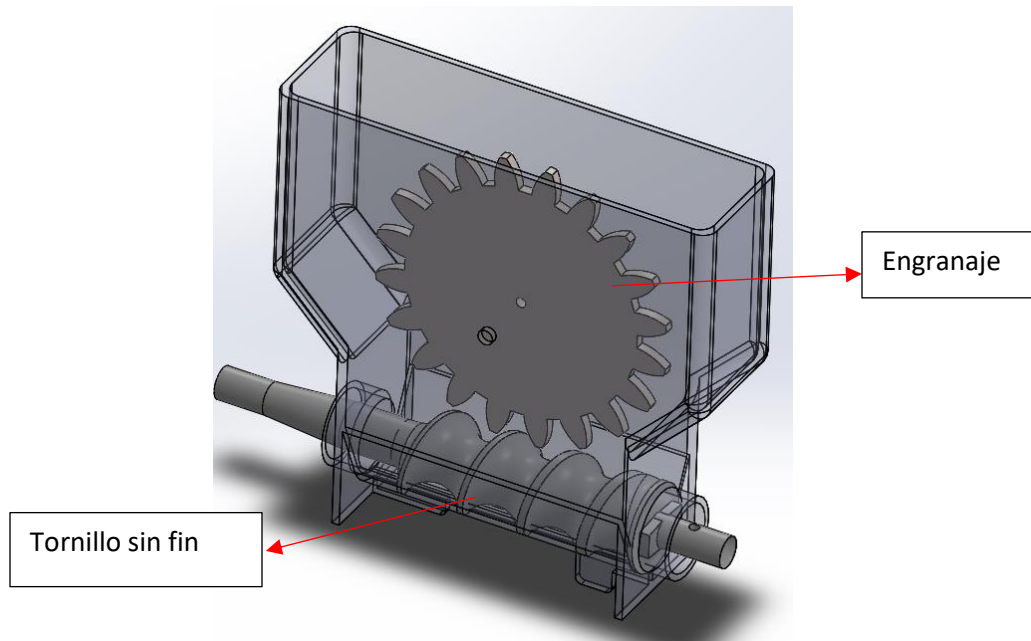


Figura. 3. 14. Tornillo sin fin más engranaje. Fuente: Autoría propia

3.3 Diagrama de proceso

a) Diagrama de proceso para su funcionamiento

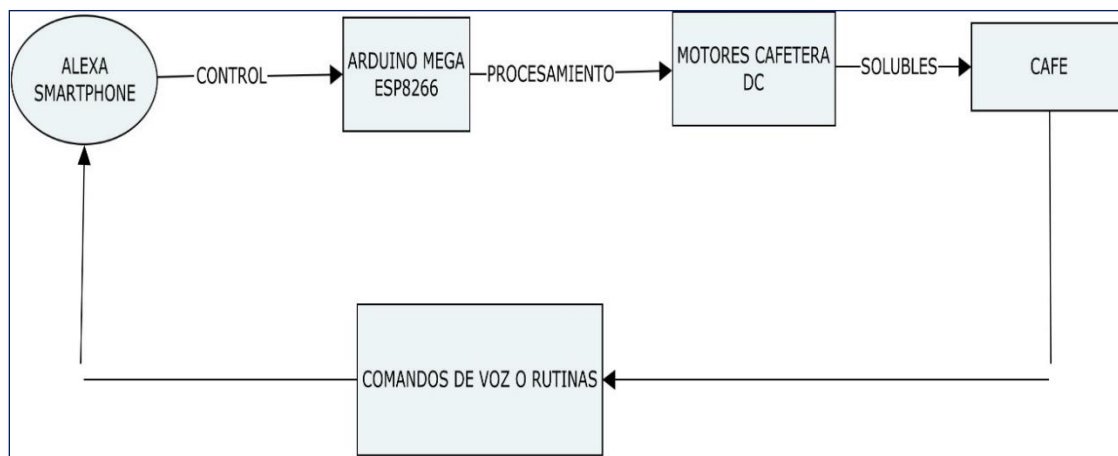


Figura. 3. 153. Procesos de funcionamiento. Fuente: Autoría propia.

b) Comunicación con DAQ; Arduino MEGA 2560

Lectura de entrada analógica

Para leer el valor de tensión en la entrada analógica del Arduino, utilizamos el bloque Analog Read y colocamos un control para selección de entrada analógica (0, 15), los bloques correspondientes a este proceso son:

Etapas de procesamiento de señal analógica

Corresponde a las operaciones aritméticas que se realizan con la señal obtenida del sensor para que el usuario pueda interpretar los valores medidos, en este caso se trata de convertir la tensión medida.

Presentación de datos al usuario

Una vez procesada la señal y transformada a variables que el usuario pueda interpretar, se presentan ante dicho usuario las mediciones, para ello se recurren a bloques como: a) botones booleanos, b) Indicadores como barras deslizables y medidores analógicos.

Como se empleó el internet de las cosas en la Cafetera

(IoT) Internet de las Cosas se basa a un amplio número de cosas entre estos equipos o la cafetera que se conectan a internet para partir datos o información, los equipos conectados a internet utilizan sensores para reunir datos y en algunos casos realiza acciones con ellos. Las maquinas conectada a internet pueden mejorar nuestra forma de vivir, trabajar etc., algunos de los ejemplos actuales, reales del internet de las cosas ca en una casa inteligente que se adapta sistemas automatizados la calefacción, luces hasta una empresa inteligente que controlo, monitorea maquinas industriales para detectar problemas y luego se programa ajustes para evitar, corregir fallos.

El internet de las cosas funciona en la cafetera interactuando 4 motores DC conectados para la dispensación de café, azúcar, agua y uno como mezclador o batidor , estos esta entrelazados con un Arduino mega donde mediante programación controlo los motores en tiempo para conseguir las cantidad necesarias para la elaboración del café, y mediante el tarjeta ESP8266 programada para la comunicación vía wifi con Alexa, poder controlar la cafetera mediante comando de voz específicos previamente creada, una vez que tenemos la comunicación lista mediante una aplicación de Alexa se logra entrelazar y tener tanto control por voz, mensajes , enviar comandos, órdenes a la cafetera para que funcione de acuerdo a los parámetros establecidos . A continuación, se muestra el diagrama de proceso.

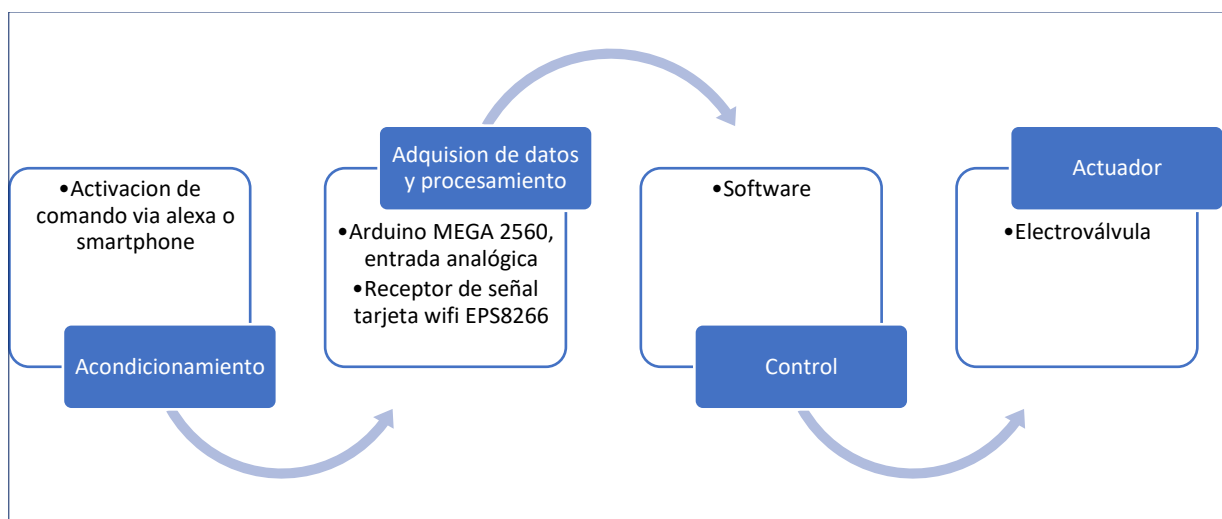


Figura. 3. 16. Diagrama de procesos. Fuente: Autoría propia

CAPITULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una de las partes importantes del proyecto fue cuando se pudo comprobar que el diseño de la cafetera funciona correctamente. De esta manera en este ítem se mencionan las pruebas realizadas a los componentes electrónicos utilizados y los resultados obtenidos de las mismas.

Las primeras pruebas que se hicieron fueron comprobar los motores de 12V y 24V de corriente continua. De esta manera y con ayuda del multímetro pudimos constatar el funcionamiento de estos, lo cual fue exitoso y alimentados a través de la fuente de 24V/12V de corriente continua VCC con los que trabajó correctamente.

La parte del calentamiento del agua fue realizado por una niquelina de 110V, 100W y controlada mediante un relé solido hasta alcanzar una temperatura ideal de 90°C.

Luego se verificó la comunicación entre la cafetera y Alexa mediante las tarjetas de control por wifi como la de mando de Arduino.

Una vez realizadas las pruebas se conectó la parte de potencia y control para verificar el funcionamiento.

4.1 Ciclo de trabajo

Una vez realizada la transmisión de datos, empieza el ciclo de trabajo.

Los comandos de voz seleccionados para su funcionamiento serán transmitidos mediante Alexa o a su vez a través del smartphone.

La cafetera está configurada para proporcionar niveles de agua, café y azúcar para un vaso de 7 onzas.

Al realizar la rutina de solicitud deberán reiniciarse los comandos de voz dados anteriormente y así poder comenzar una nueva solicitud de café.

Para poder medir la eficiencia de la cafetera se hicieron varias pruebas y se tomaron en cuenta, cuántos vasos de café y en cuánto tiempo las realizó. En la siguiente tabla se incluyen estos resultados.

