



Máquina coctelera Bartending 1.0

Por

Felipe Andrés Calderón Vacca

Tesis propuesta como cumplimiento parcial de los
requisitos para el Pregrado en
Ingeniería en mecatrónica

Universidad Militar Nueva Granada

Bogotá, D.C.

2020



Agradecimientos

A Dios, por guiar mi camino para lograr los objetivos propuestos.

A mi madre, María Inés, por ser la principal promotora de mis sueños.

A mi hermano, Dairon, por los consejos y acompañamiento.

A mi tutor, el Ing. Hoffman Ramírez, por orientar el presente proyecto de investigación y
compartir sus conocimientos conmigo.

A la Universidad Militar Nueva Granada, al ser el espacio académico que posibilitó mi
formación como profesional.

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo está dedicado especialmente a mi madre María Inés, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años. A mi padre Luis Ernesto, que, aunque ya no esté con nosotros, ha inspirado mi vida; también a mi hermano, Dairon, por su apoyo moral. A los amigos y compañeros de carrera que han aportado a mi formación profesional y personal y, finalmente, a los profesores que han dedicado su vida a compartir con nosotros sus valiosos conocimientos.

Tabla de contenido

Capítulo I. Introducción y generalidades	15
1.1 Tema.....	15
1.2 Introducción	15
1.3 Planteamiento del problema	22
1.4 Objetivos	23
1.4.1 Objetivo general	23
1.4.2 Objetivos específicos.....	23
1.5 Justificación.....	23
1.6 Organización del documento	24
1.7 Alcance y delimitaciones	25
Capítulo II. Diseño conceptual	29
2.1 Fisiología del problema	29
2.2 Propuesta ingenieril	29
2.3 Formulación de especificaciones técnicas.....	30
2.4 Casa de la Calidad (QFD).....	32
2.5 Marco teórico	34
2.6 Marco legal.....	36
2.7 Análisis DOFA.....	37
2.8 PDS (Product Design Specification)	39
2.9 Diseño preliminar.....	42
2.10 Nivel 0	42
2.11 Nivel 1	43
2.11.1 Módulo 1: chasis de la máquina.....	43

2.12	Nivel 2	44
2.12.1	Módulo 2: sistema dispensador.....	44
2.12.2	Módulo 3: sistema de agitado	50
Capítulo III. Desarrollo ingenieril		52
3.1	Selección de materiales.....	52
3.2	Módulo 1: hielera	62
3.3	Módulo 2: dosificador.....	64
3.4	Módulo 3: <i>shaker</i>	81
3.5	Módulo 1	87
3.6	Módulo 2	88
3.7	Módulo 3	97
Capítulo IV. Implementación		107
4.1	Construcción del prototipo	107
4.1.1	HMI del prototipo.....	116
Capítulo V. Análisis de resultados.....		117
5.1	Desempeño del prototipo.....	117
5.2	Objetivos de la experimentación	117
5.3	Distancias y recorridos.....	118
5.4	Tiempos y cantidades.....	119
5.4.1	Variables medidas	119
5.5	Descripción de las pruebas realizadas	119
5.6	Número de repeticiones realizadas en el experimento.....	120
5.7	Datos obtenidos.....	120
5.8	Presentación de la bebida.....	121

Capítulo VI. Conclusiones sobre el prototipo.....	123
6.1 Conclusiones	123
Glosario.....	126
Bibliografía	128
Apéndices.....	133

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Matriz DOFA del prototipo</i>	38
Tabla 2. <i>Relación de variables- estructura</i>	54
Tabla 3. <i>Propiedades del material AISI 316</i>	61
Tabla 4. <i>Relación de variables de la base móvil</i>	65
Tabla 5. <i>Relación de variables viga</i>	66
Tabla 6. <i>Relación de fuerza para accionar la válvula</i>	72
Tabla 7. <i>Propiedades del material polímero ABS</i>	74
Tabla 8. <i>Propiedades mecánicas del PMMA</i>	76
Tabla 9. <i>Relación de variables válvulas de accionamiento</i>	78
Tabla 10. <i>Relación de variable selección actuador</i>	83
Tabla 11. <i>Fórmulas para calcular motores paso a paso</i>	89
Tabla 12. <i>Relación de necesidades del actuador</i>	89
Tabla 13. <i>Características generales DVR8825</i>	91
Tabla 14. <i>Especificaciones técnicas sensor Sharp</i>	92
Tabla 15. <i>Especificaciones técnicas módulo RGB led 8-16 Bit</i>	93
Tabla 16. <i>Especificaciones técnicas Arduino Mega 2560</i>	95
Tabla 17. <i>Especificaciones TFT táctil Arduino</i>	97
Tabla 18. <i>Especificaciones técnicas del motor RS-775WC-8514</i>	98
Tabla 19. <i>Especificaciones técnicas módulo L298N</i>	99
Tabla 20. <i>Especificaciones técnicas de la fuente Mean Well</i>	101
Tabla 21. <i>Especificaciones técnicas IEC320</i>	102
Tabla 22. <i>Características del step down XL4016</i>	103
Tabla 23. <i>Características del step down Buck 5A</i>	103
Tabla 24. <i>Características del regulador DC-DC XL4015 Buck</i>	104

Tabla 25. <i>Estimación de costos del prototipo</i>	108
Tabla 26. <i>Estimación de costos por diseño</i>	109
Tabla 27. <i>Validación de distancias y recorridos</i>	118
Tabla 28. <i>Datos de dosificación para botella de 1000 ml</i>	120
Tabla 29. <i>Relación de desperdicio</i>	121
Tabla 30. <i>Tiempos de preparación</i>	121

Lista de figuras

<i>Figura 1. Cocteles Pousee-café y Collins.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2. Mark Shagr, bartender robótico</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3. The Inebriator</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4. Modelo de patente Barsys.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 5. The Cube bartender</i>	<i>19</i>
<i>Figura 6. Modelo de patente Cocktail Maker.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 7. The Barobot.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 8. Bar Monsieur</i>	<i>21</i>
<i>Figura 9. Barbot, máquina automática de cocteles (México).....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 10. QFD, Casa de la Calidad en coctelera semiautomática</i>	<i>33</i>
<i>Figura 11. Análisis funcional global del prototipo.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 12. Desglose modular del prototipo</i>	<i>43</i>
<i>Figura 13. Análisis funcional del sistema dispensador</i>	<i>44</i>
<i>Figura 14. Configuración rotacional</i>	<i>45</i>
<i>Figura 15. Configuración cartesiana</i>	<i>45</i>
<i>Figura 16. Válvula de dosificación universal</i>	<i>46</i>
<i>Figura 17. Válvula de dosificación de licores</i>	<i>46</i>
<i>Figura 18. Transmisión por husillo</i>	<i>47</i>
<i>Figura 19. Transmisión por correa</i>	<i>47</i>
<i>Figura 20. Guía de desplazamiento por rieles (trimétrica - frontal).....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 21. Guía de desplazamiento por rodamientos (trimétrica).....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 22. Sistema de soporte por diafragma.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 23. Sistema de soporte por pestañas flexibles.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 24. Análisis funcional del sistema de agitado.....</i>	<i>50</i>

<i>Figura 25. Sistema de agitado o shaker.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 26. Diagrama de cuerpo libre de la estructura</i>	<i>54</i>
<i>Figura 27. Miembro estructural “viga”</i>	<i>54</i>
<i>Figura 28. Perfil estructural de la máquina -diagrama de cuerpo libre simplificado</i>	<i>54</i>
<i>Figura 29. Diseño de estructura planteado: vista frontal (izquierda), vista posterior (derecha)</i>	<i>55</i>
<i>Figura 30. Viga equivalente del sistema A-B-C</i>	<i>56</i>
<i>Figura 31. Perfil de la viga estructural</i>	<i>58</i>
<i>Figura 32. Diagrama de fuerza cortante y momento flector</i>	<i>60</i>
<i>Figura 33. Diagrama de Von Mises de la viga en SolidWorks</i>	<i>61</i>
<i>Figura 34. Diagrama de desplazamiento de la viga por carga en SolidWorks.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 35. Vistas del modelo.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 36. Sistema de desagüe de la coctelera</i>	<i>63</i>
<i>Figura 37. Vista isométrica y renderizada del módulo hielera.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 38. Sistema base móvil</i>	<i>64</i>
<i>Figura 39. Punto de carga aplicada</i>	<i>65</i>
<i>Figura 40. Viga de soporte (eje) de la base móvil.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 41. Corte transversal en la viga.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 42. Diagrama de fuerza cortante y momento flector</i>	<i>69</i>
<i>Figura 43. Kit correa síncrona GT2 modelo</i>	<i>69</i>
<i>Figura 44. Rodamiento lineal SC10UU</i>	<i>70</i>
<i>Figura 45. Sistema de transmisión base móvil.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 46. Vistas de la válvula dosificadora</i>	<i>71</i>
<i>Figura 47. Accionamiento de la válvula dosificadora.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 48. Ensayo de compresión de la válvula.....</i>	<i>72</i>

<i>Figura 49.</i> Esquema de representación de válvulas dosificadoras	73
<i>Figura 50.</i> Diagrama de Von Mises del soporte principal del dosificador.....	75
<i>Figura 51.</i> Diagrama de desplazamiento del soporte principal del dosificador	76
<i>Figura 52.</i> Sistema de accionamiento de válvulas.....	77
<i>Figura 53.</i> Diagrama de cuerpo libre pieza de accionamiento	77
<i>Figura 54.</i> Diagrama de tensión del mecanismo de accionamiento por Von Mises	79
<i>Figura 55.</i> Diagrama de desplazamiento del mecanismo de accionamiento por carga.....	80
<i>Figura 56.</i> Diseño sistema base de control.....	80
<i>Figura 57.</i> Módulo interno base de control	81
<i>Figura 58.</i> Sistema de agitado <i>shaker</i>	81
<i>Figura 59.</i> Vistas del mecanismo propuesto.....	82
<i>Figura 60.</i> Diagrama de desplazamiento de la leva.....	82
<i>Figura 61.</i> Representación del análisis de movimiento simplificado (desplazamiento- velocidad-aceleración)	84
<i>Figura 62.</i> Diagrama de Von Mises del soporte principal del Shaker.....	85
<i>Figura 63.</i> Diagrama de desplazamiento del soporte principal del Shaker	86
<i>Figura 64.</i> Modelo de conexión eléctrica	87
<i>Figura 65.</i> Módulo receptor de audio TDA7492P.....	88
<i>Figura 66.</i> Esquema motor Nema 17.....	91
<i>Figura 67.</i> Esquema de conexión DVR8825.....	92
<i>Figura 68.</i> Sensor Sharp GP2Y0A41SK0F	93
<i>Figura 69.</i> Módulos WS2812 5050 RGB led 8-16 bit.....	94
<i>Figura 70.</i> Tarjeta Arduino Mega 2560.....	95
<i>Figura 71.</i> Pantalla LCD táctil TFT para Arduino.	96
<i>Figura 72.</i> Esquema del Motor RS-775WC-8514.....	98

<i>Figura 73.</i> Esquema módulo L298N	99
<i>Figura 74.</i> Fuente de voltaje Mean Well 14 V -13,6 A	101
<i>Figura 75.</i> Esquema conector IEC320.....	102
<i>Figura 76.</i> Proceso de soldadura con cloruro de metileno	109
<i>Figura 77.</i> Escáner con dispositivo F6 Smart.....	110
<i>Figura 78.</i> Electrónica y ensamblaje del módulo hielera	110
<i>Figura 79.</i> Ensamble y detalle del sistema de transmisión.....	111
<i>Figura 80.</i> Módulo de dosificación	112
<i>Figura 81.</i> Implementación de leva mecánica para el <i>shaker</i>	112
<i>Figura 82.</i> Implementación de cableado para drivers y reguladores del prototipo	113
<i>Figura 83.</i> Sistema de iluminación del prototipo	113
<i>Figura 84.</i> Base para copa y coctelera.....	114
<i>Figura 85.</i> Presentación renderizada y física del prototipo	115
<i>Figura 86.</i> Interacción e implementación HMI	116
<i>Figura 87.</i> Validación distancias y recorridos	118
<i>Figura 88.</i> Validación del sistema de dosificación.....	119
<i>Figura 89.</i> Coctel margarita tradicional.....	122
<i>Figura 90.</i> Coctel Daiquiri de fresa	122

Lista de apéndices

Apéndice A. Manual de usuario.....	133
Apéndice B. Planos de fabricación	142
Apéndice C. Planos electrónicos.....	152
Apéndice D. Diagrama de flujo	155

Resumen

Los ingenieros buscan facilitar la cotidianidad de las personas desde sus conocimientos y campo de acción. En este caso, la ingeniería mecatrónica se centró en la industria alimenticia, específicamente en el contexto de los bares, desde la creación de un dispositivo semiautomático de preparación de bebidas que apoye en las labores del bar.

En esta innovación tecnológica se planteó el diseño y construcción de una máquina capaz de preparar cocteles de forma semiautomática, a través de una serie de mecanismos y un sistema de control. Para dicha labor, fue necesario investigar respecto a dispositivos dosificadores de cocteles existentes en el mercado para validar opciones más sencillas y económicas de implementar en el prototipo.

Tomando como referencia la información obtenida se realizó la selección de los licores más utilizados para una preparación variada de cocteles y, de esta manera, diseñar y validar la estructura mecánica haciendo uso de herramientas CAD. Todo esto con base en requerimientos de seguridad y normas que rigen la construcción de máquinas para el manejo de alimentos y bebidas.

Previo al montaje del sistema en un programa CAD se desarrolló un diseño conceptual, el cual tuvo en cuenta los requerimientos del cliente y las limitantes propias del proyecto. Una vez montado el diseño en el CAD, se utilizaron herramientas CAE para hacer la simulación de movimientos y de comportamiento estructural de los diferentes subsistemas de la máquina. Cabe aclarar que la electrónica también fue clave, pues se integraron sensores y actuadores, los cuales requirieron de un sistema para controlarlos. Finalmente, se aplicó ingeniería de software para implementar la interfaz humano-máquina y que facilitó la operación del sistema.