Tabla. 4. 1. Cuadro de pruebas funcionamiento cafetera

No. PRUEBA	Descripción	Comando de voz para el agua	Comando de voz para el azúcar	Comando de voz para el café	Comando de voz para el batidor	FALLOS	CORRECTOS
1	Vaso 1	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
2	Vaso 2	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
3	Vaso 3	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
4	Vaso 4	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
5	Vaso 5	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
6	Vaso 6	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
7	Vaso 7	correcto	fallo	fallo	fallo	75%	25%
8	Vaso 8	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
9	Vaso 9	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
10	Vaso 10	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
11	Vaso 11	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
12	Vaso 12	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
13	Vaso 13	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
14	Vaso 14	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
15	Vaso 15	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
16	Vaso 16	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
17	Vaso 17	correcto	correcto	fallo	fallo	50%	50%
18	Vaso 18	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
19	Vaso 19	correcto	correcto	correcto	correcto	0%	100%
20	Vaso 20	correcto	correcto	correcto	fallo	25%	75%

Nota. Fuente: Autoría propia

Tabla. 4. 2. Resultado de efectividad de las pruebas

TOTALES	# PRUEBAS	% EFECTIVIDAD
Total P. Correctas	17	85%
Total P. Fallidas	3	15%
TOTAL PRUEBAS	20	100%

Nota. Fuente: Autoría propia

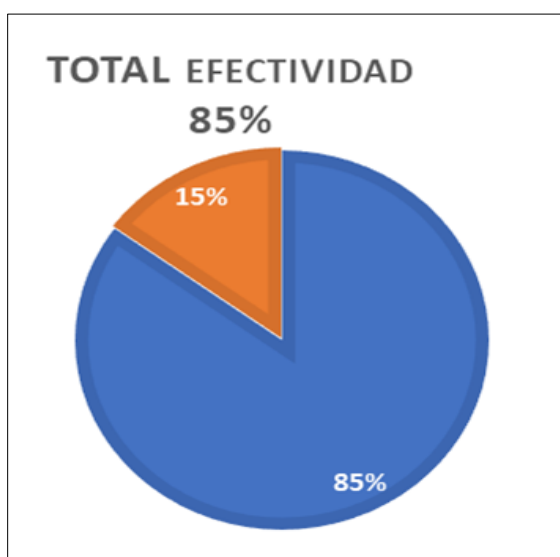


Figura. 4. 1. Resultado de Efectividad.
Fuente: Autoría propia

Después de haber llegado a estos resultados, se pueden obtener datos como la eficiencia y el promedio de tiempo del funcionamiento de la cafetera. En este paso, las pruebas realizadas tienen una eficiencia del 85 %, ya que, de un total de 20 vasos, se obtuvieron 17 vasos de café, realizando un promedio de 60 segundos por cada solicitud de pedido mediante el comando de VOZ.

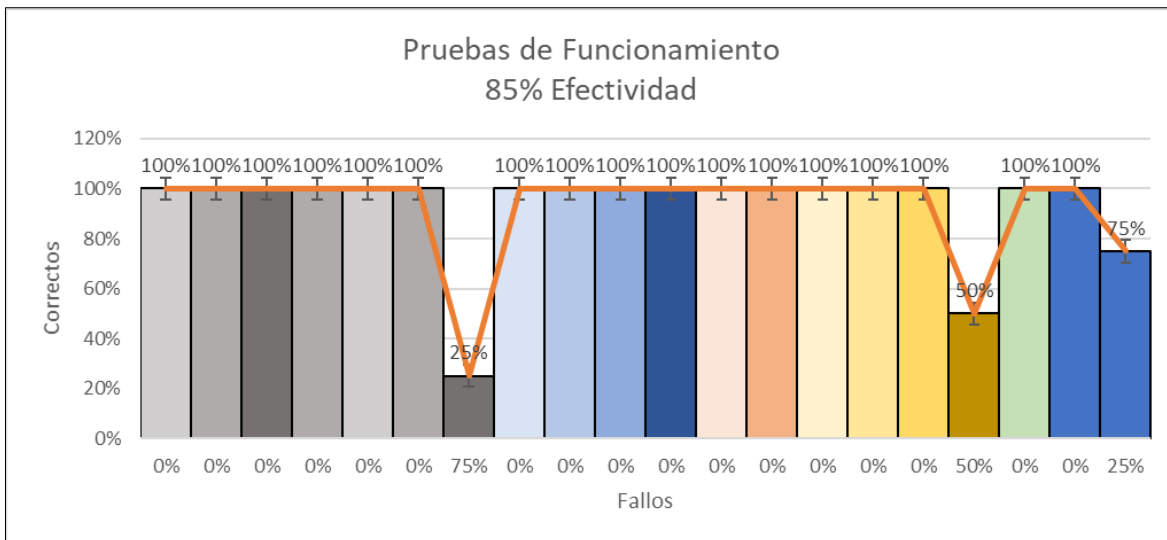


Figura. 4. 2. Histograma y polígono de frecuencia en pruebas cafetera. Fuente: Autoría propia

4.2 Tiempo estimado de elaboración.

Inicio: 02 de marzo del 2020

Tiempo aproximado: 120 días

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1					
2		INICIO PIC	3 días	lun 02/03/20	mié 04/03/20
3		IDENTIFICAR MATERIALES Y ELEMENTOS A USAR	10 días	mié 04/03/20	mar 17/03/20
4		REALIZAR EL DISEÑO MECANICO DE LA MAQUINA	9 días	jue 19/03/20	mar 31/03/20
5		CONSTRUIR INTEGRAMENTE LA PARTE MECANICA	16 días	mar 31/03/20	mar 21/04/20
6		DISEÑO DEL CONTROL	12 días	mar 21/04/20	mié 06/05/20
7		PROGRAMACION	20 días	mié 06/05/20	mar 02/06/20
8		CORREGIR ERRORES	6 días	mar 02/06/20	mar 09/06/20
9		DISEÑO APLICATIVO	7 días	mar 09/06/20	mié 17/06/20
10		COMUNICACIÓN ALEXA	4 días	mié 17/06/20	lun 22/06/20
11		PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	7 días	lun 22/06/20	mar 30/06/20
12		MAQUINA PROBADA	15 días	mar 30/06/20	lun 20/07/20

Figura. 4. 3. Cronograma del proyecto. Fuente: Autoría propia

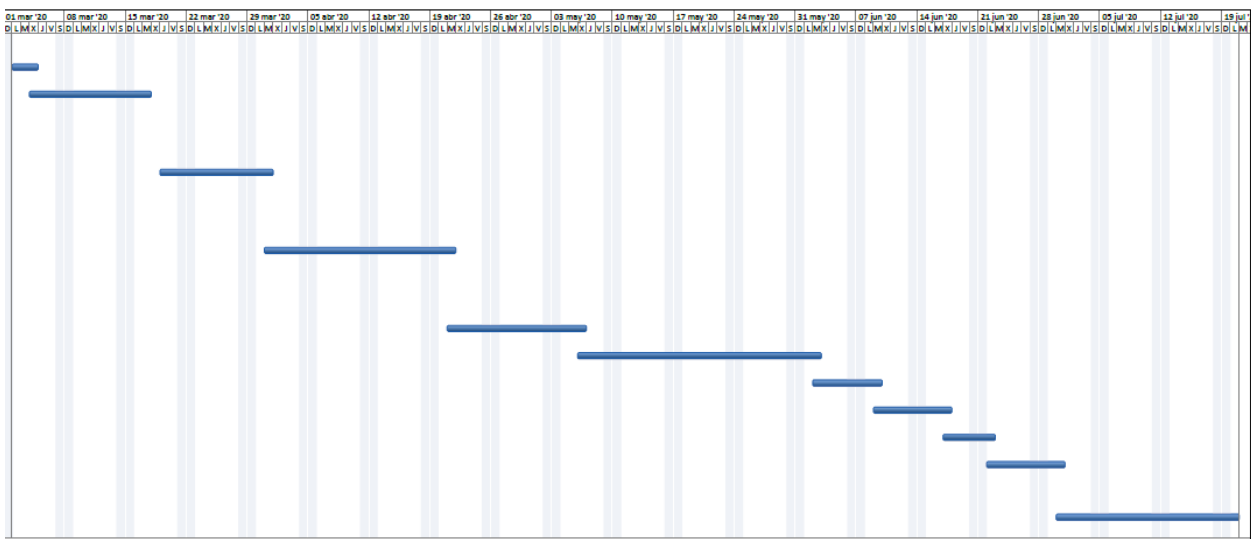


Figura4. 4. 4. Cronograma del proyecto. Fuente: Autoría propia

4.3 Presupuesto estimado

Tabla. 4. 3. Presupuesto

	Precio unitario (\$)	Cantidad (unidades)	Precio Total (\$)
Carcasa (adquisición y manufactura)	30	1	30
Tanque de agua	20	1	20
Tanques dosificadores	25	2	50
Motores 24VDC 5 amperios	15	2	30
Sensores (precio promedio)	5	1	5
Elementos electrónicos varios	25	1	25
Niquelina	20	1	20
Válvulas	20	2	40
Dispensa (café, azúcar, vasos, sorbetes)	20	1	20
Fuente 24 V	15	1	15
Arduino	15	1	15
Gastos varios	20	1	20
		SUMA TOTAL	\$ 290

Nota. Fuente: Autoría propia

CONCLUSIONES

- Se realizó con éxito el software para el control de la cafetera en C++ aplicado en el Arduino mega para su funcionamiento (fuentes, tarjetas, relés, resistencia sólida, sensor temperatura, LCD), con smartphone, controles por voz con Alexa. Se pudo dar utilidad a un equipo que por sus años de vida funcional y avances tecnológicos se dan de baja en el mercado de consumo. Se logró reciclar una parte de la máquina de café, la cual se aprovechó en su estructura y se añadió los motores para su funcionamiento.
- La construcción de la máquina de café se rediseño a partir del programa Solid Word 2018, los planos elaborados junto a las partes y piezas se ejecutaron en el ensamblaje físico lo que confirma que salió perfecto para su funcionamiento
- Se validó mediante pruebas de funcionamiento tanto de su parte mecánica, como de control tecnológico hasta alcanzar los estándares requeridos para el procesamiento y obtención de un café expreso.
- Se crearon las rutinas principales de operación con los programas para smartphone y se integraron a la máquina para la elaboración de un café expreso con sus respectivas características, integrando los componentes físicos, como son, café, agua, azúcar, todos unificados con la batidora
- Puedo concluir que el presente proyecto es viable y se adapta a las tecnologías IoT, muy aplicable a la máquina de café confirmando que la interacción es posible con la señal de internet.

RECOMENDACIONES

- La programación de las cosas nos da la capacidad de controlar los equipos básicos y comunes en el hogar (teléfono, radio, seguridad) a través de la domótica, por lo que abre la posibilidad que se implemente este sistema en nuestra área de estudio para dar más valor a nuestra carrera.
- La implementación de laboratorio y áreas adecuadas en las instituciones superiores sería ideal para el diseño de las partes mecánicas de los distintos proyectos, dando la facilidad a los estudiantes plasmar sus habilidades y llevar a la sociedad equipos modernos y competitivos.
- La creación de la máquina de café con su funcionamiento óptimo es un buen preámbulo para la creación de más cafeteras con este tipo de tecnología IoT.
- Al construir la cafetera se puede observar que se requiere optimar la automatización del sistema de agua, mejorar el aspecto físico e implementar el circuito impreso de control y potencia, o que se deja como sugerencia para un siguiente proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamo, F. (2018). *NI LabVIEW datalogging and supervisory control toolset per la didattica dei sistemi scada/hmi*. Obtenido de <http://sine.ni.com/cs/app/doc/p/id/cs-10478#prettyPhoto>
- Aficionados a la mecánica. (2014). *Sensores en el automóvil*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores2.htm>
- Arduino. (s.f.). *Arduino mega 2560*. Obtenido de <http://www.mantech.co.za/datasheets/products/A000047.pdf>
- Ashlock, D., & Warren, A. (2015). *Guía de acondicionamiento de señales para ingenieros*. Obtenido de ftp://ftp.ni.com/evaluation/signal_conditioning/23807_Engineer_s_guide_to_signal_conditioning_Spanish_localisation_HR.pdf
- Atmel. (2014). *Atmel atmega640/v-1280/v-1281/v-2560/v-2561/v*. Obtenido de http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf
- Botanical. (2018). *Propiedades del café*. Obtenido de <https://www.botanical-online.com/propiedadescafe.htm>
- Boylestad, R. (2009). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (décima ed.). México: Pearson educación.
- Celera motion. (2018). *Guía introductoria para sensores de posición*. Obtenido de <https://www.zettlex.com/es/articles/sensores-de-posicion/>
- CLR. (28 de 9 de 2017). *Tipos de encoders y aplicaciones en motores*. Obtenido de <https://clr.es/blog/es/tipos-de-encoders-aplicaciones-motores/>
- Creus, A. (2011). *Instrumentación industrial* (Octava ed.). México D.F.: Alfaomega.
- Dong, S. (s.f.). *Capítulo 6, instrumento virtual*. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/10676/Memòria_IV.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Dulhoste, J.-F. (s.f.). *Instrumentación*. Obtenido de http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index_archivos/Documentos/l1_Principios_basicos_de_instrumentacion.pdf
- el autentico cafe.es . (2020). Obtenido de <https://elautenticocafe.es>
- Fernández, J. (2018). *Concepto de velocidad*. Obtenido de <https://www.fiscalab.com/apartado/velocidad#contenidos>
- Fernández, J. (2018). *Posición*. Obtenido de <https://www.fiscalab.com/apartado/posicion#contenidos>
- Guimeran, P. (5 de 5 de 2018). *¿Qué es un sensor? tipos y diferencias*. Obtenido de <http://paolaguimerans.com/openeart/?p=1372>

International coffee organization. (2018). *Historia del café*. Obtenido de http://www.ico.org/ES/coffee_storyc.asp

Jfetronic. (23 de 8 de 2017). *Convertidor de frecuencia a voltaje lm331*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=xPgZxX5HtV0>

Llamas, L. (10 de 6 de 2016). *Hacer un encoder óptico con un optointerruptor y arduino*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/usar-un-optointerruptor-con-arduino/>

Mayné, J. (2018). *Sensores, acondicionadores y procesadores de señal*. Obtenido de <http://www.tecnologiaycultura.net/docs/Sensores.pdf>

National Instruments. (16 de 5 de 2016). *Ni myrio-1900*. Obtenido de <http://www.ni.com/pdf/manuals/376047c.pdf>

National Instruments. (2018). *¿Qué es adquisición de datos?* Obtenido de <https://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>

Olshausen, B. (10 de 10 de 2000). *Aliasing*. Obtenido de <http://www.rctn.org/bruno/npb261/aliasing.pdf>

Organization, International Coffee. (2019). *www.ico.org*. Obtenido de <http://www.ico.org>

Portescap. (2008). *Gearhead motors*. Obtenido de <http://www.gmsi.co.kr/semicon2011/PS%20Full%20Product%20Catalog%20v2008web.pdf>

Pulgarín, S. (24 de 10 de 2013). *Sensores de velocidad lineal*. Obtenido de https://prezi.com/78hr_szyttgh/sensores-de-velocidad-lineal/

Real Academia Española . (2018). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=AeYZ09V>

Real Academia Española. (2018). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=bNTTsak>

Real Academia Española. (2018). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=QXQuTmp>

Sabora. (30 de 8 de 2017). *6 elementos básicos para una buena máquina de café expreso*. Obtenido de <https://cafesabora.com/es/6-elementos-b%C3%A1sicos-para-una-buena-m%C3%A1quina-de-caf%C3%A9-expreso>

Sharp. (2002). *GP2Y0A41SK0F*. Obtenido de <https://www.pololu.com/file/0J713/GP2Y0A41SK0F.pdf>

UCAR. (8 de 9 de 2001). *¿Qué es la temperatura?* Obtenido de http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/thermal/temperature_sp_06sep01.html

Venegas, E. (16 de 6 de 2017). *¿Quiénes son los mayores productores de café a nivel mundial?* Obtenido de <https://www.merca20.com/quienes-son-los-mayores-productores-de-cafe-nivel-mundial/>

Wonderware. (2018). *Interfaz hombre-máquina (hmi)*. Obtenido de <http://www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-hmi/>

ANEXOS

ANEXO 1

DETALLES FÍSICOS Y DE PROGRAMACIÓN DE LA CAFETERA

a) Parte frontal de la cafetera

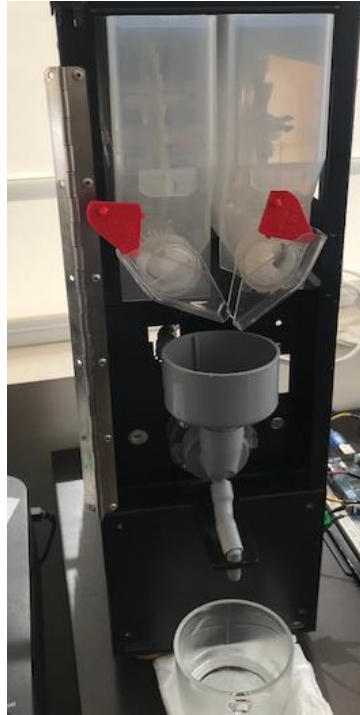


Imagen: investigadores

b) Parte lateral derecha cafetera



Imagen: investigadores

c) Tarjetas de control y fuente de la cafetera

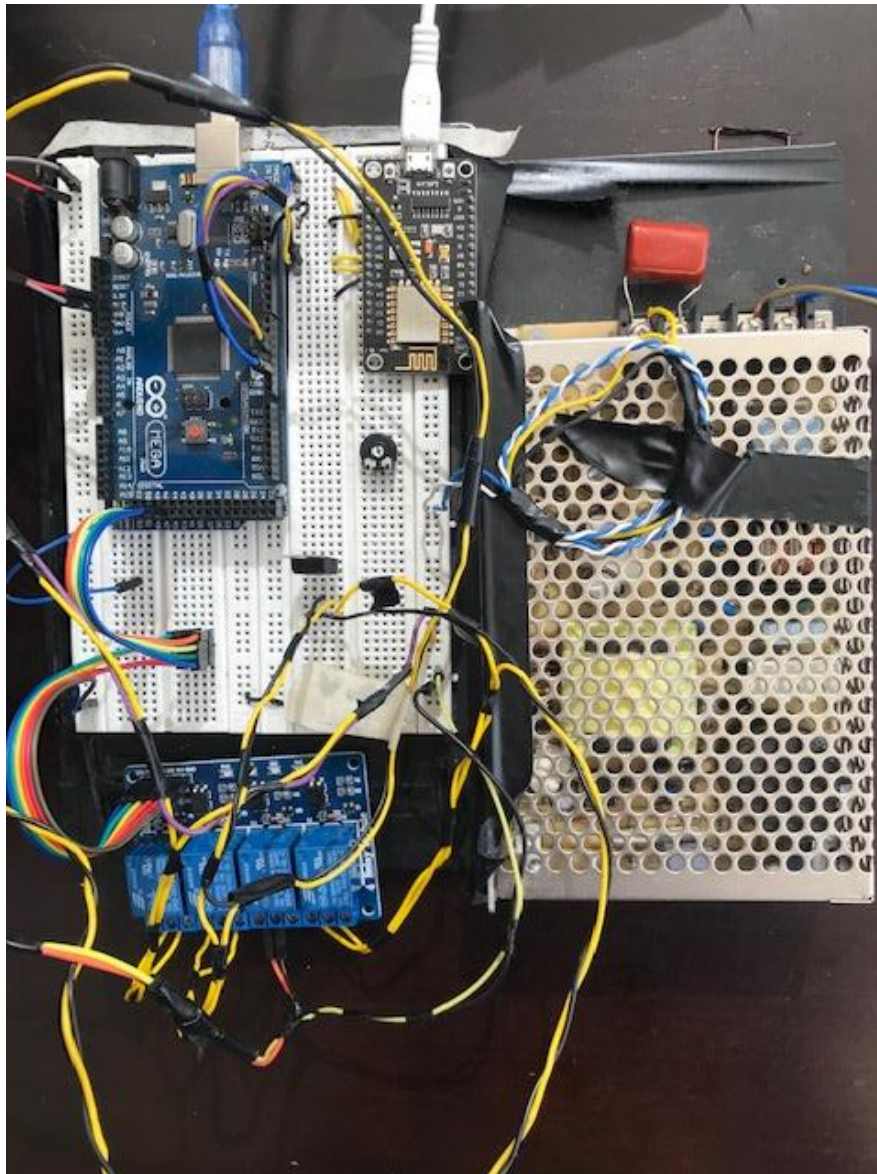


Imagen: investigadores

ANEXO 2

PROGRAMACIÓN DE SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE LA CAFETERA CON ALEXA