Capítulo I. Introducción y generalidades

1.1 Tema

Bartending 1.0: diseño de una máquina semiautomática para la mezcla de cocteles.

1.2 Introducción

En la actualidad existen diferentes maneras de consumir licor tanto en establecimientos públicos, como en eventos sociales y empresariales privados, dentro de las cuales se destacan los cocteles. Las personas encargadas de la preparación de estas bebidas son conocidas como *bartenders* o bármanes (Allen, Grau, & Tubman, s.f.) y en cuanto a su oficio, ha habido una tendencia creciente de utilizar dispositivos tecnológicos como dispensadores de bebidas alcohólicas, que apoyen las labores que desempeñan.

Respecto a las diferentes formas de preparar un coctel, se destacan varias que dependen del tipo de bebida que se quiere elaborar como los *Pousee-café* (Álvarez, 2015) y los *Collins long drinks* (Díaz, 2015) realizados en una coctelera agitándolos por determinado tiempo. Cabe resaltar que, sin importar la forma en que se preparen estas bebidas, se presentan pérdidas o desperdicios de licor y demás ingredientes por diferentes factores como la inexperiencia, la prisa o el estrés de los bármanes. A su vez, pueden darse ligeras sobrecargas en ingredientes que, por las anteriores razones, alteran el *tasting* del coctel para diversos paladares y no se complace al cliente totalmente.

Con base en esta problemática, este proyecto se desarrolló con el objetivo de construir el prototipo de una máquina dosificadora de cocteles capaz de dispensar bebidas, basada en recetas de coctelería clásicas y modernas teniendo en cuenta las tipologías de *Pousee-café* y *Collins* (ver Figura 1). Con la implementación de este sistema se logrará obtener un menor desperdicio de licor y cantidades más exactas, con base en recetas que garantizan que los clientes estén satisfechos con su orden, puesto que se ofrece una adecuada preparación según

la categoría deseada, sin ningún tipo de mecanismo autónomo, lo cual permite la integración de los ingredientes por medio de un *shaking*.

La experiencia con este tipo de sistemas es agradable, pues además de ser innovador y llamativo, su funcionamiento es sencillo, rápido y sirve como apoyo para los bármanes, con el fin de mejorar la calidad de la bebida y reducir el tiempo de espera del cliente. Dichos factores se ven representados en un incremento económico para los administradores de los bares o funcionan para amenizar algún evento de integración social, ofreciendo un servicio sofisticado con el uso de este tipo de máquinas.



Figura 1. Cocteles Pousse-café y Collins Fuente: elaboración propia

Por otra parte, según Pelayo (2010), la automatización de procesos alimenticios en un mundo globalizado es cada vez más competitiva, debido a que los productos de calidad y seguridad a mejor precio son los que ganan en el mercado, y la robótica es la que proporciona estos parámetros de calidad y seguridad alimenticia. Además, la elevada necesidad de mano de obra calificada y entrenada es cada vez más escasa, por lo que se ha pretendido mejorarla automatizando ciertos procesos para lograr el objetivo con más agilidad y precisión, a la hora de ejercer una tarea específica. Así, en el contexto de la industria coctelera también se han desarrollado este tipo de automatizaciones para mejorar el servicio, algunas de ellas serán descritas a continuación.

En primer lugar, suponiendo el caso de un pequeño puesto de cocteles en el centro del Barbican Centre de Londres, una multitud observa a un barman girar y agitar una coctelera llena de ingredientes para un *Martini* de maracuyá. Los movimientos del barman no son tan

acrobáticos como los de Tom Cruise en *Cocktail*, pero el nivel de espectacularidad detrás de la barra es el tipo de escena que normalmente llenaría un frasco de propinas.

Esa clase de sistema de coctelería robótica es conocida como *Makr Shagr* y atiende a clientes en la exhibición *AI: More than Human* de Barbican (Figura 2). Fue una creación del arquitecto italiano Carlo Ratti y, aunque comenzó como un proyecto aislado para un evento de Google en el 2013, la tecnología es ahora un producto comercial vendido a través de Marrk Shagr Srl, con sede en Torino, Italia.



Figura 2. *Mark Shagr, bartender robótico* Fuente: (Allen, Grau, & Tubman, s.f.)

En segundo lugar, se encuentra el *The Inebriator*. Este dispositivo se basa en un riel de movimiento lineal controlado mediante un Arduino Mega que, a través de la ayuda de una pantalla LCD, permite seleccionar la bebida y un sistema que se encarga de desplazar el vaso a distintas posiciones donde se encuentran las botellas repartidas a lo largo de un soporte. (González, 2012, párr. 2)

La diferencia con otras máquinas es que la posición de las botellas es boca abajo, con lo que se elimina el uso de bombas (Figura 3); aunque igual se utilizan, pero para otros líquidos (jugos, gaseosas, agua). Una característica de este sistema es el arreglo de ledes que tiene en la parte superior de las botellas, al igual que en la plataforma que transporta el vaso, el cual indica el funcionamiento y finalización del dispensado. (Andrade, 2016, p. 7)



Figura 3. The Inebriator Fuente: (Andrade, 2016)

En tercer lugar, está el Barsys (Figura 4) que es una máquina dispensadora de bebidas computarizada asociada a la patente WO 2018/055643 A2, en la cual, en una realización, se puede disponer de un sistema de bebidas para mover una taza entre la pluralidad de estaciones dispensadoras y agregar uno o más ingredientes en cada estación. Este dispositivo puede incluir varios accesorios para unir contenedores de ingredientes al sistema de bebidas, además de un agitador asociado con la taza para mezclar los ingredientes después de que se dispensen en ella, en las estaciones de distribución (India Patente n° WO 2018/055643 A2, 2018)

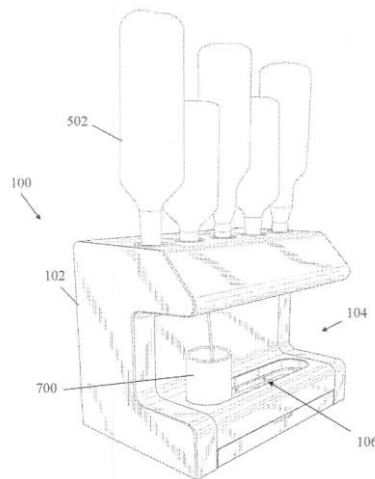


Figura 4. Modelo de patente Barsys Fuente: (India Patente n° WO 2018/055643 A2, 2018)

En cuarto lugar, se halla The Cube (Figura 5), una máquina diferente a las anteriores porque las botellas giran alrededor de un eje, por lo que el usuario solo tiene que colocar el vaso en su posición para que proceda el dispensado de la bebida. La interfaz gráfica es manejada por medio de una pantalla táctil y posee sensores de seguridad como la posición del vaso y las

puertas de las botellas, el dispensado de estas se realiza por medio de una válvula que se activa.

(Andrade, 2016, p. 9)



Figura 5. The Cube bartender Fuente: (Andrade, 2016)

En quinto lugar, se encuentra Cocktail Maker, una coctelera automática asociada a la patente US 2011/0113967 A1 que incluye un marco, múltiples cuerpos de lata, un dispositivo de conmutación multicanal con una entrada y salida de líquido, una bomba de medición con orificios de entrada y salida, un sistema de tuberías y una unidad de control programable. El cuerpo de la lata está dispuesto en el marco y el sistema de tuberías funciona para conectar al primero con una salida de licor que, a su vez, está unida a la entrada de líquido del dispositivo de conmutación multicanal a través de un primer conducto de panel.

Del mismo modo, el dispositivo de conmutación multicanal está conectado al orificio de entrada de la bomba de medición a través de un segundo conducto, mientras que el orificio de salida está unido a una de licor y a una parte del accionamiento del dispositivo. Finalmente, la bomba está conectada eléctricamente a la unidad de control programable.

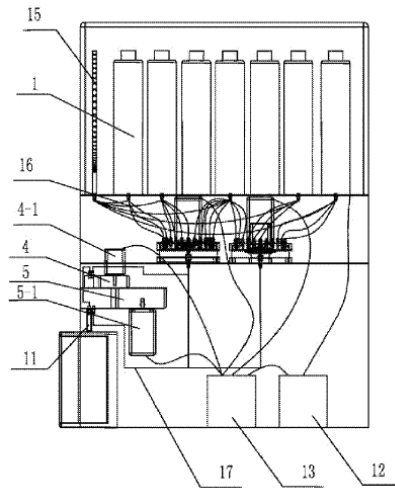


Figura 6. Modelo de patente Cocktail Maker Fuente: (United States Patente n° US 2011/0113967, 2011)

Además de los anteriores sistemas, existe un proyecto de camarero robótico llamado Barobot que es capaz de preparar cualquier tipo de coctel sin necesidad de la intervención humana. Su funcionamiento es muy simple: el robot cuenta con un recetario de 1000 bebidas con o sin alcohol y un sensor de peso para saber cuánta cantidad debe añadir de cada ingrediente de la bebida seleccionada. Funciona mediante una tableta con sistema Android de siete pulgadas en el que están integradas las recetas; seleccionando la bebida, el camarero robot se pondrá automáticamente a prepararla. (No Sabes Nada, 2014, párr. 1)



Figura 7. The Barobot Fuente: (Barbotics, 2015)

Adicionalmente, se encuentra un sistema que probablemente sea el más comercial, llamado Monsieur. Este es el dispositivo que cuenta con mayores cualidades: una pantalla táctil de

mayor resolución, es más compacto, tiene comunicación wifi, bluetooth y su propia aplicación para teléfonos inteligentes, que posee un desempeño y calidad muy atractivos.



Figura 8. Bar Monsieur Fuente: elaboración propia

En suma, este tipo de máquinas cumplen con la tarea de dosificar licores. No obstante, el inconveniente de utilizarlos es que su precio es muy elevado y al momento de crearlos no se tuvo en cuenta la tipología de la preparación, puesto que al tratarse de cocteles collins se requiere un *shaking* para obtener una mezcla e integración adecuadas y poder dar el punto indicado a la bebida.

Por esta razón, gracias al desarrollo de este proyecto fue posible la construcción de un prototipo automático de dosificación de cocteles, con una aplicabilidad y funcionalidad sencillas, que es capaz de dispensar de las botellas la cantidad necesaria de licor para poder realizar la preparación adecuada de las bebidas, según lo solicitado por el usuario en la interfaz. (Quijano y Aguilar, 2016, p. 16)

Ello da solución a los principales inconvenientes de los establecimientos dedicados a la comercialización de licor y a aquellas personas que desean un ambiente más ameno y sofisticado en la celebración sus eventos sociales y empresariales, de una forma innovadora y práctica.

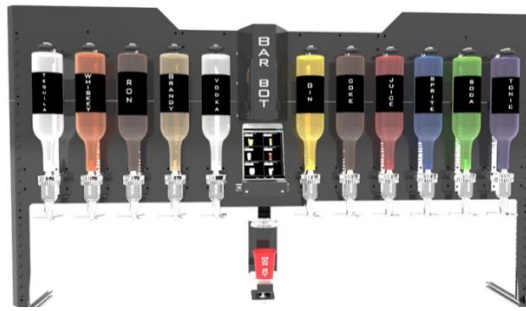


Figura 9. Barbot, máquina automática de cocteles (México) Fuente: Google Imágenes

1.3 Planteamiento del problema

Un barman puede ser la persona más importante del establecimiento, según el manual básico *Servicio y Cocktails* (Noboa, 2018). Cuando este se encuentra detrás de la barra es necesario que su actitud sea correcta y dé todo de sí, para que los clientes se encuentren satisfechos con las bebidas y el servicio. Para ello, es fundamental que esté capacitado y tenga la experiencia requerida para lidiar con situaciones como el estrés o la alta demanda de clientes atendidos simultáneamente.

Las recetas de cocteles, aunque hayan sido popularizadas, no todas las personas están capacitadas para hacerlas adecuadamente. Más allá del conocimiento profesional, existen aspectos que se deben tener en cuenta. Es en este contexto donde entra la automatización de procesos sanitarios y alimenticios en la elaboración de cocteles, con altos estándares de calidad, que permitan obtener el *tasting* ejemplar entre las cantidades perfectas con una fácil y correcta manipulación de las bebidas involucradas.

A partir de ese panorama, uno de los desafíos ingenieriles presentado en este proyecto fue buscar el mejor diseño mecatrónico que se acoplara a las necesidades expuestas y, a su vez, hallara un método para perfeccionar el proceso, con base en los conocimientos de profesionales en la materia. Ello con el propósito de hacer óptima la implementación de un sistema que incluya la coctelería en un conjunto de elementos mecánicos y electrónicos que van a controlar

el proceso y que permitirán que las bebidas tengan las cantidades necesarias, minimizando desperdicios de licor por medio de sistemas inteligentes destinados para ello.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- π Facilitar la elaboración de cocteles al diseñar una máquina semiautomática para la dosificación y mezcla de cocteles.

1.4.2 Objetivos específicos

- π Realizar un proceso de dosificación de 1 onza de cada licor según la receta, llegando a manejar 4 licores diferentes.
- π Incrementar de forma considerable el tiempo de elaboración, haciendo que este sea menor a un minuto.
- π Permitir el uso fácil y didáctico del prototipo, haciendo más eficiente la solicitud de los cocteles al implementar una interfaz HMI.
- π Basado en pruebas garantizar una mezcla homogénea del coctel si este así lo requiere.

1.5 Justificación

Al servirse una bebida alcohólica o un coctel se requiere de tiempo, esfuerzo y conocimientos profesionales previos para obtener una buena mezcla; pero en algunas ocasiones, al realizar dicha acción se derrama líquido, lo que genera pérdidas considerables en la elaboración de las bebidas. En ese sentido, la sociedad dinámica que se experimenta actualmente demanda facilidad en actividades básicas como servir o preparar un coctel sin tener los conocimientos preliminares para ello, de una manera sencilla y eficaz.

Para algunas personas les es imposible o muy difícil controlar la cantidad correcta de bebida servida, puesto que no disponen de los conocimientos o herramientas necesarias que se requieren para su elaboración, lo que da como resultado una mezcla no deseada. De igual forma, en ocasiones el vaso se cae en el momento de realizar el *shaking*, presentándose así derrames innecesarios al momento de ejecutar la mezcla. Todas estas razones motivaron la realización de este proyecto.

1.6 Organización del documento

Este documento está dividido en seis capítulos que, a su vez, constan de varios apartados que abordan temáticas específicas referentes al desarrollo e implementación del prototipo. El primero presenta la introducción del proyecto y expone el planteamiento del problema en la coctelería actual, así como una propuesta para su solución basada en antecedentes de homólogos expuestos hasta la actualidad, en relación con patentes y artículos comerciales. Posteriormente, el segundo capítulo partió del diseño conceptual del prototipo, en el que se explica la teoría necesaria para la ejecución del proyecto y se presentan posibles diseños y modelos que satisfacen las necesidades expuestas, por medio de bocetos y esquemas de funcionalidad.

A su vez, el tercero aborda el diseño estructural, selección de materiales, implementaciones eléctricas, actuadores, sensores y microprocesador a utilizar, con argumentos y evidencias que demostraron por qué son las opciones idóneas para la implementación del prototipo. Además, se da la explicación de la interfaz para el uso por parte del usuario, basada en un sistema guiado y de fácil manipulación.

El cuarto capítulo explica la ingeniería de detalle del proyecto, los diseños propuestos con la implementación de los materiales y componentes seleccionados en el capítulo anterior, prototipado de los diferentes módulos y estructuras en software CAD, mediante la validación

del funcionamiento de los sistemas planteados por medio de cálculos, simulaciones de Motion Analysis y Finite Element Analysis dentro de las estructuras críticas o esenciales del prototipo.

Finalmente, en el quinto capítulo se evidencia la implementación de lo abordado en los capítulos anteriores de forma física y se muestran los resultados del funcionamiento del proyecto, validando los procesos ingenieriles implementados; mientras que el capítulo seis contiene las conclusiones y glosario desprendidos del trabajo final.

1.7 Alcance y delimitaciones

Delimitación conceptual: se propuso un sistema semiautomático que permite mejorar los procesos de elaboración de cocteles, con mejores estándares de calidad en estos y así obtener un prototipo que posea la capacidad de preparar una bebida con base en diferentes configuraciones y procesos mixológicos que se requieran para su elaboración y correcta presentación.

A nivel conceptual, el sistema se diseñó teniendo en cuenta algunos aspectos básicos:

- π Ambiente: proveer un ambiente ideal por medio de colores y melodías derivadas del prototipo.
- π Facilidad para enfriar las bebidas: estimar la posibilidad de agregar hielo a las diferentes bebidas sin recurrir a otros medios.
- π Facilidad para ubicar los licores: bases rígidas y adaptativas para dispensar el licor desde su envase de origen.
- π Recepción de los licores a mezclar: implementar un sistema móvil, el cual permita recolectar los diferentes licores que sean dispensados para su elaboración.
- π Capacidad de mezclado: proveer un sistema de agitado para bebidas que lo requieran, según su proceso mixológico.

Los aspectos mencionados se definieron como básicos para el sistema; sin embargo, fueron reevaluados con otros aspectos dentro del capítulo de diseño conceptual, en el cual se tuvo en cuenta la forma de lograr los requerimientos del sistema.

Delimitación técnica: el prototipo cuenta con las siguientes especificaciones técnicas mínimas y de calidad:

- π Resistencia al agua.
- π Resistencia P21 Nano Coating (Vicespy, 2016).
- π Higiene.
- π Normas y estándares gubernamentales para el manejo de bebidas y alimentos.
- π Fácil limpieza y mantenimiento.
- π Sistema modular de fácil transporte.
- π Sistema de dosificación de licores.
 - Soporte adaptativo para cualquier tipo de botella de licor superior a 20 cm de longitud.
 - Base móvil con soporte para coctelera europea y cualquier tipo de copa.
 - Válvulas dosificadoras de una onza.
 - Soporte angular para cuatro botellas.
- π Sistema de mezcla o agitado.
- π Soporte para coctelera europea de tres piezas.
- π Sistema de iluminación.
- π Sonido bluetooth.
 - Compatible con sistemas Android e iOS con dispositivos Bluetooth 5.0.

Todo lo anterior con el fin de realizar cocteles de manera adecuada, en cantidades exactas y mayor rapidez y así brindar un espacio óptimo al usuario que carece de conocimientos

profesionales en el área, al ser un dispositivo manipulado por medio de una interfaz gráfica HMI para facilitar su uso y buen desempeño.

Delimitación temporal: el proyecto fue llevado a cabo en un término aproximado de seis meses, incluyendo su diseño y el desarrollo de la documentación vinculada al trabajo. Este tiempo se vio afectado por la fabricación y compra de algunos componentes, pues dependieron de personas y empresas externas que algunas veces incumplieron con los plazos acordados. Así mismo, se esperó que la fabricación de un coctel por parte del prototipo no superara los 60 segundos desde la selección hasta su entrega.

Delimitación espacial: se realizó en las instalaciones de la Universidad Militar Nueva Granada para sus validaciones experimentales, en el domicilio del estudiante para la implementación estructural del prototipo y en las empresas que prestaron el servicio de fabricación de partes según la demanda de estas requirieron. Una vez terminado, el proyecto pudo transportarse, para su presentación y validación, a la sede Calle 100 de la Universidad Militar Nueva Granada.

Delimitación económica: el proyecto no superó los dos millones de pesos porque el propósito fue tener una visión económica para su posible comercialización en los mercados competentes. Asimismo, los recursos fueron aportados en su totalidad por el estudiante y por ello, la propiedad intelectual y física del proyecto es de aquel.

Delimitación documental: al finalizar se hizo el levantamiento de los siguientes documentos, los cuales hacen parte de los entregables:

- π Documento de Desarrollo Tecnológico: en este documento se muestra todo el proceso de diseño e implementación del sistema propuesto.
- π Diseños CAD y MRP: hacen referencia a los archivos de pieza, ensamble y planos, y los referentes a la parte electrónica del proyecto.

- π Manual de usuario: documento que muestra la forma de implementar y poner en marcha la máquina, lo que permite que una persona pueda usar el prototipo de manera ideal.
- π Artículo científico: este documento resume las acciones de ingeniería más relevantes del proyecto, mostrando su análisis cualitativo y las simulaciones que validan el diseño implementado.

Capítulo II. Diseño conceptual

En este capítulo inicialmente se aborda el tema tratado mediante la metodología Casa de la Calidad (QFD), exponiendo los requerimientos y especificaciones con los cuales se diseñó y construyó la máquina, para así cumplir con las necesidades del cliente (Revista Metal Actual, s.f.).

2.1 Fisiología del problema

Para la preparación de un coctel se necesita un promedio de tres a cuatro ingredientes que son mezclados o no dependiendo de su tipología y mixología, haciéndolo uno por uno hasta llegar al producto final deseado. Este proceso, cuando se realiza de forma tradicional, toma alrededor de dos a tres minutos por coctel. Con la implementación de la máquina dispensadora se pretende lograr un ahorro de tiempo del 50 %, para duplicar y mejorar la capacidad de cocteles y bebidas entregados a los clientes o usuarios, con el fin de mejorar la calidad y estimación del producto.

La máquina para la mezcla de cocteles es capaz de preparar bebidas alcohólicas a partir de cuatro ingredientes principales que se encuentran en contenedores, mediante un sistema de control de fluidos óptimo. Además, cuenta con capacidad de producir de 10 a 12 cocteles cada 10 minutos, lo que demuestra eficiencia y calidad en el producto entregado. En una jornada de trabajo puede preparar hasta 150 bebidas sin interrupciones.

2.2 Propuesta ingenieril

De acuerdo con los estudios realizados y el problema evidenciado en el capítulo anterior, se planteó un sistema de dispensadores automático que apoya las funciones del barman en la ejecución de cocteles estándar como *Pousee-café* o *Long drinks* y en la preparación de hasta cuatro cocteles distintos simultáneamente, con etapa de mezclado de ser requerido y según la

mixología o receta a seguir, además de ser capaz de servir la bebida. Algunos aspectos básicos tenidos en cuenta en el diseño del sistema son los siguientes:

- π El diseño fue de bajo costo, puesto que la máquina será un producto comercializable.
- π Se cumplieron normas y estándares para la manipulación de alimentos.
- π Los materiales empleados satisficieron las necesidades mecánicas, en cuanto al trabajo que debían realizar.
- π El prototipo garantizó la seguridad de las personas que lo manipularon.
- π Se garantizó la protección de los componentes electrónicos de la máquina por si se presentaba un derrame.
- π La coctelera tuvo un diseño sencillo pero atractivo, donde los componentes mecánicos contaron con facilidad de manufactura y fácil comercialización. Igualmente, se incluyeron partes o piezas encontradas en el mercado.
- π El prototipo contó con cuatro botellas de los licores más usados en la preparación de cocteles tipo *Collins* y *Pousee-café*.

2.3 Formulación de especificaciones técnicas

La implementación de la máquina semiautomática para la mezcla de cocteles generó beneficios en comparación con el proceso de preparación tradicional y puede representar una ayuda para aquellos bármanes y usuarios indirectos del prototipo. Esto, a futuro, permitirá que un bar mejore en las siguientes instancias:

- π Mejora el tiempo de preparación de un coctel.
- π Entrega del producto con las cantidades exactas para cada coctel.
- π Disminución en el tiempo de espera de los clientes.
- π Mayor precisión en las mezclas realizadas.

Asimismo, para la construcción de esta máquina se consideraron las tres áreas de la ingeniería mecatrónica:

1. **En la parte mecánica:** el diseño estructural de la máquina coctelera se fundamentó de acuerdo con los siguientes aspectos:
 - π Un análisis estático de la estructura de la máquina.
 - π El diseño y selección de un sistema de mezclado apropiado para los cocteles.
 - π El diseño y selección de un sistema de dispensado apropiado para los cocteles.
 - π El diseño y selección de elementos mecánicos y transmisiones.
 - π La elaboración de planos mecánicos y modelos representativos CAD.
 - π Análisis de simulación AM y FEA en los elementos fundamentales.
2. **En la parte electrónica:** el dimensionamiento y selección de los componentes eléctricos y electrónicos se basó:
 - π La implementación de un microcontrolador que administre y ejecute el proceso.
 - π El acondicionamiento y procesamiento de señales de control.
 - π Dimensionamiento apropiado de la fuente para dispensar, sistema de control, con base en las necesidades de voltaje y corriente.
 - π Elaboración de planos eléctricos.
3. **En la parte de control:** la programación del sistema contempló la ejecución y puesta en marcha del proceso:
 - π “Sincronización de dispositivos del sistema mezclador para una mezcla homogénea.
 - π Rutinas programadas para la preparación de cocteles.
 - π Implementación de la interfaz humano-máquina (HMI).
 - π Ingreso de los datos de selección para el coctel a preparar.

2.4 Casa de la Calidad (QFD)

La ingeniería concurrente determina qué se debe tomar como base en los requerimientos de la calidad, desde el diseño conceptual para asegurar que el producto cumpla con los requerimientos del cliente, satisfaciendo sus necesidades y generando excelentes aceptaciones en el mercado competente. En ese sentido, el prototipo se planteó bajo los siguientes lineamientos:

- π Bajo costo.
- π Variedad cocteles.
- π Fácil de instalar.
- π Fácil de transportar.
- π Capacidad de varios licores.
- π Sistema de mezclado.
- π Dosificadores de alto desempeño.
- π Resistencia mecánica.
- π Poco ruido.
- π Resistencia al agua.
- π Estética.
- π Durabilidad.

Por otro lado, como análisis previo en la metodología QFD, se observaron dos partes importantes en las cuales se desarrolla correctamente un proyecto, haciendo referencia a las necesidades, requerimientos y especificaciones del sistema.

Así, en la Figura 10 se relacionan las especificaciones arbitrarias de diseño y las características del cliente, teniendo en cuenta los requerimientos generales que tuvo el prototipo, para definir prioridades a la hora de su desarrollo e implementación.