PROGRAMACIÓN CONEXIÓN WIFI

```
d) #include <Arduino.h>
e) #ifdef ESP32
f) #include <WiFi.h>
g) #else
h) #include <ESP8266WiFi.h>
i) #endif
j) #include "fauxmoESP.h"
k)
l) #define VELOCIDAD_PUERTO_SERIE 115200
m)
n) /* credenciales de red */
o) #define WIFI_SSID "NETLIFE-FAMILIA" //conexión wifi ingresada
p) #define WIFI_PASS "15bravochavez" //clave wifi
q)
r) fauxmoESP fauxmo;
s)
t) bool estadoDispositivos[7]= {false, false, false, false, false,
    false, false};
u)
v) #define PIN_1 D5 //ping de salida
w) #define PIN_2 D6 //ping de salida
x) #define PIN_3 D7 //ping de salida
y) #define PIN_4 D8 //ping de salida
z)
aa) #define DISPOSITIVO_1 "Batidor" //comando batidor
bb) #define DISPOSITIVO_2 "Agua caliente" //comando agua caliente
cc) #define DISPOSITIVO_3 "Azúcar" //comando azúcar
dd) #define DISPOSITIVO_4 "Café" //comando café
ee) #define GRUPO_1 "Luces" //comando prender luces
ff) #define TODO "TODO" //comando apagar todo
gg)
hh) void setup() {
ii) // Iniciamos puerto serie
jj) Serial.begin(VELOCIDAD_PUERTO_SERIE);
kk)
ll) // Iniciamos wifi
mm) wifiSetup();
nn)
oo) // Configuramos como pines de salida
pp) pinMode(PIN_1, OUTPUT);
qq) pinMode(PIN_2, OUTPUT);
rr) pinMode(PIN_3, OUTPUT);
ss) pinMode(PIN_4, OUTPUT);
tt)
```

```

uu)      // Habilitamos la librería para el descubrimiento y cambio de
estado
vv)      // de los dispositivos
ww)      fauxmo.enable(true);
xx)
yy)      // Indicamos donde están conectados los diferentes dispositivos
y grupos
zz)      fauxmo.addDevice(DISPOSITIVO_1);    //ID0
aaa)     fauxmo.addDevice(DISPOSITIVO_2);    //ID1
bbb)     fauxmo.addDevice(DISPOSITIVO_3);    //ID2
ccc)     fauxmo.addDevice(DISPOSITIVO_4);    //ID3
ddd)     fauxmo.addDevice(GRUPO_1);          //ID4
eee)     fauxmo.addDevice(TODO);             //ID6
fff)
ggg)     // Decimos cuales van a ser nuestras funciones para obtener que
Alexa los identifique y establezca
hhh)
iii)     fauxmo.onSetState(establecerEstado);
jjj)     fauxmo.onGetState(obtenerEstado);
kkk)    }
lll)
mmm)
nnn)    void loop() {
ooo)     // Nos quedamos esperando peticiones de voz todo el tiempo
ppp)     fauxmo.handle();
qqq)    }
rrr)
sss)    void establecerEstado(unsigned char idDispositivo, const char *
nombreDispositivo, bool estado){
ttt)     Serial.printf("Dispositivo   %#d   (%s)   estado:   %s\n",
idDispositivo,   nombreDispositivo,   estado   ?   "encendido"   :
"apagado");
uuu)
vvv)     // Establecemos el estado del dispositivo concreto
www)     estadoDispositivos[idDispositivo] = estado;
xxx)
yyy)     // En función del dispositivo recibido
zzz)     switch (idDispositivo) {
aaaa)     case 0:
bbbb)     {
cccc)         digitalWrite(PIN_1, estado);
dddd)     }
eeee)     break;
ffff)     case 1:
gggg)     {
hhhh)         digitalWrite(PIN_2, estado);
iiii)     }
jjjj)     break;
kkkk)     case 2:
llll)     {
mmmm)         digitalWrite(PIN_3, estado);
nnnn)     }

```



```

oooo)         break;
pppp)         case 3:
qqqq)         {
rrrr)           digitalWrite(PIN_4, estado);
ssss)         }
tttt)         break;
uuuu)         case 4:
vvvv)         {
wwww)           digitalWrite(PIN_2, estado);
xxxx)           digitalWrite(PIN_3, estado);
yyyy)           digitalWrite(PIN_4, estado);
zzzz)         }
aaaaa)         break;
bbbbbb)        case 5:
ccccc)         {
ddddd)           digitalWrite(PIN_1, estado);
eeee)           digitalWrite(PIN_2, estado);
fffff)           digitalWrite(PIN_3, estado);
ggggg)           digitalWrite(PIN_4, estado);
hhhhh)         }
iiiiii)        break;
jjjjj)        }
kkkkk)        delay(50);
lllll)        }
mmmmm)
nnnnn)        bool obtenerEstado(unsigned char idDispositivo, const char
* nombreDispositivo){
ooooo)          return estadoDispositivos[idDispositivo];
ppppp)        }
qqqqq)
rrrrr)        void wifiSetup() {
sssss)          // Configuramos modo de wifi (estación)
ttttt)          WiFi.mode(WIFI_STA);
uuuuu)
vvvvv)          // Realizamos la conexión
wwwww)          Serial.println ();
xxxxx)          Serial.printf("[WIFI] Conectando con %s ", WIFI_SSID);
yyyyy)          Serial.println();
zzzzz)          WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
aaaaaaa)
bbbbbbb)        // Esperamos a que la conexión esté lista
ccccc)          while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
ddddd)          {
eeeeee)            Serial.print(".");
ffffff)            delay(100);
gggggg)          }
hhhhhh)
iiiiiii)        // Conexión realizada
jjjjjj)        Serial.println(" [WIFI] Conexión realizada con éxito" );
kkkkkk)        Serial.println();

```

```

lllllll)      Serial.printf("[WIFI] Modo estación, SSID: %s, Dirección
              IP          asignada:          %s\n",          WiFi.SSID().c_str(),
              WiFi.localIP().toString().c_str());
mmmmmmmm)      Serial.println();

```

PROGRAMACION DE CONTROL MOTORES CAFETERA

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Para la pantalla 16x2
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h> // Libreria para sensor DS18B20

// variables para mostrar mensaje de inicio en la pantalla LCD

int contador=0; // para el ciclo for
int fil = 0; // fila
int col = 0; // columna

const char Mensaje01[] = "Bienvenidos, Universidad Israel
Cafetera Version 1.0 Ano 2020*";
const int pinDatosDQ = 9;

float TempAnterior=0.00; // almacena temperatura previa
float TempActualCB=0.00; // temperatura Centígrados
float TempActualFB=0.00; // temperatura Fahrenheit

LiquidCrystal_I2C lcd(0X27,16,2); // Variable LCD pantalla de 16 x 2
OneWire oneWireObjeto(pinDatosDQ);
DallasTemperature sensorDS18B20(&oneWireObjeto);

int aux_agua=0;
int aux_cafe=0;
int aux_azucar=0;
int aux_batidor=1;

void setup() {

Serial.begin(9600);

pinMode(2,INPUT);
pinMode(3,INPUT);
pinMode(4,INPUT);
pinMode(5,INPUT);

pinMode(53,OUTPUT);
pinMode(51,OUTPUT);
pinMode(49,OUTPUT);
pinMode(47,OUTPUT);
pinMode(45,OUTPUT);

digitalWrite(2,LOW);

```

```

digitalWrite(3,LOW);
digitalWrite(4,LOW);
digitalWrite(5,LOW);

digitalWrite(53,LOW);
digitalWrite(51,HIGH);
digitalWrite(49,HIGH);
digitalWrite(47,HIGH);
digitalWrite(45,HIGH);
{

  lcd.init();
  lcd.clear();          // Limpiamos la LCD
  lcd.backlight();     // luz de fondo on

  fil=0;
  col=0;
  for (contador=0;contador<200;contador++){
    lcd.setCursor(col,fil);
    lcd.print(Mensaje01[contador]);
    delay(100);        // espera 100 milisegundos entre letras
    col++;
    if (col==16) {
      col=0;
      fil++;
      if (fil>1) {
        fil=0;
        delay(1000); // espera 1 segundo entre mensajes
        lcd.clear();
      }
    }
    if (Mensaje01[(contador+1)]=='*') contador=200; // * indica fin de mensaje / "*"
  }
  lcd.clear(); // Limpiamos la LCD

  sensorDS18B20.requestTemperatures();
  TempAnterior = sensorDS18B20.getTempCByIndex(0);

}

void loop() {
{

  sensorDS18B20.requestTemperatures();
  TempActualCB = sensorDS18B20.getTempCByIndex(0); // Temperatura Celcius
  TempActualFB = sensorDS18B20.getTempFByIndex(0); // Temperatura Fahrenheit

  if (TempActualCB != TempAnterior) {

```

```

    TempAnterior = TempActualCB;
    //
    lcd.setCursor(0,0); // columna 0, fila 0
    lcd.print("Temp C ");
    lcd.print(TempActualCB);
    lcd.setCursor(0,1); // columna 0, fila 1
    lcd.print("Temp F ");
    lcd.print(TempActualFB);
    //
    delay(1000); // espera 1 segundo
}
}
// put your main code here, to run repeatedly:

//////////CONDICION ENCENDIDO//////////

if ((digitalRead(5)==HIGH && aux_azucar!=2)){
    aux_azucar=1;
}

if ((digitalRead(3)==HIGH && aux_agua!=2)){
    aux_agua=1;
}

if ((digitalRead(2)==HIGH && aux_cafe!=2)){
    aux_cafe=1;
}

if ((digitalRead(4)==HIGH && aux_batidor!=2)){
    aux_batidor=1;
}

//////////CONDICION APAGADO//////////

if (digitalRead(5)==LOW){
    digitalWrite(51,HIGH);
    aux_azucar=3;
}

if (digitalRead(3)==LOW){
    digitalWrite(49,HIGH);
    aux_agua=3;
}

if (digitalRead(2)==LOW){
    digitalWrite(47,HIGH);
    aux_cafe=3;
}

if (digitalRead(4)==LOW){
    digitalWrite(45,HIGH);
}

```

```

    aux_batidor=3;
}

//////////ENCENDIDO ACTUADORES//////////

    if (aux_azucar<2)
        azucar();

    if (aux_agua<2)
        agua();

    if (aux_cafe<2)
        cafe();

    if (aux_batidor<2)
        batidor();