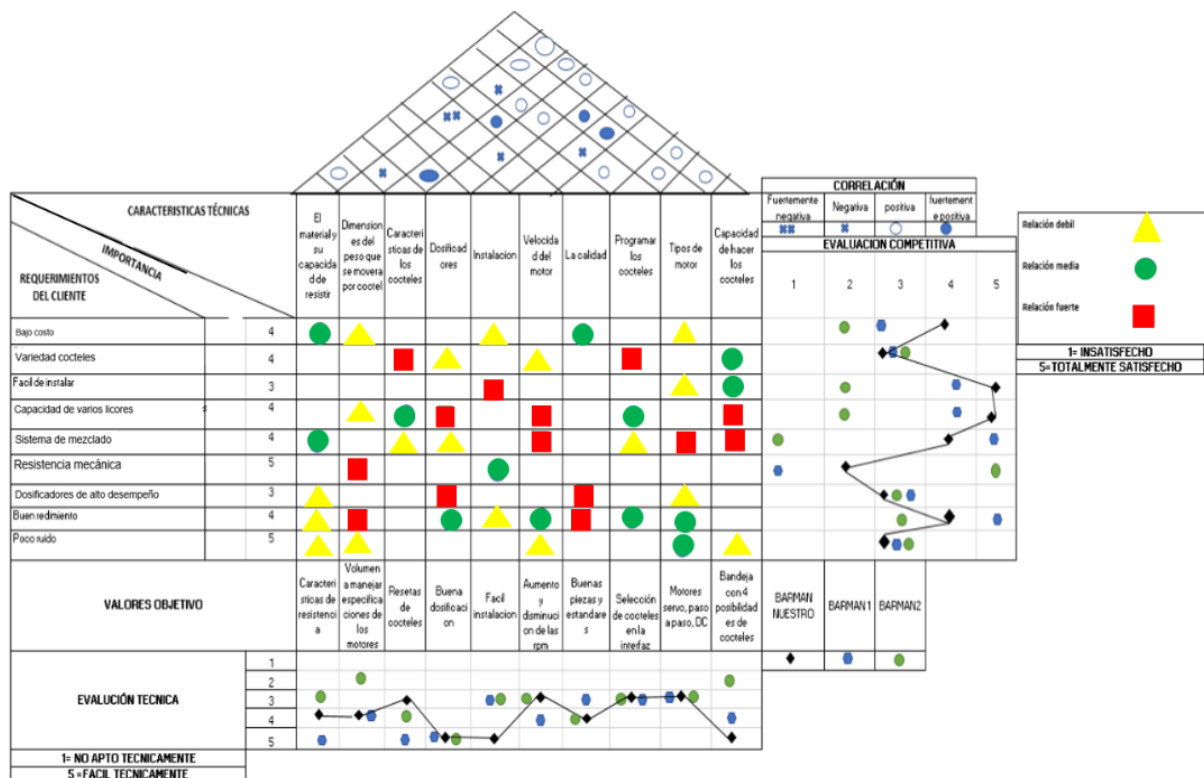


Figura 10. QFD, Casa de la Calidad en coctelera semiautomática Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta las especificaciones propuestas para el desarrollo del prototipo se definieron prioridades, con base en los valores obtenidos de la Casa de la Calidad, donde se evidenciaron los puntos críticos o de alta importancia y se tuvieron en cuenta los estándares de salubridad y desempeño mecánico del sistema mecatrónico.

Analizando los resultados expuestos por el método QFD se mostró una correlación de aspectos con consideraciones importantes que relacionan: un dispositivo de bajo costo, capacidad suficiente de licores, mezclado y fácil instalación. Estos puntos pretendieron acabar con el problema planteado con base en la evaluación técnica, para así obtener la mejor versión del prototipo.

2.5 Marco teórico

π Bebida alcohólica

Una bebida alcohólica es un líquido que presenta toxicidad en su composición y se clasifica en diferentes clases que tienen características contrastivas. Las bebidas alcohólicas aptas para el consumo humano contienen alcohol etílico o etanol (Coctelería Creativa, 2015).

π Clasificación de las bebidas alcohólicas y sus características

Los licores cuentan con una gran cantidad de características que se pueden distribuir en distintos grupos. Sin embargo, las principales clasificaciones son según su proceso de destilación, proporción entre alcohol y azúcar y la composición (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

π Clasificación por destilación:

- Licores de destilación simultánea: todos los ingredientes ingresan al proceso de destilación al mismo tiempo, seguido, se agrega el azúcar y los colorantes para obtener el aspecto y el sabor deseado.
- Licores de destilación paulatina: el licor tiene como base Brandy o Coñac, estos se destilan y se le añaden las hierbas o las frutas. Como no se presenta cambio de temperatura, los ingredientes conservan su esencia original. (Quijano y Aguilar, 2016, p. 24)

π Clasificación por la composición:

- Mixtos: su base son las hierbas o frutas y se combinan junto al alcohol, logrando conservar las características principales de aquellas. Se encuentran principalmente en los licores finos y algunos de ellos cuentan también con saborizantes.
- Simples: no tienen una base y son fabricados a partir de una sola sustancia que representa la principal cualidad de la bebida. (Quijano y Aguilar, 2016, p. 25)

π Coctelería automática

Es un proceso automatizado donde se transfieren tareas realizadas por barman, a un conjunto de elementos mecánicos y electrónicos que controlarán el procedimiento por medio de un autómatas programable o microprocesador, con el objetivo de lograr una combinación ideal de este tipo de bebidas.

π Métodos para preparar un coctel

Para la preparación de un coctel existen diferentes métodos, utilizados dependiendo de los ingredientes requeridos. Entre estos se encuentran:

- **Directo:** la bebida se prepara directamente en el vaso en el que se va a servir.
Dentro de este grupo se encuentran los Pousee-café, que son formados por capas.
- **Batido:** su preparación se realiza en una coctelera agitando todos los ingredientes para tener una mezcla uniforme. Se utilizan hielos que permiten disolver los ingredientes que son más densos, como huevos o cremas (Revista Metal Actual, s.f.).

π Sistemas mecatrónicos en la industria alimenticia

Según Pelayo (2010), la automatización de procesos alimenticios es una de las necesidades del mundo globalizado. Los productos de altos estándares de calidad y seguridad a mejor precio son los que mayor demanda obtienen en diversos tipos de mercado y la robótica proporciona estos parámetros en cuanto a calidad y seguridad alimenticia. Por esta razón, la mano de obra calificada ya no es tan requerida en comparación con los procesos de automatización que satisfacen necesidades con más agilidad y menos costos.

En ese sentido, para el autor las ventajas obtenidas por medio de los sistemas mecatrónicos en el sector alimenticio son:

- Baja tasa de errores.
- Capacidad de repetir de forma exacta procesos establecidos.

- Continuidad de procesos de producción (Pelayo, 2010).

π Procesos automatizados en la industria alimenticia

El ser humano siempre ha buscado la manera de facilitar las actividades que ejecuta por medio de máquinas o herramientas, más en contextos donde el trabajo es peligroso, pesado o repetitivo. Lo mismo ha sucedido en la industria coctelera. Los procesos para crear bebidas pueden ser más sencillos y requerir conocimientos mínimos por medio de sistemas semi o totalmente automatizados. Entre estos procesos se encuentran:

- Carga y descarga de productos.
- Envasado.
- Empaquetado.
- Control de etiquetado.
- Sellado.
- Procesos de control de calidad.

2.6 Marco legal

Existen una serie de estándares para el manejo de alimentos y bebidas en cuanto a los materiales se refiere. A continuación, se mencionan y representan las normas aplicadas para el desarrollo de este prototipo:

- π Norma técnica NTC 5022:** nombró los materiales y artículos en contacto con productos alimenticios. Esta norma abordó los temas para la correcta elección del tipo de ensayo, condiciones y método más apropiados para una determinada aplicación y deben leerse con detenimiento antes de iniciar un proyecto. Por un lado, la 5022-1 hizo referencia a los artículos plásticos que están en contacto con los alimentos y, por el otro, la 5022-2 se refirió a los metales y aceros utilizados para

los elementos que interactúan con los alimentos. Es importante seguir con detalle esta norma en cuanto a utilización del material.

- π Resolución 2400 de 1979: determinó las disposiciones sobre higiene y seguridad aplicadas a los establecimientos de trabajo, sin perjuicio de las reglamentaciones especiales que se dicten para cada centro de trabajo en particular, con el fin de preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales, y así lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en sus diferentes actividades. (Art. 1)
- π Resolución 683 de 2012: “por medio de la cual se expidió el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano” (preámbulo).
- π Resolución 2674 de 2013: estableció los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales o jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas para estos; así como los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas. (Art. 1)

2.7 Análisis DOFA

La matriz DOFA es una herramienta analítica que permite extraer información sobre las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas. Este análisis funcionó para evaluar las características del proyecto y las formas de competir en el mercado, lo que permitió obtener múltiples aplicaciones que ayudaron a formalizar un buen diseño del producto e identificar cómo impactar en los clientes y en el mercado actualmente competente.

Con base en lo anterior, se identificaron las cualidades que favorecen al proyecto, en cuanto a métodos de innovación y tecnología que demuestran su alto valor frente al mercado competente (Revista Metal Actual, s.f.). A estos se sumaron las oportunidades tecnológicas y financieras dentro del desarrollo de la máquina; no obstante, se evidenciaron debilidades y amenazas consideradas como puntos de estrategia para generar impacto y proporcionar soluciones eficientes para un mejor desempeño y aceptación pública (ver Tabla 1).

Tabla 1. *Matriz DOFA del prototipo*

PUNTOS FUERTES

- Innovación tecnología.
- Buena ubicación de mercado.
- Ofrecer un producto de calidad.
- Ofrecer un entorno agradable.
- Capacidades y desarrollos mediante tecnologías didácticas.
- Manejo de un producto complementario con respecto a las otras tecnologías.
- Técnicas de *marketing* y mercadeo.

OPORTUNIDADES

- Buena aceptación por el público.
- Posibilidad de ampliar el mercado de manera exponencial.
- Posibilidad de internacionalizar el mercado.
- Tener un amplio número de consumidores.
- Implementar nuevas y mejoradas tecnologías.



PUNTOS DÉBILES

- Adaptación a entornos empresariales.
- Perfeccionamiento de materiales rígidos y sanitarios.
- Poca demanda de medio tecnológicos en este ámbito.
- Métodos de mercadeo.
- Métodos de maceración para determinadas bebidas.
 - Disponibilidad de portafolio en áreas específicas.

AMENAZAS

- Mercado competente.
- Términos de garantía por manipulación.
- Costos de materia prima (licores).
- Obtener réplicas de mala calidad por parte de agentes externos.
- Cambio de tendencias de mercado.

Fuente: elaboración propia

2.8 PDS (Product Design Specification)

Documento creado durante la actividad de diseño conceptual y definición del problema. Detalla los requisitos que deben cumplirse para que el producto tenga éxito, basado en aspectos técnicos y comerciales con el fin de evidenciar características relevantes de tipo cualitativo y cuantitativo, respectivamente.

Identificación de producto:

π Coctelera.

π Función:

- Elaboración de cocteles *Collins* y *Pousee-café*.
- Características especiales:
- Resistente al agua P21.
- Higiénico.
- Parlante de sonido.
- Fácil limpieza y mantenimiento.
- Sistema de mezclado.

π Objetivos clave de rendimiento:

- Realizar cocteles con una mayor rapidez y dosificación exacta del licor.
- Implementar interfaz HMI para la selección el coctel deseado por el usuario.
- Implementar parlante de sonido en la coctelera para crear un ambiente agradable con el usuario en un medio doméstico.

π Capacitación del usuario:

- El objetivo de la implementación y realización del proyecto fue que el usuario pueda elaborar cocteles sin requerir conocimientos profesionales de coctelería, por lo que no se necesita una capacitación para su uso.

π Descripción física:

- La finalidad de este trabajo radicó en el estudio, construcción e implementación de una máquina que elabore bebidas artesanales o tradicionales denominadas cocteles. Este dispositivo cuenta con un sistema dosificador y, para ello, se utilizaron válvulas de flujo conectadas a las botellas de licor que se abren y cierran de acuerdo con el tipo de coctel que el usuario desee preparar. De esa manera, el licor tiene las proporciones necesarias para elaborar de manera correcta el coctel.
- El dispositivo tiene una base móvil en la que el usuario coloca el recipiente en el que se prepara el coctel según sea indicado por el prototipo; para ello, se utilizó un motor acoplado a una transmisión, el cual desplaza el recipiente para que sea llenado por las válvulas, de acuerdo con el coctel que el usuario selecciona mediante una pantalla táctil.
- Al finalizar la etapa de llenado, algunas recetas se deben mezclar de forma diferente. Esto fue posible por un sistema de *shaking* que integra todo lo necesario para obtener un buen *tasting* en los cocteles y así se ofrece un producto innovador de fácil manipulación.

π Identificación de mercado:

- El mercado objetivo son los consumidores de cocteles y bebidas alcohólicas y las casas de banquetes.
- Tamaño del mercado: cuatro millones de personas, aproximadamente, a nivel local.

π Demanda anticipada de mercado:

- 10 % de la población para el tercer año.
- 40 % de la población para el sexto año.

- Competencia: actualmente en el mercado existen diversos tipos de máquinas con características similares a las desarrolladas en este proyecto, dentro de las cuales destacan los métodos de coctelería visuales que consisten en verter líquidos sin tener en cuenta los procesos mixológicos de este tipo de bebidas. No obstante, este proyecto está enfocado en evitar desechos y eliminar el exceso para ahorrar hasta un 20 % del costo de ingredientes, lo que reduce el tiempo de preparación y no requiere conocimientos especiales.

π Fechas de entrega del proyecto:

- Tiempo para completar el proyecto: 24 semanas.
- Política de precios en el ciclo de vida, precio a granel: \$ 4 000 000 COP.
- Política de garantía: 12 meses por defectos de fábrica.
- Nivel de capital de inversión requerido: medio.

π Objetivos de ciclo:

- Vida útil: de cinco a siete años.
- Costo de instalación y operación: consumo de energía mensual.
- Plan de mantenimiento y ubicación: mantenimiento anual. Bogotá, Colombia.
- Expectativa de desempeño financiero en el retorno de la inversión: 40 %
- Estrategia de fin de vida: partes fisuradas o quebrantadas pueden ser recuperadas en un aglomerado de PMMA reutilizable en otros medios.

π Requerimientos sociales, políticos y legales:

- Requerimientos de seguridad y ambientales: regulaciones gubernamentales para el mercado local.
- Estándares: OSHA e ISO.

- Responsabilidad por la seguridad del producto: manual de instrucciones del usuario y de seguridad, manual de usos no adecuados para el producto, etiquetas de seguridad.
- Propiedad intelectual: patentes en trámite. TBD

2.9 Diseño preliminar

En esta etapa se procedió con el diseño preliminar del sistema que guía la solución de los requerimientos vistos, orientados a niveles de enfoque donde, por medio de diferentes opciones, se buscó la más adecuada y se analizó si el método seleccionado puede cumplir con los requisitos descritos, para así comprobar si no tiene ningún inconveniente en integrarse al sistema en conjunto.

Igualmente, se estudiaron y analizaron las áreas ingenieriles: diseño mecánico, diseño electrónico y diseño de control. Esto permitió una relación entre las diferentes ramas para obtener una solución estructurada al problema, basado en la norma internacional VDI-2222.

2.10 Nivel 0

La función general (Figura 11) representa de forma esquemática la tarea principal que realiza el prototipo mediante un diagrama de bloques.

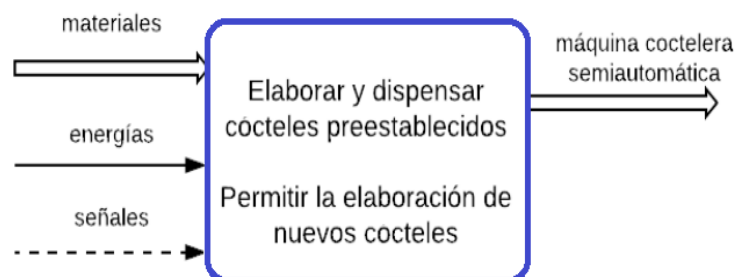


Figura 11. Análisis funcional global del prototipo Fuente: elaboración propia

De igual manera, también se indican los procesos involucrados para la creación e implementación de la máquina coctelera (Figura 12), donde se especifican los principales módulos que conforman e integran el sistema.

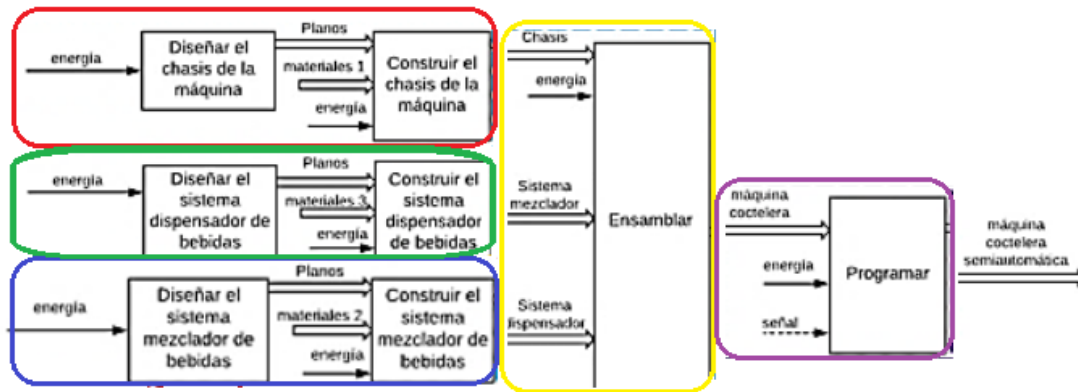


Figura 12. Desglose modular del prototipo Fuente: elaboración propia

2.11 Nivel 1

En este nivel se observa una orientación global y estructural de los procesos de rigidez que conllevó el prototipo para dar soporte a diferentes subsistemas, los cuales complementaron su fabricación.

2.11.1 Módulo 1: chasis de la máquina

Se fabricó el chasis de la máquina utilizando energía humana y mecánica. Este módulo representa la estructura que requirió el dispositivo para mantener juntos todos los componentes y módulos externos.

Como se definió, este sistema fue el encargado de dar estructura al prototipo en su totalidad, por esa razón, es rígido, liviano y de fácil manufactura; asimismo, la estética fue una prioridad para obtener un buen acabado superficial en el producto. En cuanto a la morfología del sistema, esta se analizará con más detalle en el capítulo sobre el diseño ingenieril, en el apartado

respecto al diseño mecánico y estructural. Ello debido a que se necesitó decidir, en primera instancia, cuál era la mejor solución por cada sistema y el acoplamiento que tuvieron entre sí.

2.12 Nivel 2

En este nivel se observó de manera más detallada los procesos para la construcción e implementación de la máquina con acciones más específicas. Se abrieron los módulos elementales porque son los que requieren alternativas y diferentes soluciones.

2.12.1 Módulo 2: sistema dispensador

El diagrama de la Figura 13 muestra los bloques funcionales para la obtención del sistema dispensador de bebidas, basados en las especificaciones técnicas del cliente.

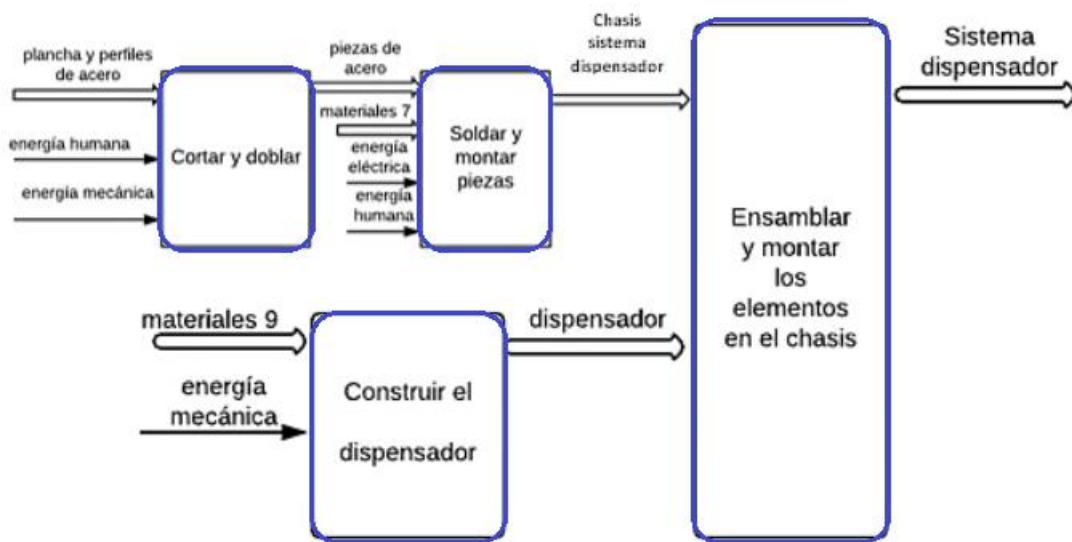


Figura 13. Análisis funcional del sistema dispensador Fuente: elaboración propia

Para el sistema dispensador es necesario la fabricación de un chasis para el sistema y las partes mecánicas que permiten al cliente colocar y extraer el recipiente del prototipo, al mismo tiempo, el drenaje de líquido en caso de que parte de la bebida llegue a derramarse.

π Tipo de movimiento

Fue importante definir exactamente cómo debía ser el tipo de movimiento para servir las bebidas y determinar, con base en el análisis funcional obteniendo, la generación de las diferentes alternativas de solución al sistema.

Dentro de los posibles tipos de movimiento se consideraron dos formas para servir la bebida en el recipiente, ambas con conceptos totalmente opuestos. En la primera opción (Figura 14), las botellas contenedoras del líquido se desplazan hacia el vaso y vierten la bebida, mientras que en la segunda (Figura 15), el vaso se desplaza hacia la posición de las botellas y vierte la bebida según corresponda.

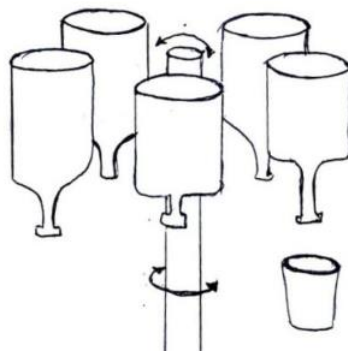


Figura 14. Configuración rotacional Fuente: elaboración propia

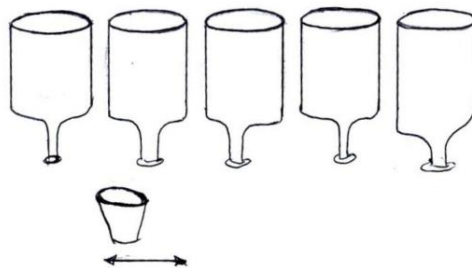


Figura 15. Configuración cartesiana Fuente: elaboración propia

π Suministro de líquido

Este sistema es el encargado de trasladar el líquido de las botellas al vaso. Para el prototipo se generaron dos posibles opciones en la cuales el dispensador ya cuenta con el “embudo universal” que se inserta en la boquilla de las botellas. Cabe resaltar que dicho embudo es universal porque es funcional para los diferentes diámetros que puedan tener las boquillas. Al

estar colocado de manera vertical, cuando es presionada la válvula, se abre y solo deja servir la medida de servicio equivalente a una onza. De la misma forma en que en la opción dos se necesita de un “actuador accionador” para activar la válvula, la cual no dispone de una cantidad de servicio o regulación automática.

A su vez, la válvula tipo palanca, similar a la de los garrafones, se abre y permite el flujo de líquido en función del tiempo y la disponibilidad; para ello, se tendrá un motor que será el “actuador accionador” (ver Figura 16) de la válvula.

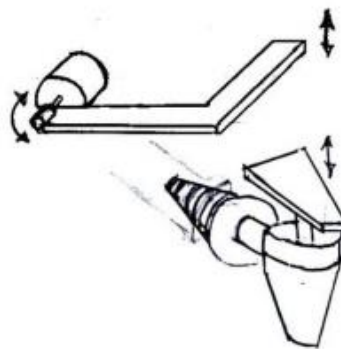


Figura 16. *Válvula de dosificación universal Fuente: elaboración propia*

Por su parte, la segunda opción (Figura 17) se dio por medio de un dispensador de licor. Es básicamente una válvula con medida fija de servicio (una onza) y funciona de la siguiente manera:

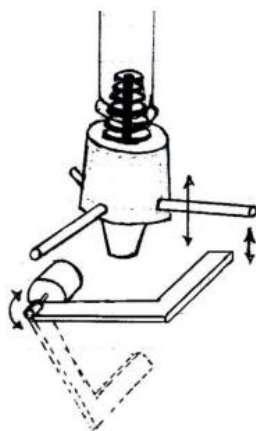


Figura 17. *Válvula de dosificación de licores Fuente: elaboración propia*

π Sistema base móvil

Este sistema es el encargado de transmitir un movimiento rotacional del actuador asociado al sistema de dispensación y transformarlo en movimiento lineal, de esta manera, se coloca el recipiente en la posición de la bebida por la cual se va a suministrar el licor. Para este sistema se generaron dos opciones.

La primera opción (Figura 18) contó con el acoplamiento de un husillo, un motor y el “móvil”, que se desplaza linealmente gracias al giro del motor junto con el husillo.

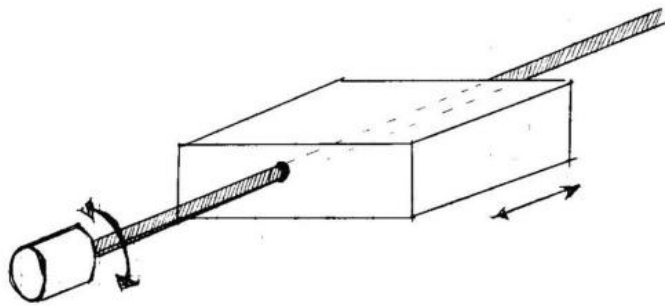


Figura 18. Transmisión por husillo Fuente: elaboración propia

En la segunda opción (Figura 19) el motor va montado en el carro y la correa dentada se fija de los extremos, al girar el motor se produce el movimiento lineal del “móvil” a lo largo de la correa presentando estabilidad y velocidad.

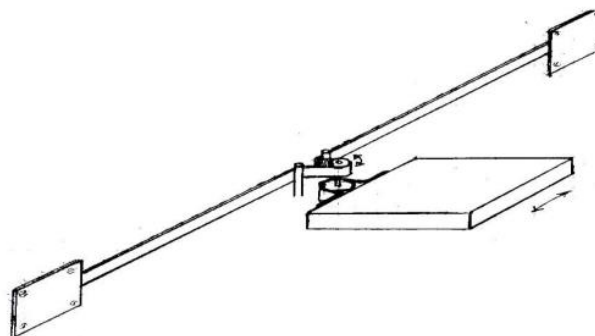


Figura 19. Transmisión por correa Fuente: elaboración propia

π Sistema de guía para la base móvil

Es el encargado de dar guía al movimiento obtenido del “Sistema base móvil” y proporciona estabilidad al prever una guía lineal porque como se define en el tipo de movimiento, se moverá el recipiente y no las botellas. Para este sistema de igual forma se generaron dos opciones.

En primera instancia, se mostró un sistema parecido al de las mesas corredizas, implementado en escenarios domésticos como escritorios y cocinas. Consta de dos rieles laterales con canales verticales por donde se desplazan las ruedas acopladas a la base móvil (Figura 20).

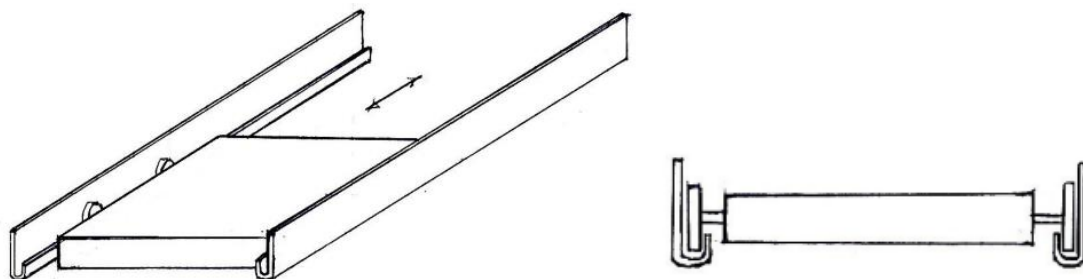


Figura 20. Guía de desplazamiento por rieles (trimétrica - frontal) Fuente: elaboración propia

En segunda instancia, esta opción abordó un sistema con dos guías fijas que pasan a través de rodamientos lineales o chumaceras montadas en las caras laterales de la base móvil (Figura 21).

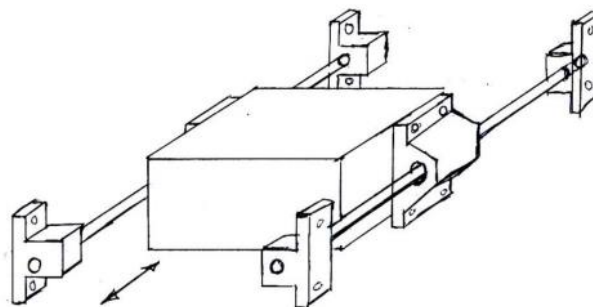


Figura 21. Guía de desplazamiento por rodamientos (trimétrica) Fuente: elaboración propia

π Sistema de soporte

Este sistema es el encargado de portar el vaso, evitar que se caiga y asegurar su posición para que le sea suministrado el líquido. Además, debe ser simple y proporcionar facilidad al usuario para que deposite el vaso donde se le servirá la bebida seleccionada.