}

void azucar() {
    //Serial.println(aux_azucar);
    digitalWrite(51,LOW);
    delay(2000);
    digitalWrite(51,HIGH);
    aux_azucar=2;
    //Serial.println(aux_azucar);
}

void agua() {
    //Serial.println(aux_agua);
    digitalWrite(53,HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(53,LOW);
    delay(1000);
    digitalWrite(49,LOW);
    delay(2000);
    digitalWrite(49,HIGH);
    delay(3000);
    digitalWrite(49,LOW);
    delay(2000);
    digitalWrite(49,HIGH);

    aux_agua=2;
    //Serial.println(aux_agua);
}

void cafe() {
    //Serial.println(aux_cafe);
    digitalWrite(47,LOW);
    delay(2000);
    digitalWrite(47,HIGH);
    aux_cafe=2;
}

```

```

        //Serial.println(aux_cafe);
    }

void batidor() {
    //Serial.println(aux_batidor);
    digitalWrite(45, LOW);
    delay(3000);
    digitalWrite(45, HIGH);
    aux_batidor=2;
    //Serial.println(aux_azucar);
}

```

```

void prueba() {

digitalWrite(53, HIGH);
digitalWrite(51, HIGH);
digitalWrite(49, HIGH);
digitalWrite(47, HIGH);
digitalWrite(45, HIGH);

digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);

delay(1000);

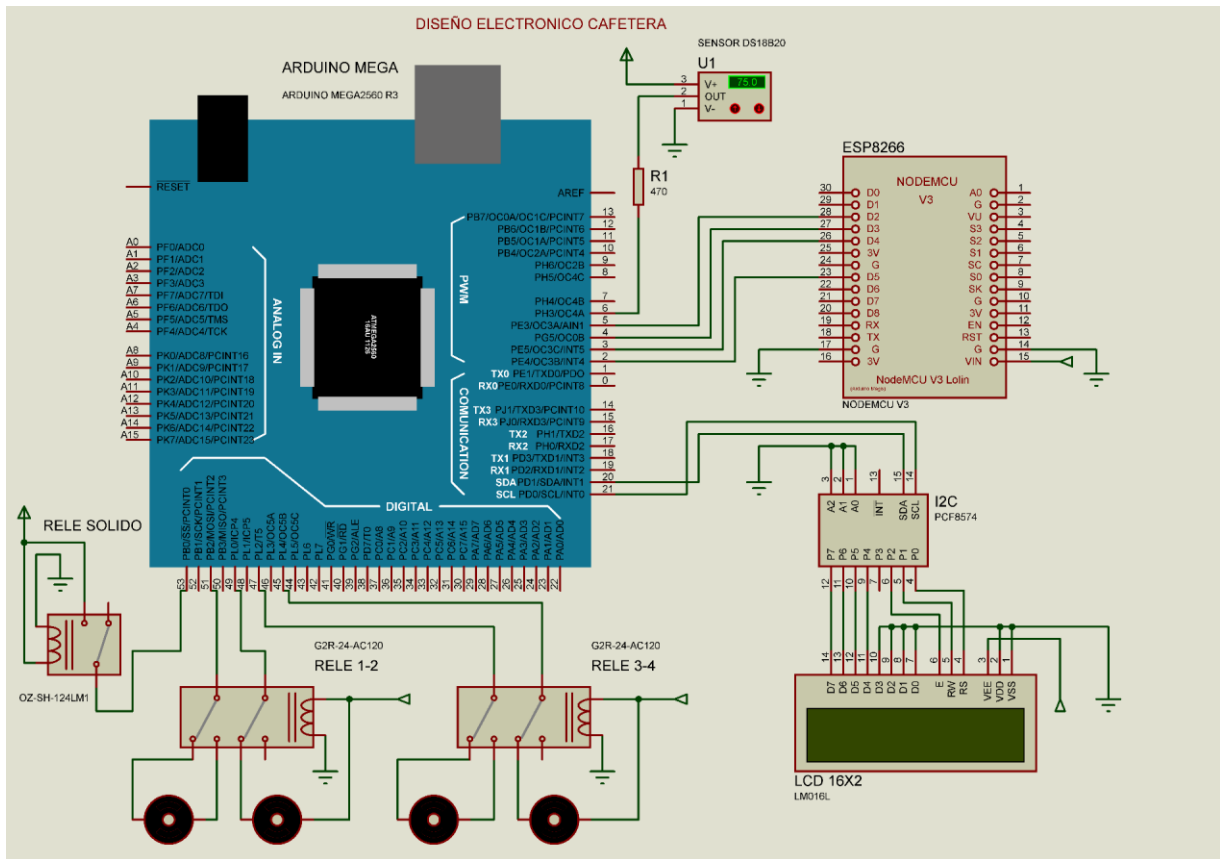
digitalWrite(53, LOW);
digitalWrite(51, LOW);
digitalWrite(49, LOW);
digitalWrite(47, LOW);
digitalWrite(45, LOW);