La opción estuvo inspirada en el diafragma de una cámara fotográfica. Al girar el anillo de en medio hace que los diámetros de los cables (tres cables fijos en un extremo al anillo inferior y del otro extremo fijo al anillo del medio) sean menores (Figura 22) o mayores para adaptarse a las diferentes medidas de los recipientes que el usuario deposite.

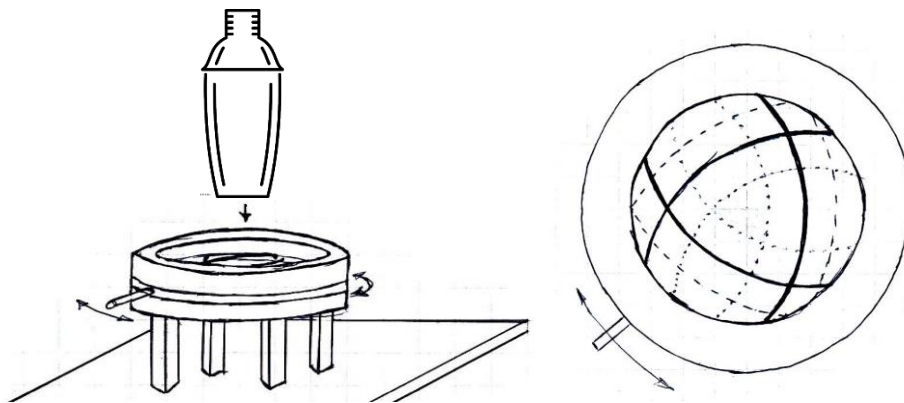


Figura 22. Sistema de soporte por diafragma Fuente: elaboración propia

Igualmente, la opción (Figura 23) fue motivada por el sistema de portavasos implementado en automóviles. Consta de un anillo con “pestañas” flexibles, que busca que vuelvan a su posición inicial, es decir, prototipados de un material flexible, para así disponerlos alrededor del anillo de diámetro mayor al del vaso y lograr asegurarlo concéntrico al anillo.

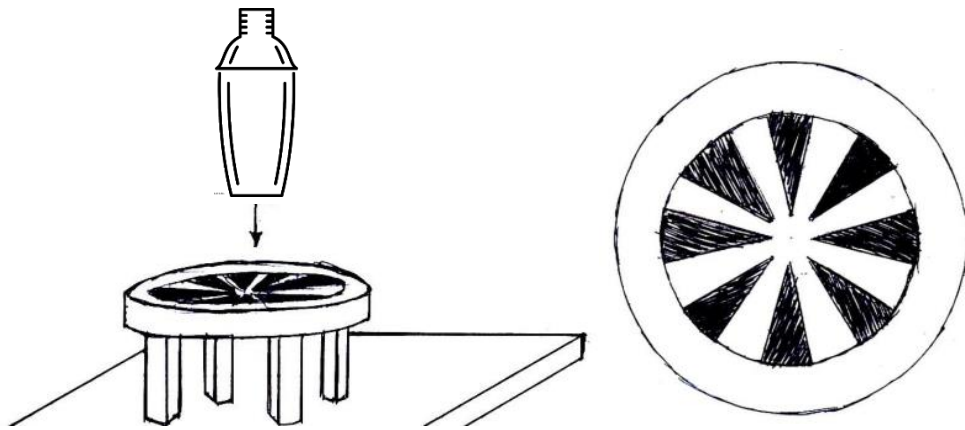


Figura 23. Sistema de soporte por pestañas flexibles Fuente: elaboración propia

2.12.2 Módulo 3: sistema de agitado

En la Figura 24 se observan los bloques funcionales necesarios para obtener el sistema mezclador de bebidas, con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos técnicos planteados y llevar así la ejecución de un coctel de manera ideal según su mixología.

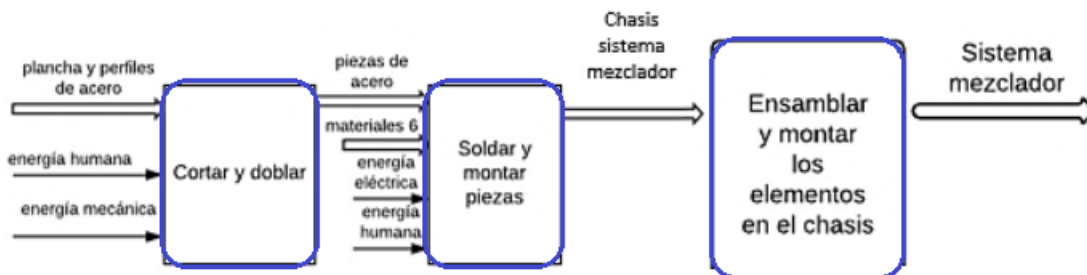


Figura 24. Análisis funcional del sistema de agitado Fuente: elaboración propia

De igual forma, “se necesita construir el chasis del sistema y también el que dé soporte al recipiente, para luego ensamblarlos y obtener como producto el sistema mezclador de bebidas” (Flor, 2019, p. 16).

π Sistema *shaker*

Se propuso utilizar el principio de leva mecánica con el fin de realizar un agitador, teniendo en cuenta las técnicas usadas por un barman y los movimientos que él genera sobre el

recipiente. Esto fue posible gracias a un riel perpendicular que permite un movimiento semicircular, ideal para la actividad desarrollada.

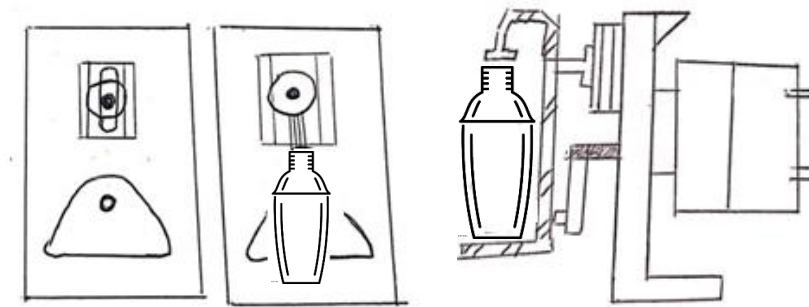


Figura 25. Sistema de agitado o shaker Fuente: elaboración propia

Capítulo III. Desarrollo ingenieril

En este capítulo se realizó el diseño mecatrónico seccionado en las ramas mecánica, electrónica y de control, a partir de cálculos desarrollados en herramientas ESS y con base en teorías de elementos mecánicos, planos de fabricación (ver Apéndice B), validaciones de esquemas de potencia, regulación, alimentación y las diferentes simulaciones y pruebas de control; por medio del software SolidWorks y Arduino, correspondientes al análisis estructural, de movimiento, de elementos finitos y de desarrollo de software. Todo lo anterior basado en los requerimientos y normas necesitadas para la construcción del prototipo.

3.1 Selección de materiales

Los materiales empleados en el desarrollo del prototipo cumplieron con los estándares de calidad exigidos, de acuerdo con las normas legales vigentes por el Estado. A su vez, se garantiza que no existió contaminación que afectara al medio ambiente, la calidad de los productos y la salud del consumidor, así como los materiales tuvieron la resistencia adecuada para asegurar la vida útil de la máquina. A partir de ello, se realiza una breve descripción sobre los materiales empleados en la construcción del prototipo:

π Aluminio

El aluminio es uno de los materiales más utilizados en aplicaciones mecánicas y estructurales y cuenta con propiedades como el bajo peso, buena resistencia, fácil maquinada y apariencia brillante. Todo ello hace de este uno de los materiales más atractivos a la hora de realizar diferentes trabajos; asimismo, su densidad es la tercera parte del acero y su resistencia también es menor (Groover, 2007).

π Acero al carbón

Presenta un contenido en carbono entre el 0,25 % y 0,6 %. Cuenta con mayor resistencia que los aceros de bajo carbón, por lo que no tienen la misma maleabilidad y la ductilidad. Al

realizar aleaciones con otros materiales se mejora la capacidad para recibir tratamientos térmicos (Tigrino, s.f.).

π Acero inoxidable

Es una aleación de hierro con un contenido de cromo mayor al 10 % y 1,2 % de carbono. Existen tres familias principales en las cuales varía el contenido de carbono y las propiedades magnéticas. Este tipo de acero se caracteriza por una alta resistencia a la corrosión, resistencia al calor, estética, fácil fabricación y limpieza (Muñoz, 2015).

π Polimetilmetacrilato (PMMA)

El metacrilato, también conocido por sus siglas PMMA, es uno de los plásticos de ingeniería. Es una resina acrílica utilizada en prótesis dentales; no obstante, estudios muestran otros usos como en tratamientos de tumores óseos, prótesis para deformaciones craneales, vertebroplastias percutáneas y prótesis testiculares en animales. Se obtiene de la polimerización del metacrilato de metilo y la presentación más frecuente en la industria del plástico es en gránulos o en placas. De igual forma, existen los llamados gránulos empleados para el proceso de inyección o extrusión y las placas para termoformado o para mecanizado (Mecafenix, s.f.).

π Diseño estructural

Identificadas las necesidades y especificaciones técnicas del cliente por medio de la Casa de la Calidad, se procedió al análisis mecánico y estructural del prototipo. De esta manera, se tomó el peso mayor entre las botellas, el cual fue de 1,5 kg, al asumir que las cargas tendrían ese mismo peso, es decir, cada fuerza puntual sería de 17N, donde estaba también incluido el peso de los soportes de las botellas y los dosificadores.

Inicialmente, al realizar el diagrama de cuerpo libre (Figura 26), se obtuvieron cargas puntuales de la misma magnitud sobre la viga que al simplificarlas se convirtieron en una sola carga P (Figura 27); de ahí partió la memoria de cálculo.

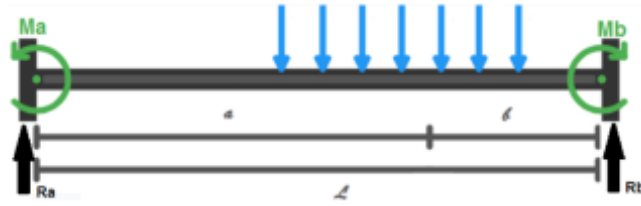


Figura 26. Diagrama de cuerpo libre de la estructura Fuente: elaboración propia

A su vez, la estructura diseñada, con el fin de dar soporte a los dosificadores con el resto de la máquina, se introdujo a la base de la coctelera y se agarró por medio de un ángulo en la parte trasera de este. El material empleado fue acero inoxidable AISI 316, que cumple la norma NTC 5022-2 para los materiales que están en contacto con alimentos. A continuación, se encuentra la representación gráfica de la viga (ver Figura 28).

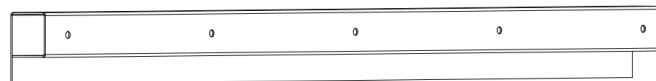


Figura 27. Miembro estructural “viga” Fuente: elaboración propia

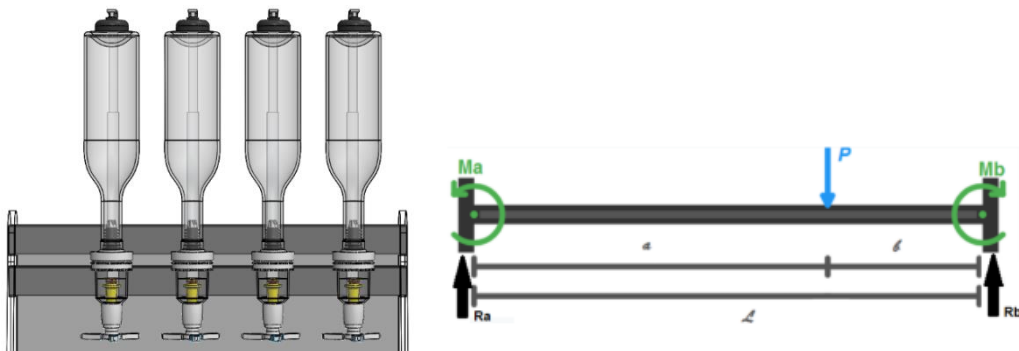


Figura 28. Perfil estructural de la máquina -diagrama de cuerpo libre simplificado Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Relación de variables- estructura

Variables	
L	55 cm
a	35 cm
b	20 cm
P	91,6 N

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, el perfil de la viga es cuadrado y hueco de 3x3 cm, con un espesor de 1,5 mm. La viga mostrada en la figura, se calculó con un sistema de fuerza-par, el cual es equivalente en un punto donde se obtiene una fuerza correspondiente al peso de los dispensadores y el punto de aplicación de la fuerza que resulta en una viga estáticamente indeterminada.