digitalWrite(2, HIGH);
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
delay(1000);
}

```

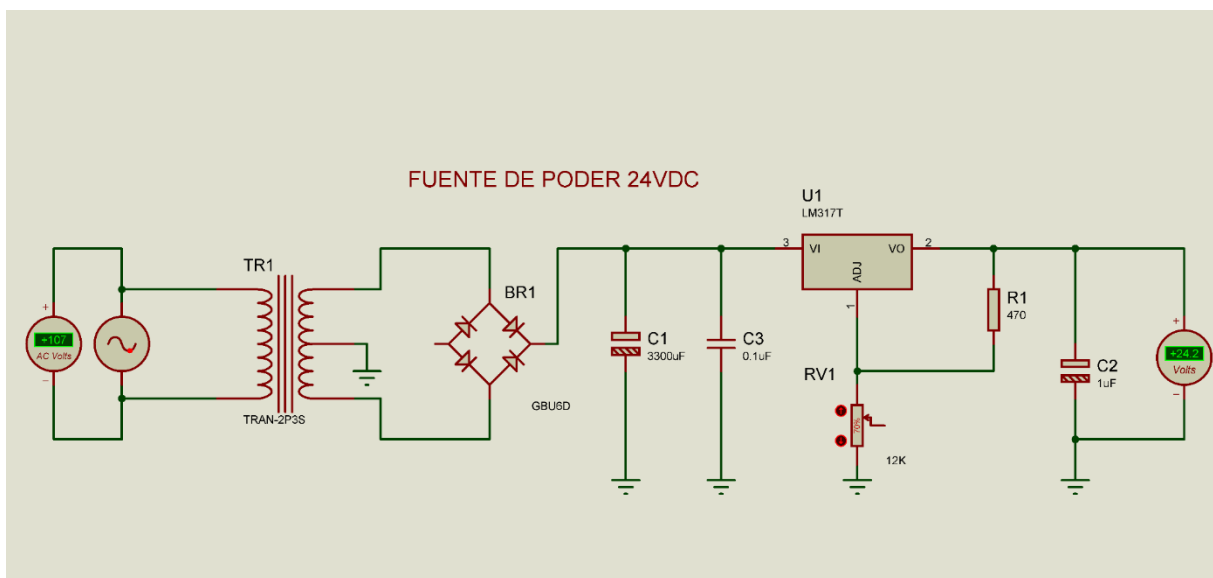
ANEXO 3

Diseño electrónico Cafetera



ANEXO 4

Diseño electrónico de la fuente de poder de 110VAC A 24VDC



ANEXO 5

MANUAL DE USUARIO

CAFETERA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INDICACIONES DE SEGURIDAD	1
DESCRIPCION EN GENERAL	2
PREPARACIÓN DE UNA BEBIDA	3
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	4

INDICACIONES DE SEGURIDAD

Lea todas las instrucciones e indicaciones de seguridad.

1. Verificar siempre que exista suficiente agua en el contenedor porque caso contrario podría existir sobrecalentamiento de la resistencia.
2. La cafetera puede realizar 7 rutinas consecutivas aproximadamente en vasos de 6 onzas
3. Conecte la cafetera a una sola toma de corriente con conexión a tierra.
4. Este aparato ha sido diseñado como prototipo, para ser utilizado en los siguientes ámbitos: casa, oficinas y otros entornos de trabajo; en hoteles, moteles.
5. Este equipo está diseñado únicamente para el uso señalado.
6. No se aceptará la responsabilidad derivada de cualquier uso inadecuado o incumplimiento de las instrucciones.
7. Utilice siempre el aparato sobre una superficie plana, estable, resistente al calor y lejos de fuentes de calor o salpicaduras de agua.
8. Para proteger contra el fuego, las descargas eléctricas y las lesiones físicas, no sumerja el cable eléctrico.
9. En caso de emergencia: retire y desconecte de la toma de corriente.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE CAFETERA Y SUS PARTES

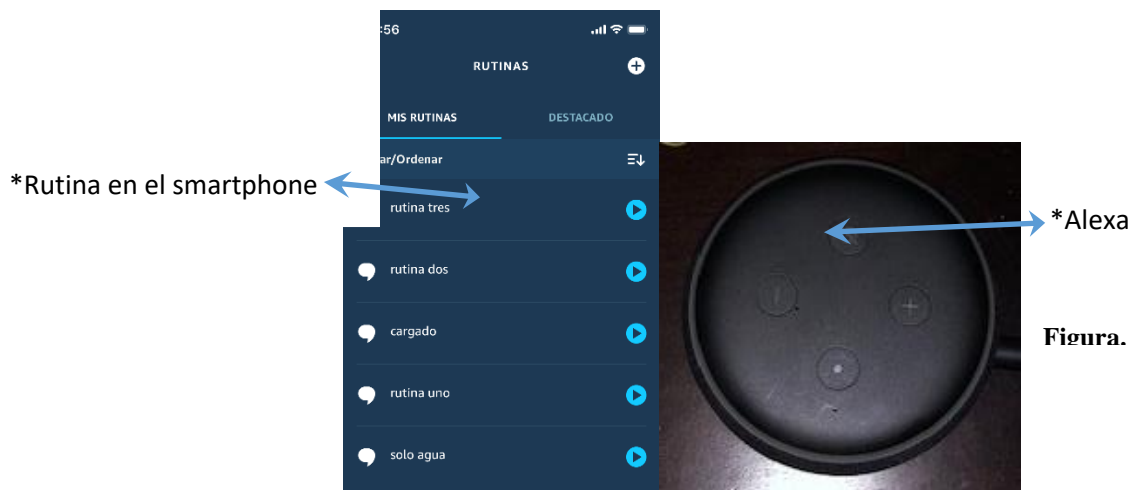
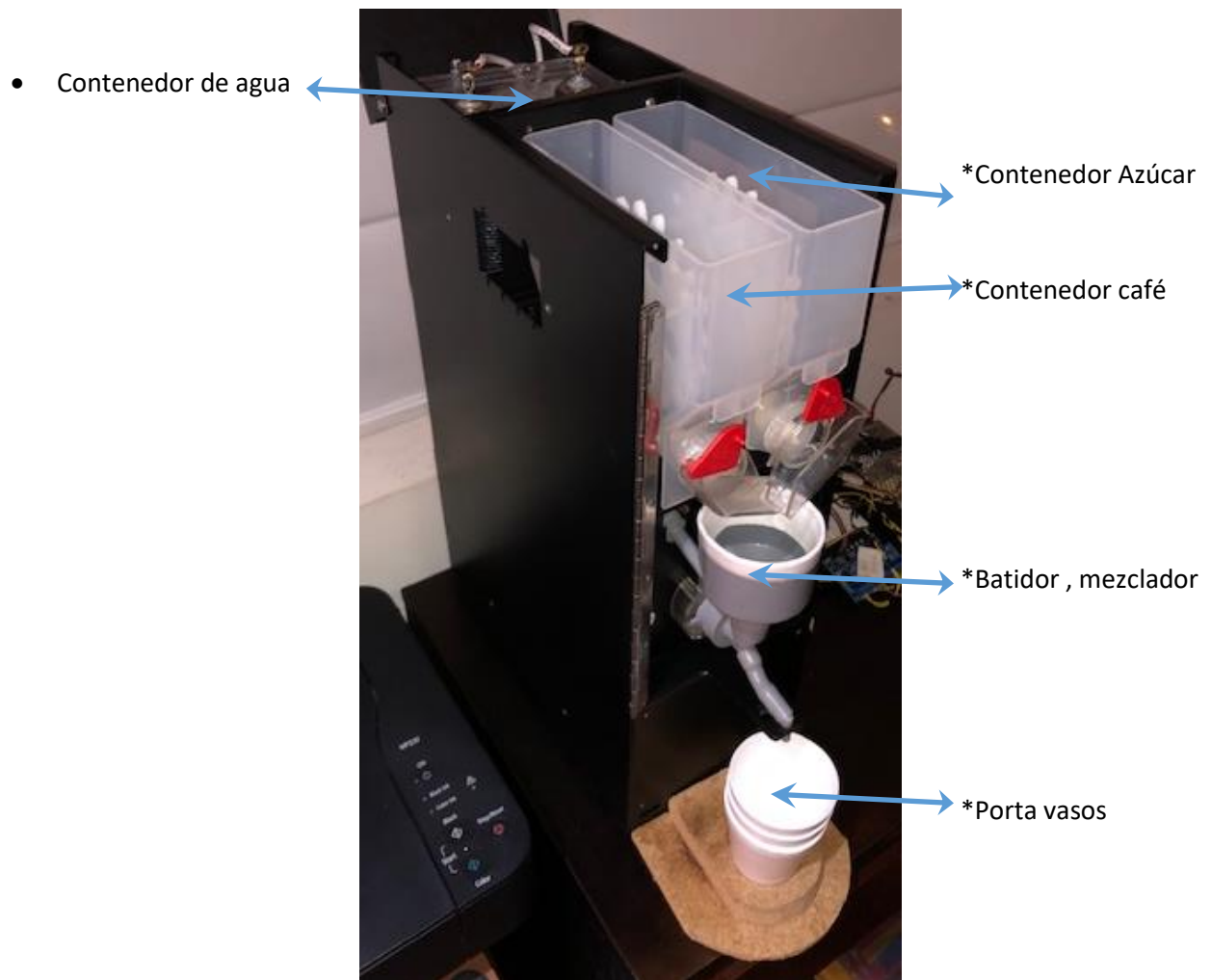