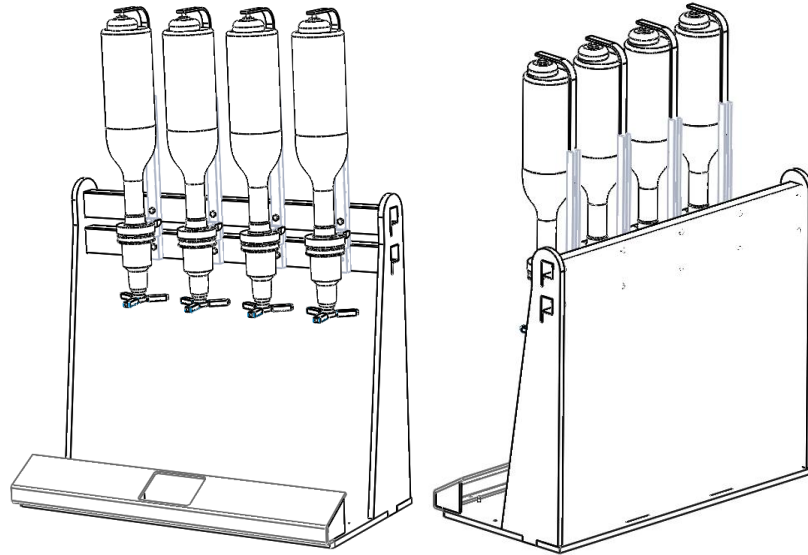


Figura 29. Diseño de estructura planteado: vista frontal (izquierda), vista posterior (derecha) Fuente: elaboración propia

Para lograr lo anterior, el primer paso fue definir las ecuaciones de equilibrio:

$$\sum M_B = 0 ; \sum M_A = 0$$

Desglosando:

$$\sum M_B = 0 : R_A * l - P * b - M_B + M_A$$

$$R_A = \frac{P * b + M_B - M_A}{l} \quad (1)$$

$$\sum M_A = 0 : R_B * l - P * b - M_B + M_A$$

$$R_B = \frac{P * a + M_B - M_A}{l} \quad (2)$$

En segunda instancia, se determinaron las ecuaciones de compatibilidad, puesto que se eliminaron los momentos para liberar las restricciones rotacionales y así obtener una viga equivalente:

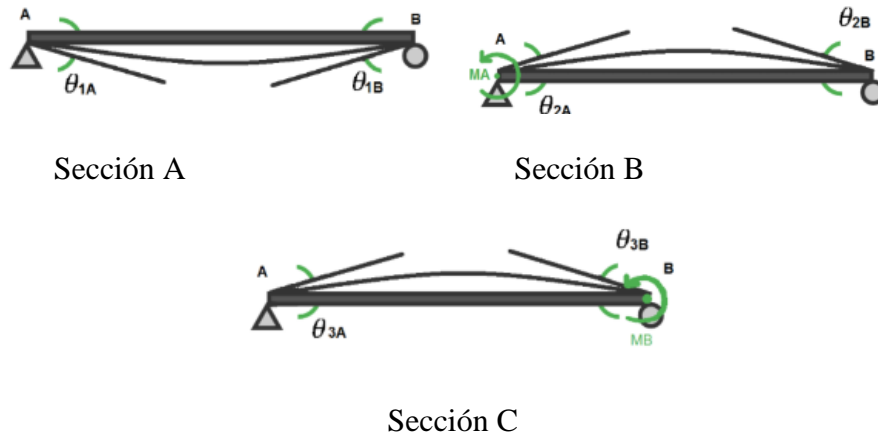


Figura 30. Viga equivalente del sistema A-B-C Fuente: elaboración propia

Los ángulos θ_{A1} y θ_{B1} se originaron por acción de la carga P, como se mostró en la sección A, los ángulos θ_{A2} y θ_{B2} fueron producto del momento M_A , observado en la sección B y los ángulos θ_{A3} y θ_{B3} ocurrieron por el momento M_B , como se ilustra en la sección C de la figura.

$$\theta_A = \theta_{A1} - \theta_{A2} - \theta_{A3} = 0 \quad (3)$$

$$\theta_B = \theta_{B1} - \theta_{B2} - \theta_{B3} = 0 \quad (4)$$

Asimismo, se estableció la relación fuerza-desplazamiento donde, para la carga P, los ángulos A y B tuvieron las siguientes ecuaciones:

$$\theta_{A1} = \frac{P * a * b * (l + b)}{6 * EI * l}$$

$$\theta_{B1} = \frac{P * a * b * (l + a)}{6 * lE * I}$$

$$\theta_{A2} = \frac{M_A * l}{3EI} ; \quad \theta_{A3} = \frac{M_B * l}{6EI} \quad (5)$$

$$\theta_{B2} = \frac{M_A * l}{6EI} ; \quad \theta_{B3} = \frac{M_B * l}{6EI} \quad (6)$$

Se determinaron también las reacciones, reemplazando en las ecuaciones (3) y (4) los ángulos anteriores, obteniendo:

$$\frac{M_A * l}{3EI} + \frac{M_B * l}{6EI} = \frac{P * a * b * (l + b)}{6 * EI * l}$$

$$\frac{M_A * l}{6EI} + \frac{M_B * l}{3EI} = \frac{P * a * b * (l + b)}{6 * EI * l}$$

A su vez, de dichas ecuaciones, se dieron las de los momentos MA y MB:

$$M_A = \frac{P * a * b^2}{l^2} ; M_B = \frac{P * a^2 * b}{l^2} \quad (7 - 8)$$

Posteriormente, se reemplazaron los valores de los momentos y se obtuvo:

$$M_A = \frac{P * a * b^2}{l^2} * (1 + 2 * a) ; M_B = \frac{P * a^2 * b}{l^2} * (1 + 2 * b)$$

Respecto a la deflexión de la viga se calculó por la siguiente ecuación:

$$y = \frac{P * a^3 * b^3}{3l^3 * EI} \quad (9)$$

Una vez establecidos los parámetros se procedió a realizar los cálculos, determinando que la estructura estuviera fabricada con acero estructural y de perfil tubular cuadrado como se había mencionado. Esto quiere decir que el módulo de elasticidad E fue igual a 200 GPa y el momento de inercia I se calculó con la ecuación:

$$I = \frac{1}{12} b * h^3 - \frac{1}{12} b' * h'^3$$

Donde:

b es la base exterior del perfil, b' es la base interior, h³ es la altura exterior y h' es la altura interior del.

Entonces el momento de inercia fue:

$$I = 2,3213 \times 10^{-8}$$

Reemplazando en la ecuación (9) los valores de la tabla ():

$$y = 1,2 \times 10^{-4} m \rightarrow (0,12 mm)$$

De las ecuaciones (7) y (8) se obtuvieron los valores de los momentos en A y B:

$$M_B = 6,60 Nm$$

Este sería el esfuerzo máximo:

$$M_A = 3,77 \text{ Nm}$$

Igualmente, se dieron los valores de las reacciones en A (1) y B (2):

$$R_A = 18,34 \text{ N}$$

$$R_B = 46,26 \text{ N}$$

Como los dosificadores estaban separados 10,5 cm de la estructura, se generó un esfuerzo de torsión que se calculó con la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{T}{2 * t * A_m} \quad (10)$$

Donde:

τ = el esfuerzo cortante por torsión que actúa sobre un grosor particular del tubo.

T = el par de torsión.

t = el grosor del tubo.

A_m = es el área media incluida dentro del límite de la línea central del grosor del tubo.

Se resolvió teniendo en cuenta que el par de torsión es la fuerza aplicada por la distancia del punto de aplicación:

$$T = P * 0,105 \text{ m}$$

$$T = 8,56 \text{ N} * \text{m}$$

Del mismo modo, para el cálculo del área media se tuvieron en cuenta las medidas de la Figura 31.

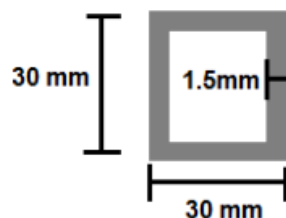


Figura 31. Perfil de la viga estructural Fuente: elaboración propia

$$A_m = 0,0285 \text{ m} * 0,0285 \text{ m}$$

$$A_m = 8,12 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Ahora bien, de la ecuación (10) se reemplazó:

$$\tau = 3,513 \text{ MPa}$$

Asimismo, el esfuerzo de flexión máximo se calculó de la ecuación:

$$\sigma_f = \frac{M * c}{I} \quad (11)$$

Donde:

σ_f = Es el esfuerzo de flexión máximo.

M = momento máximo.

c = el centroide de la viga.

Entonces:

$$\sigma_f = 4,264 \text{ MPa}$$

Conociendo el esfuerzo de flexión máximo y el cortante máximo se procedió a calcular los esfuerzos principales y el factor de seguridad con las siguientes ecuaciones:

$$\sigma = \frac{\sigma_f}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma_f^2}{4} + \tau^2} \quad (12)$$

$$N = \frac{\sigma_y}{\sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2^2}} \quad (13)$$

Donde N = el factor de seguridad por criterio de Von Mises, σ_y = el esfuerzo de fluencia del material.

Resolviendo las ecuaciones (11) y (12):

$$\sigma_1 = 6,241 \text{ MPa} ; \sigma_2 = -1,977 \text{ MPa}$$

Se obtuvo un factor de seguridad (13):

$$N = 40$$

Con base en los datos conseguidos se pudieron graficar los diagramas de fuerza cortante y momento flector (ver Figura 32), los cuales representaron el comportamiento en los apoyos de la viga.

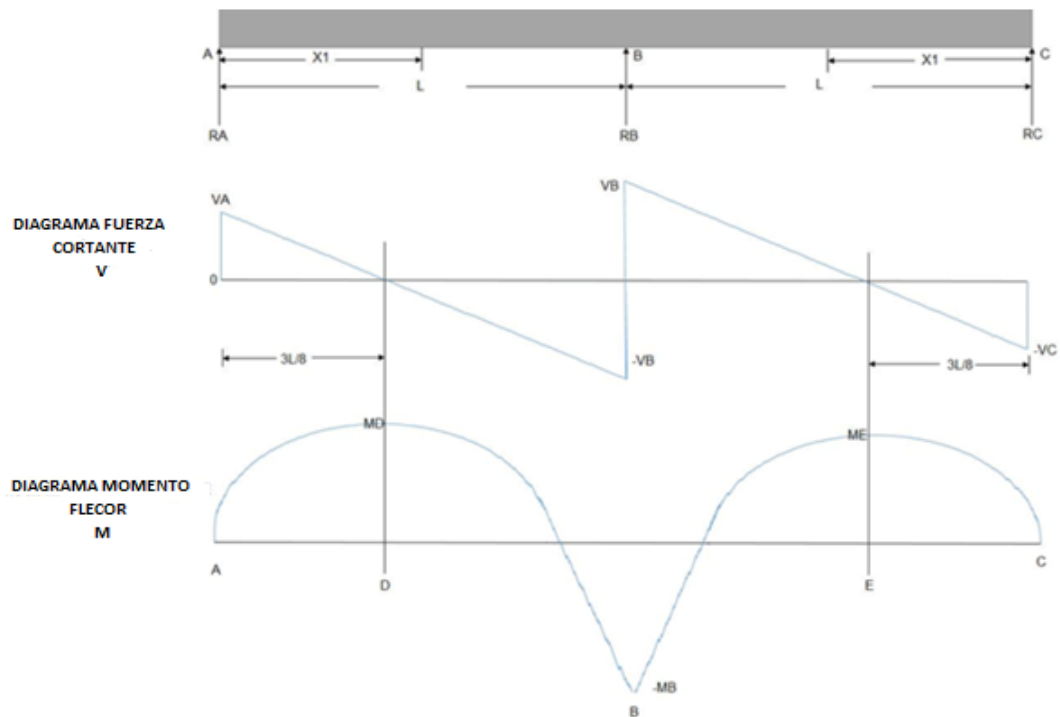


Figura 32. Diagrama de fuerza cortante y momento flector Fuente: elaboración propia

A continuación, (Figura 33) se observa el estudio de esfuerzos analizados por Von Mises sobre la viga, que validó los cálculos realizados en un software de simulación, aplicando una fuerza admisible de 114,66 N equivalente al peso de todas las botellas en la parte superior y cargas externas. Dados los puntos de sujeción se mostró que el esfuerzo fue de $4,468e+004 \text{ N/m}^2$, teniendo en cuenta que el límite elástico supuesto por la simulación representó un $1,379e+008 \text{ N/m}^2$ y que el módulo de elasticidad del material mostrado en la tabla fue de $193e+009 \text{ N/m}^2$ en tensión. En suma, la fuerza ejercida por las botellas sobre la viga no generó fracturas.

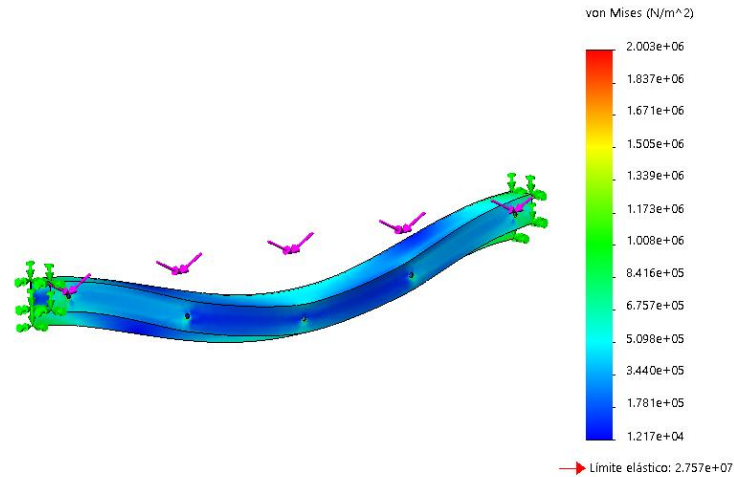


Figura 33. Diagrama de Von Mises de la viga en SolidWorks Fuente: elaboración propia

De igual manera, fue posible identificar el desplazamiento estructural debido a la carga sometida por el bastidor (ver Figura 34), donde se observó una barra de colores que representa los valores máximos y mínimos del desplazamiento de la estructura. El mayor desplazamiento se encontró en medio de las vigas de soporte con un valor de 1,868e00-4 mm; este valor fue demasiado pequeño, pues el bastidor no presentó ningún movimiento por las cargas a las que se sometió.