Figura. 3. 7. Fuente de

PREPARACIÓN DE UNA BEBIDA

a. Preparación de una bebida mediante comando de voz en Alexa.

Para solicitar el café se requiere siempre anteponer la palabra ALEXA, seguido de la rutina.
Por ejemplo

1. ALEXA, RUTINA 1 (Café, agua, mas 1 cucharada de azúcar)
2. ALEXA, RUTINA 2 (Café, agua, mas 2 cucharada de azúcar)
3. ALEXA, RUTINA 3 (Café, agua, más 3 cucharada de azúcar)
4. ALEXA, SOLO AGUA (agua caliente)
5. ALEXA, CARGADO (Café, agua)

b. Preparación de una bebida mediante smartphone.

Para solicitar el café debemos ingresar a la aplicación de ALEXA en el smartphone

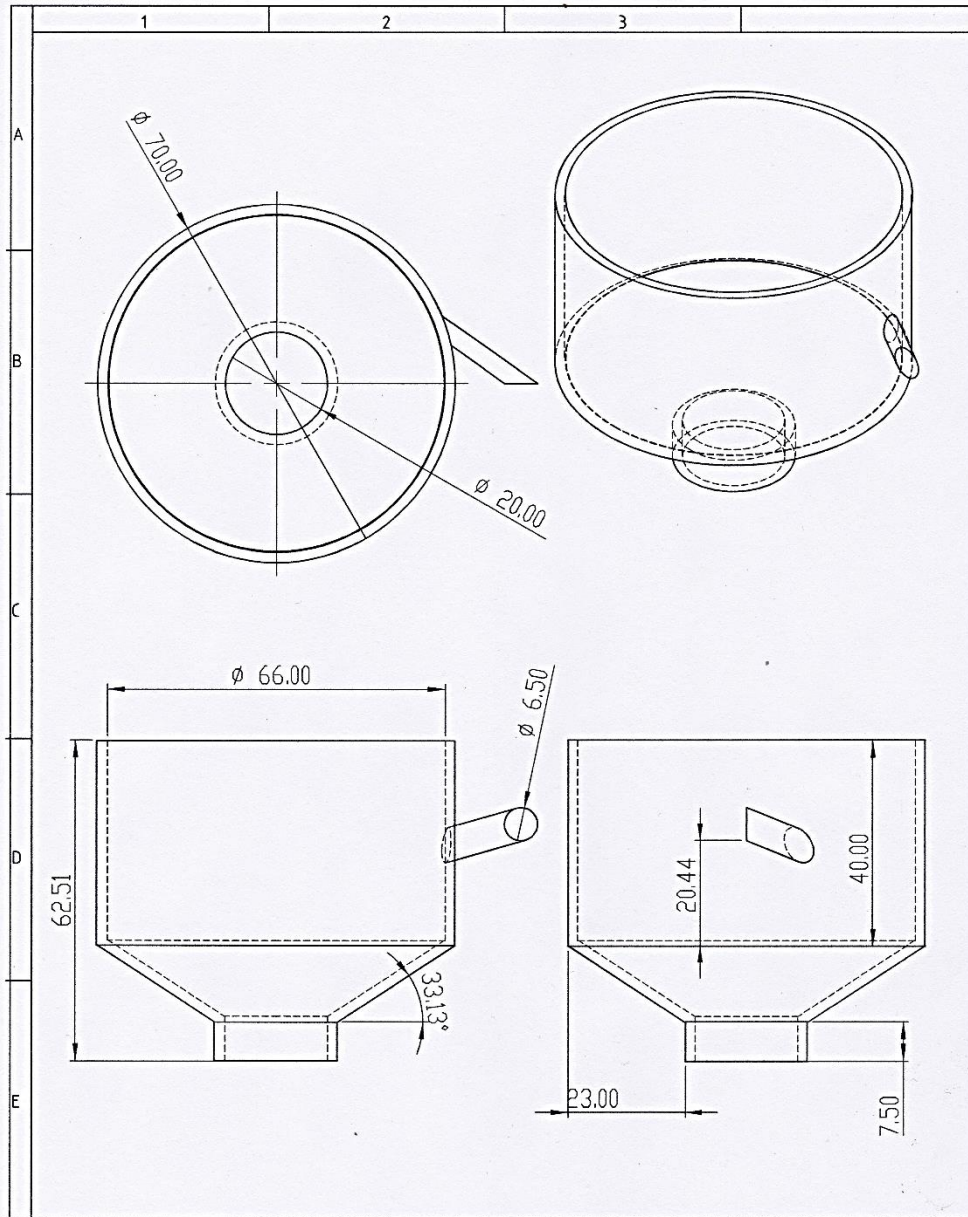
1. Al ingresar en la aplicación, ingresamos en menú, buscamos la opción de rutinas
2. Al estar en rutinas damos clip a la rutina deseada previamente configurada
3. RUTINA 1 (Café, agua, mas 1 cucharada de azúcar)
4. RUTINA 2 (Café, agua, mas 2 cucharada de azúcar)
5. RUTINA 3 (Café, agua, más 3 cucharada de azúcar)
6. SOLO AGUA (agua caliente)
7. CARGADO (Café, agua)

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

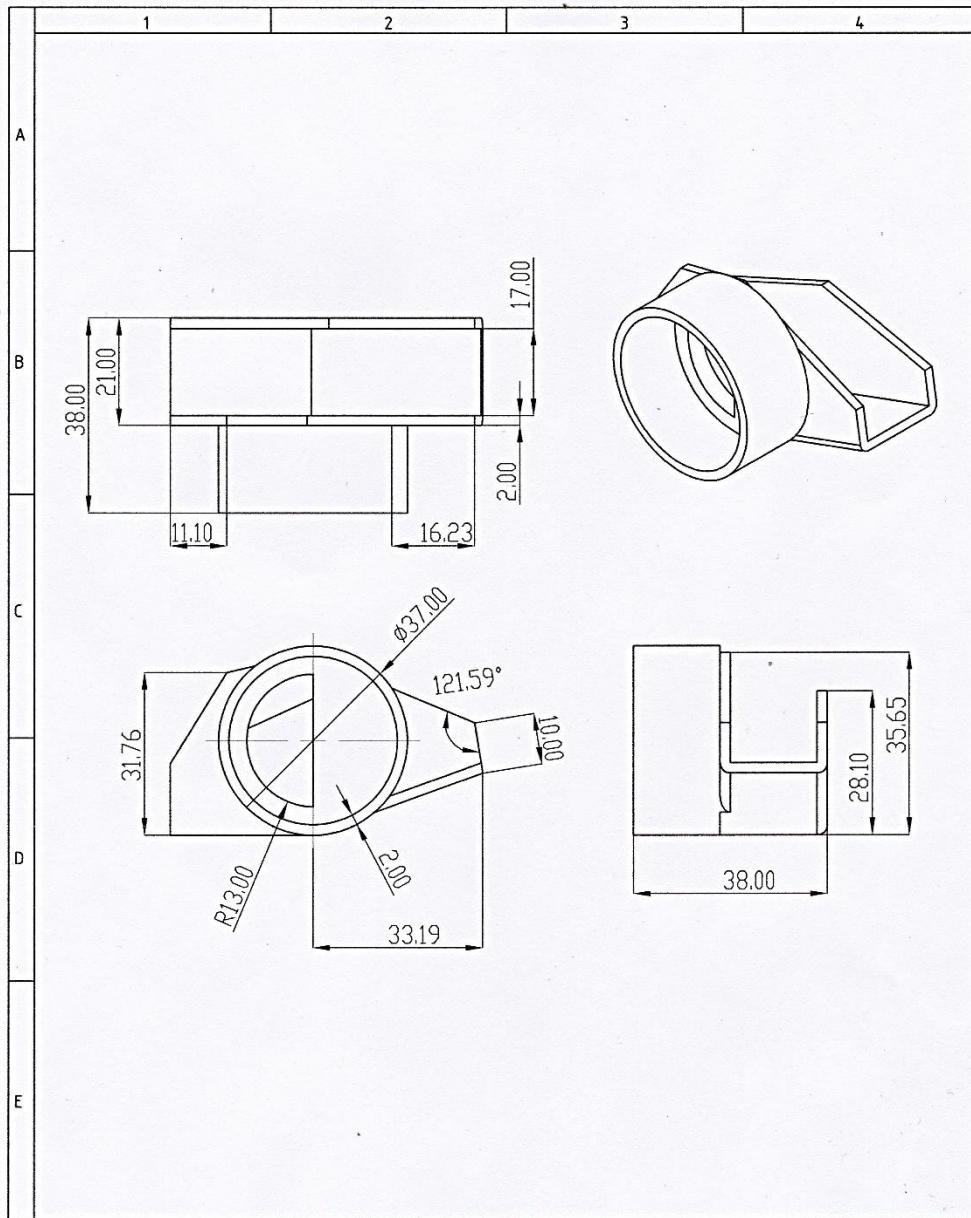
1. Verificar que tenga la suficiente cantidad de agua en el reservorio
2. Verificar que tenga la suficiente cantidad de azúcar en el reservorio
3. Verificar que tenga la suficiente cantidad de café en el reservorio
4. Una vez verificado los pasos anteriores, comprobamos las conexiones del equipo
5. Comprobamos la conexión WIFI
6. Si en la LCD visualizamos la temperatura, eso nos indica que el equipo está operativo
7. Comprobar que los motores de la cafetera se encuentren reiniciados, solicitamos mediante comando de voz (ALEXA, APAGA TODO), si la respuesta es (MUY BIEN) significa que está listo para funcionar según las rutinas enviadas.

ANEXO 6

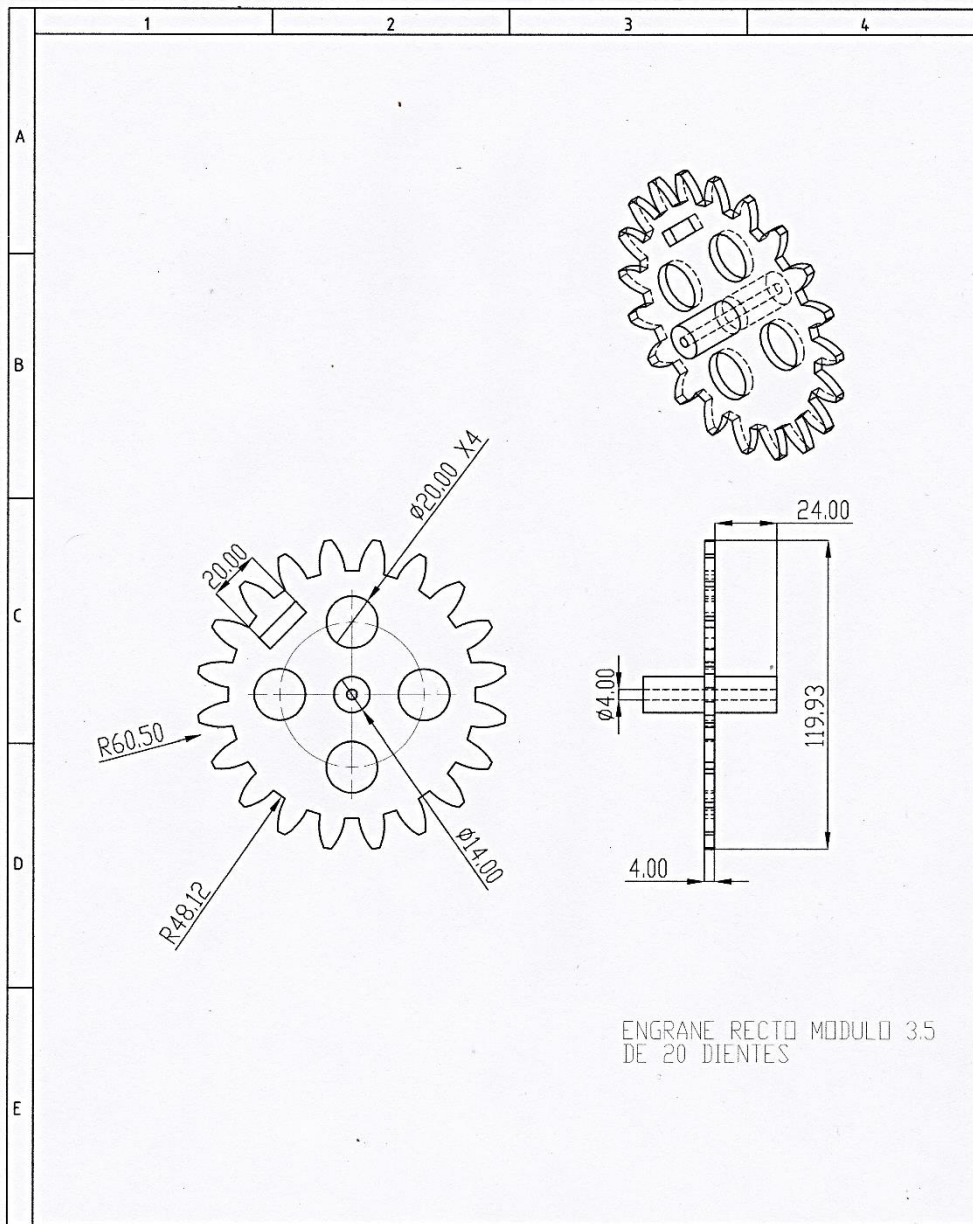
PLANOS DE LA CAFETERA



	Fecha	Nombre	Firma	Material	Cantidad
Proyectado	12/11	Bravo M.		Plástico PET	1
Dibujado	14/11	Bravo M.		Denominación	Escala
Revisado	20/11	Ing. Millard		Batidor	1:
Aprobado	21/11	Ing. Millard		Código	
Universidad Israel				Bat-Caf-5701	
				Sustituye a:	Hoja 1/6

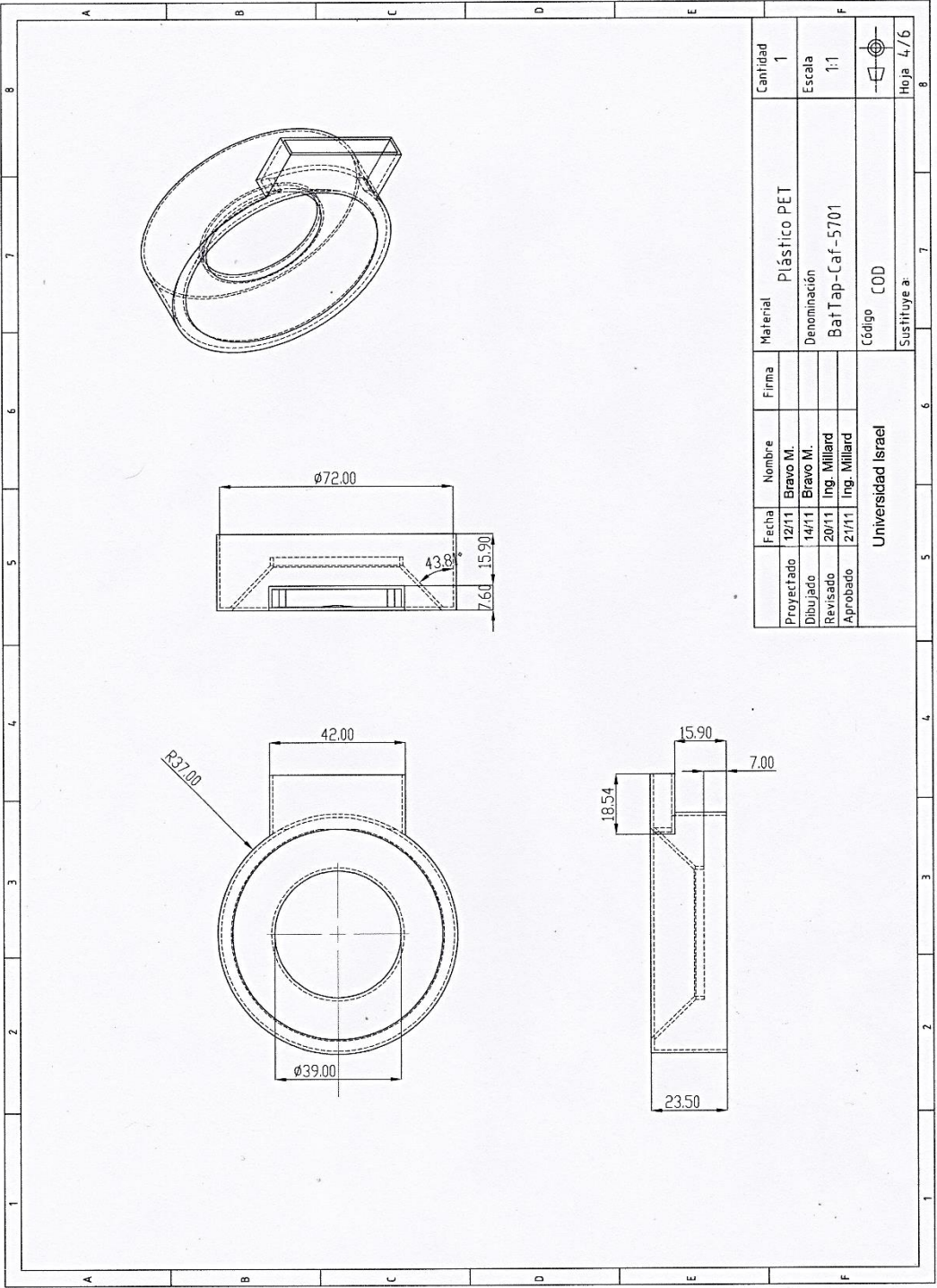


	Fecha	Nombre	Firma	Material	Cantidad
Proyectado	12/11	Bravo M.		Plástico PET	1
Dibujado	14/11	Bravo M.		Denominación	Escala
Revisado	20/11	Ing. Millard		Caida solubles	1:1
Aprobado	21/11	Ing. Millard		Código	
Universidad Israel				Sol-Caf-5701	
				Sustituye a:	Hoja 2/6

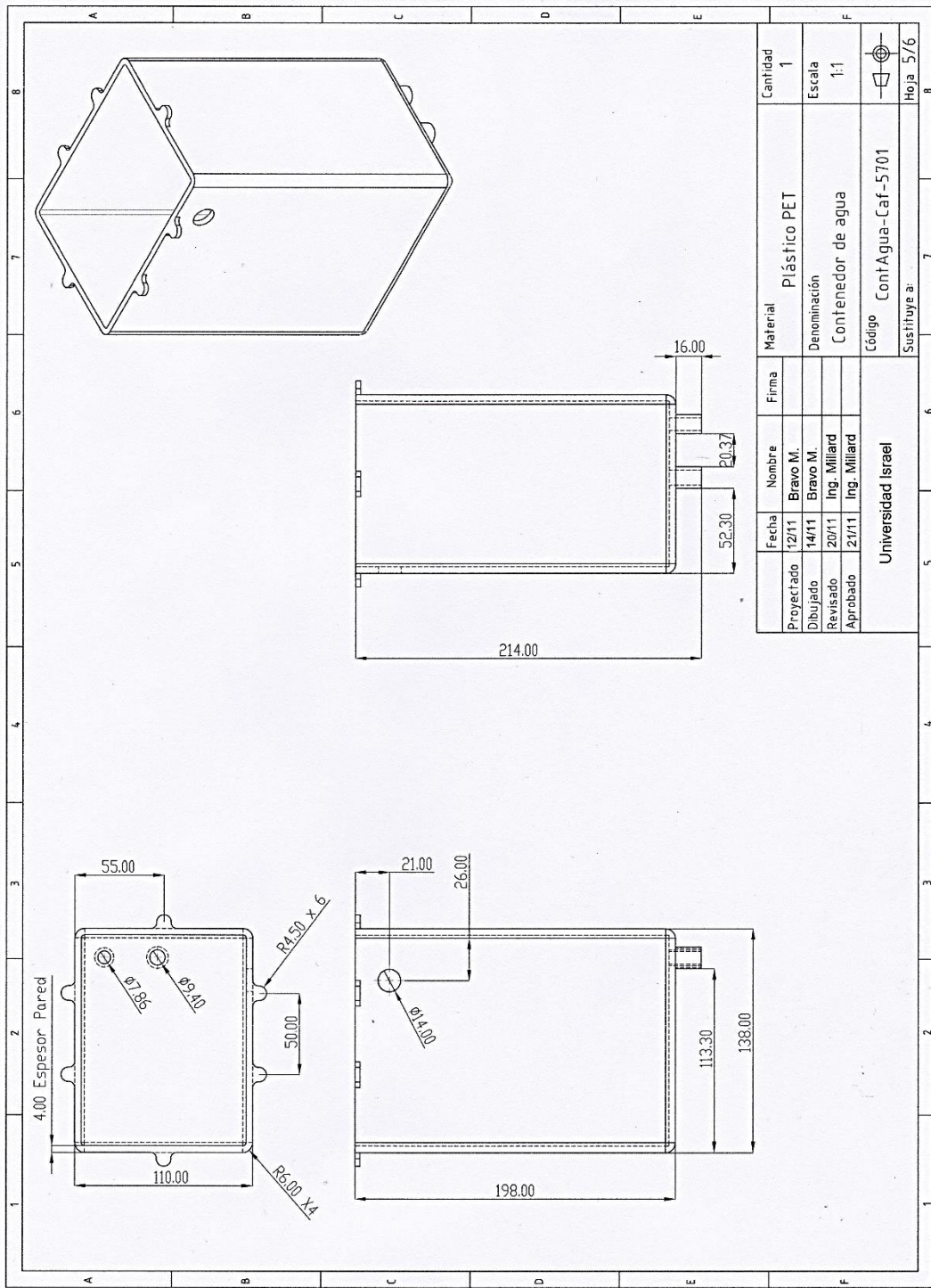


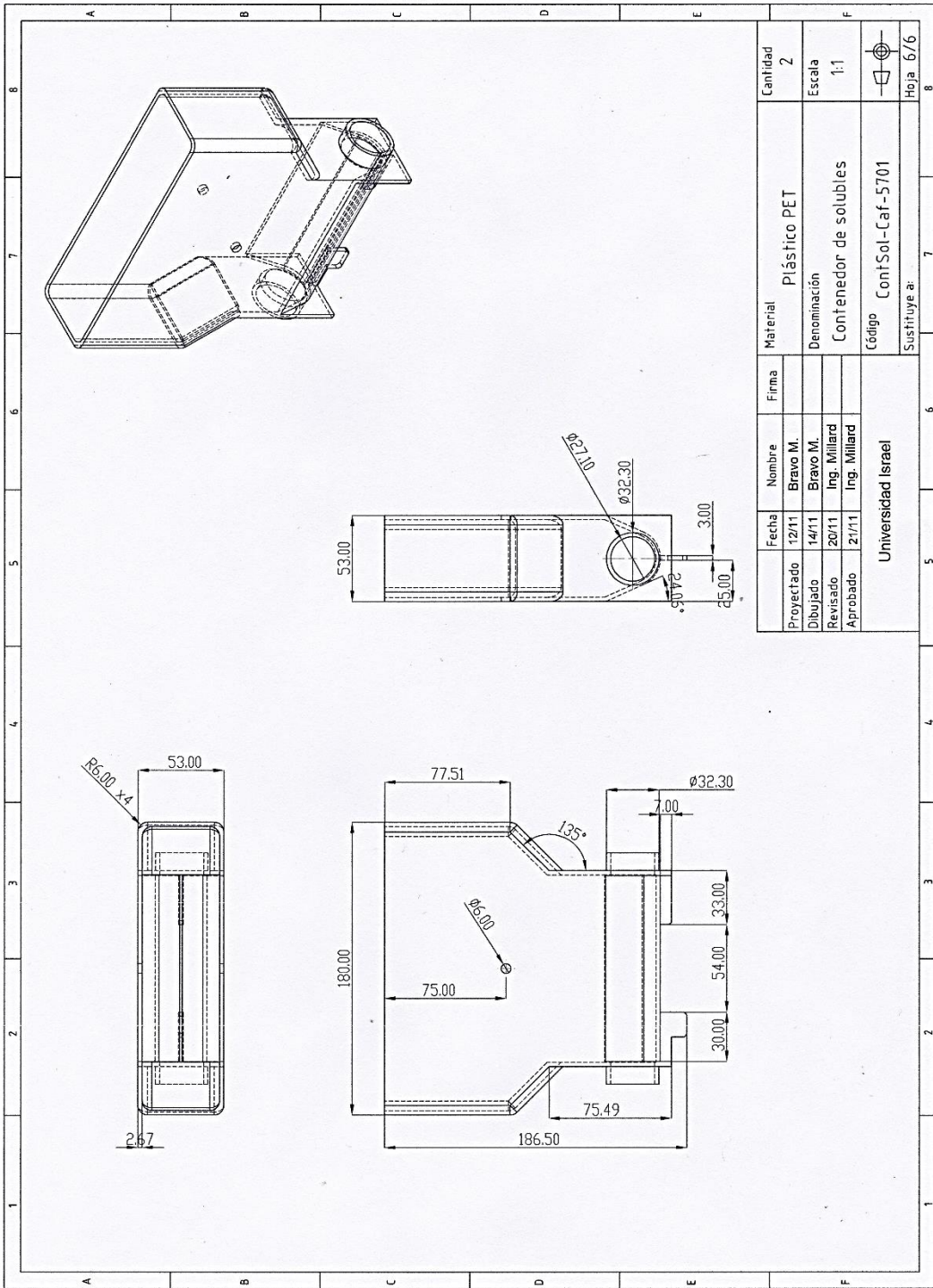
ENGRANE RECTO MÓDULO 3.5
DE 20 DIENTES

	Fecha	Nombre	Firma	Material	Cantidad
Proyectado	12/11	Bravo M.		Plástico PET	2
Dibujado	14/11	Bravo M.		Denominación	Escala
Revisado	20/11	Ing. Millard		Engranaje de contenedor	S/E
Aprobado	21/11	Ing. Millard			
Universidad Israel				Código	
				Eng-Caf-5701	
				Sustituye a:	Hoja 3/6



Fecha	Nombre	Firma	Material	Cantidad
Proyectado 12/11	Bravo M.		Plástico PET	1
Dibujado 14/11	Bravo M.		Denominación	Escala
Revisado 20/11	Ing. Millard		Bat Tap-Caf-5701	1:1
Aprobado 21/11	Ing. Millard		Código	COD
Universidad Israel			Sustituye a	Hoja 4/6





Fecha	Nombre	Firma	Material	Cantidad
Proyectado 12/11	Bravo M.		Plástico PET	2
Dibujado 14/11	Bravo M.		Denominación	Escala
Revisado 20/11	Ing. Millard		Contenedor de solubles	1:1
Aprobado 21/11	Ing. Millard		Código	
Universidad Israel			ContSol-Caf-5701	
			Sustituye a:	
				Hoja 6/6