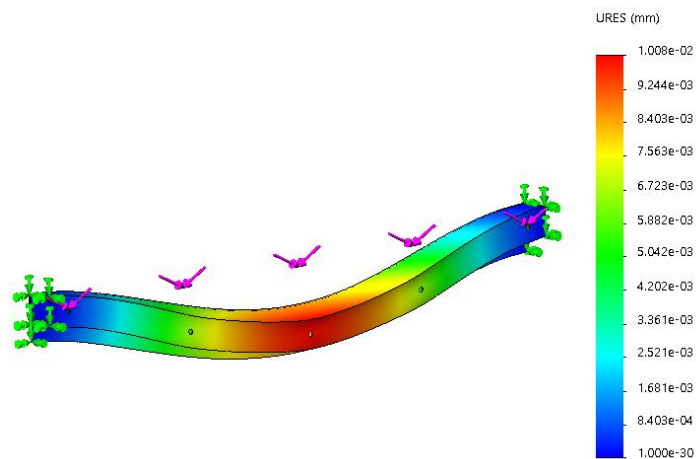


Figura 34. Diagrama de desplazamiento de la viga por carga en SolidWorks Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Propiedades del material AISI 316

Mechanical Properties	Metric	Comments
Hardness, Rockwell B	79	
Tensile Strength, Ultimate	580 MPa	
Tensile Strength, Yield	290 MPa	
Elongation at Break	50%	in 50 mm
Modulus of Elasticity	193 Gpa	in tension
Izod Impact	129 J	
Charpy Impact	105 J	V-notch
Electrical Properties	Metric	Comments
Electrical Resistivity	0,0000740 ohm-Cm	at 20 C°
Magnetic Permeability	1,008	at RT

Fuente: elaboración propia

π Ingeniería de detalle

Una vez obtenida la configuración final y la estructura principal del modelo se procedió a hacer los cálculos correspondientes, dar medidas específicas, obtener planos, seleccionar materiales, definir la manufactura, ensambles, piezas comerciales, así como la posible existencia de elementos adicionales (tornillos, pegamentos, tuercas, entre otros).

Para ello, como herramienta fundamental se implementó el diseño asistido por computadora, donde se representaron los módulos que contenían el prototipo final de manera detallada y específica en tres secciones: hielera, dosificador y *shaker*, con el fin de contemplar los aspectos ingenieriles que requerían dichas etapas para su debido proceso de manufactura.

π Diseño mecánico

En este apartado se realizó el diseño mecánico de cada módulo, a partir de cálculos teóricos desarrollados y haciendo uso de herramientas ESS, así como de las diferentes simulaciones que fueron requeridas por medio del software SolidWorks, correspondientes al diseño estético y de sistemas.

3.2 Módulo 1: hielera

En este módulo se presentó la implementación de una hielera con división para *crush* y cubos, así mismo un sistema de desagüe (Figura 36), dado el momento en el cual el hielo presente cambios de temperatura. Ello se asoció a un sistema de interacción musical con una

base para el parlante en el cual se reproduce música vía bluetooth desde un dispositivo móvil, con el fin de brindar mayor comodidad y una mejor experiencia en el uso de la máquina. Para ello, se implementaron herramientas contempladas en geometrías básicas, para elaborar de manera ideal y fácil el acceso a las funciones del módulo.



Figura 35. Vistas del modelo Fuente: elaboración propia Imágenes

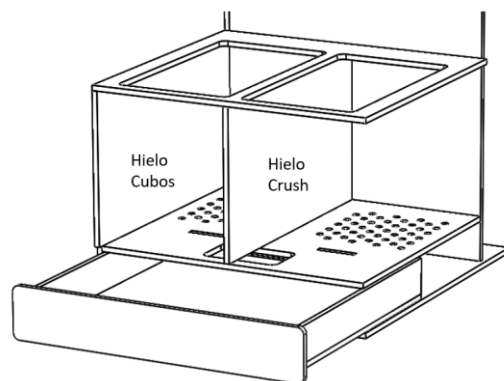


Figura 36. Sistema de desagüe de la coctelera Fuente: elaboración propia

A su vez, en la Figura 37 se representó un modelo a escala del parlante bluetooth, donde se proyecta la imagen de un bulldog francés que fue el modelo adaptativo 3D diseñado a partir de la reconstrucción de imágenes, mediante herramientas de realidad virtual.



Figura 37. Vista isométrica y renderizada del módulo hielera Fuente: elaboración propia

3.3 Módulo 2: dosificador

Para el sistema dosificador fue necesaria la fabricación del chasis del sistema y las partes mecánicas que permiten al cliente colocar y extraer el vaso de la máquina y, al mismo tiempo, el drenaje de líquido en caso de que parte de la bebida llegue a derramarse.

π Base móvil

Los recipientes de preparación requirieron de un sistema que los posicionara justo debajo de cada ingrediente para, de esta manera, recibir la cantidad de líquido correspondiente a la preparación de los cocteles a realizar.

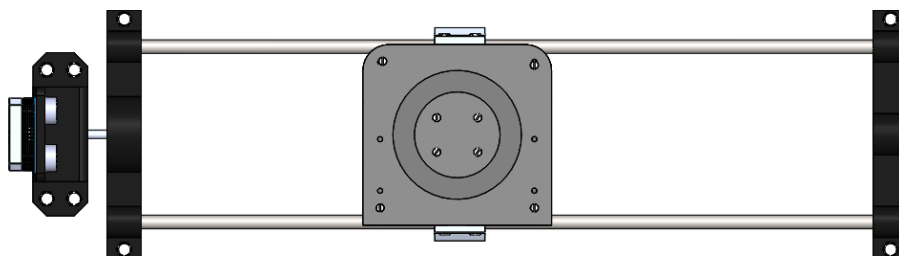


Figura 38. Sistema base móvil Fuente: elaboración propia

Una base móvil cuenta con un par de guías para su recorrido a lo largo de la sección lineal, por tanto, se hizo necesario calcular cuál sería la deflexión máxima que presentarán las guías al soportar el peso que van a mover.

Una vez se estableció qué era lo que movería la mesa lineal se especificó el peso de todo el conjunto, con base en los elementos que accionan una carga sobre este. Posteriormente, se realizó el análisis mecánico teniendo en cuenta los siguientes elementos.

- Brazo axial.
- Soporte dispensador.
- Motor de paso.
- Guía lineal (trasmisión husillo).
- Soporte copa.
- Soporte coctelera.

En la Figura 39 se observa el punto de aplicación de la fuerza que ejerce todo el conjunto de la base móvil, el cual es la suma de todos los pesos producto con la gravedad, obteniendo una fuerza total de 44 N.



Figura 39. Punto de carga aplicada Fuente: elaboración propia

A su vez, el punto de aplicación se validó mediante software CAD, donde se determinó el centroide de todo el conjunto, entonces:

Tabla 4. Relación de variables de la base móvil

Variables	
d1	1,5 cm
d2	9,5 cm
P	91,6 N

Fuente: elaboración propia

Para determinar la torsión que se ejerce en las guías mostradas en la Figura 41 se realizó el siguiente cálculo:

$$T = P * d \quad (14)$$

Donde T es el par equivalente y d es la distancia del punto de aplicación, entonces:

$$T_1 = 0,66 \text{ Nm}$$

$$T_2 = 4,18 \text{ Nm}$$

El análisis de la viga se tomó de nuevo como una viga doblemente empotrada con longitud $L = 55\text{cm}$. La carga P estuvo situada en la mitad de la longitud de la viga.

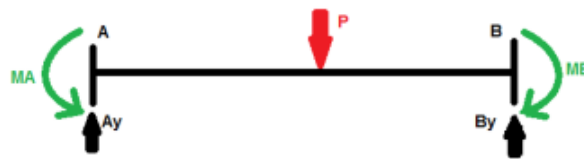


Figura 40. Viga de soporte (eje) de la base móvil Fuente: elaboración propia

De igual manera, se estableció un diámetro $\varphi = 8\text{mm}$ para hallar el centroide y la inercia del perfil de la viga:

Tabla 5. Relación de variables viga

Variables	
φ	0,08 m
c	0,004 m
I	$2,010 \times 10^{-10}$

Fuente: elaboración propia

Así, se determinaron las condiciones de equilibrio:

$$\sum F_y = 0 \quad ; \quad A_y + B_y = P$$

Adicionalmente, por simetría se pudo establecer:

$$A_y = B_y = \frac{P}{2} \quad (15)$$

$$M_A = M_B = M' \quad (16)$$

Luego, se realizó un corte a una distancia x de la viga y se obtuvo una ecuación de momento haciendo sumatoria de momentos en v :

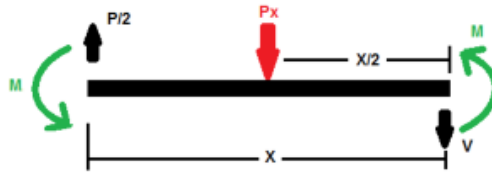


Figura 41. Corte trasversal en la viga Fuente: elaboración propia

$$M = \frac{P}{2}X - \frac{P}{2}X^2 - M' \quad (17)$$

Ya teniendo la ecuación de momento se igualó a la ecuación de la curva elástica:

$$EI \frac{(d^2v)}{dx} = \frac{P}{2}X - \frac{P}{2}X^2 - M' \quad (18)$$

Posteriormente, se integró dos veces para obtener la ecuación de deflexión:

$$EI \frac{(dv)}{dx} = \frac{P}{4}X^2 - \frac{P}{6}X^3 - M'_x + C_1$$

$$EIv = \frac{P}{12}X^3 - \frac{P}{24}X^4 - \frac{M'}{2}x^2 + C_1X + C_2 \quad (19)$$

De la ecuación (18) y de la ecuación de deflexión, las constantes C_1 , C_2 y M' pudieron determinarse a partir de las tres condiciones de frontera, donde $v = 0$ en $x = 0$ y se obtuvo $C_2 = 0$; $dv/dx = 0$ en $x = 0$, que resultó en $C_1 = 0$ y $v = 0$ en $x = 1m$ e indicó:

$$\begin{array}{l|l} x = 0 & \left. \begin{array}{l} \frac{dv}{dx} = 0 \\ C_2 = 0 \end{array} \right| \\ x = 0 & \left. \begin{array}{l} v = 0 \\ En x = 1 \end{array} \right| \end{array}$$

Reemplazando en la ecuación de deflexión:

$$= \frac{P}{12}1^3 - \frac{P}{24}1^4 - \frac{M'}{2}1^2$$

$$0 = \frac{P}{12} - \frac{P}{24} - \frac{M'}{2}$$

Sustituyendo P:

$$\frac{44}{12} - \frac{44}{24} - \frac{M'}{2} = 0$$

$$M' = 3,66N * m$$

Una vez determinado el momento, se aplicó la ecuación (11)

$$\sigma_f = 7,283 MPa$$

Mientras que para el cálculo del esfuerzo de torsión se utilizó la fórmula de la ecuación de deflexión:

$$\tau = \frac{16 * T_1}{\pi * \varphi^3} \quad (20)$$

$$\tau = 5,25 \text{ MPa}$$

La deflexión reemplazó $x = 0,25 \text{ m}$ en la ecuación de deflexión (19):

$$Elv = -0,064$$

$$v = 1,598 \text{ mm}$$

Para determinar los esfuerzos principales y el factor de seguridad de la viga se usaron nuevamente las ecuaciones (12) y (13), con relación a la Tabla 5.

$$\sigma_1 = 10,03 \text{ MPa} ; \sigma_2 = -1,74 \text{ MPa}$$

Obteniendo un factor de seguridad:

$$N = 19$$

Ahora bien, como las vigas son simétricas, para el análisis se tomó la viga que soporta la mayor cantidad de peso, es decir, la más cercana al centroide de toda la carga. Sin embargo, el análisis realizado aplicó para ambas vigas.

Con base en los datos obtenidos se pudieron graficar los diagramas de fuerza cortante y momento flector (ver Figura 42), los cuales representaron el comportamiento en los apoyos de la viga.

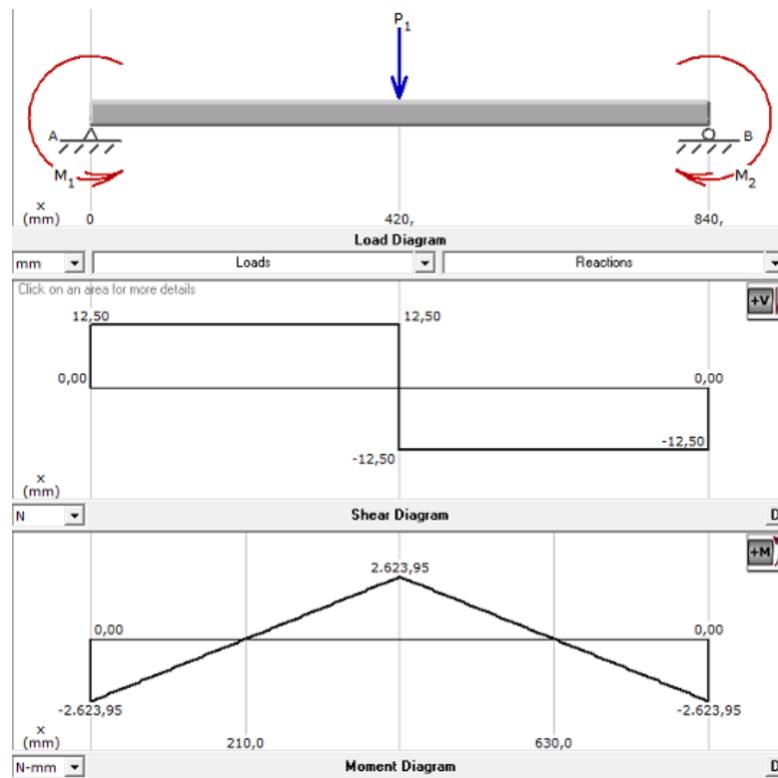


Figura 42. Diagrama de fuerza cortante y momento flector Fuente: elaboración propia

π Selección sistema de transmisión:

La transmisión de movimiento de la base móvil se dio por medio del sistema de transmisión por correa dentada (Figura 43), en el cual se seleccionó una correa sincrónica GT2 fabricada en núcleo de mallado de fibra de vidrio, capa de neopreno y exterior de poliuretano. Las ventajas de este tipo de correa son el innecesario control de tensado, no permite el deslizamiento, no necesita de lubricación, no se estira y la transmisión de movimiento eficiente.

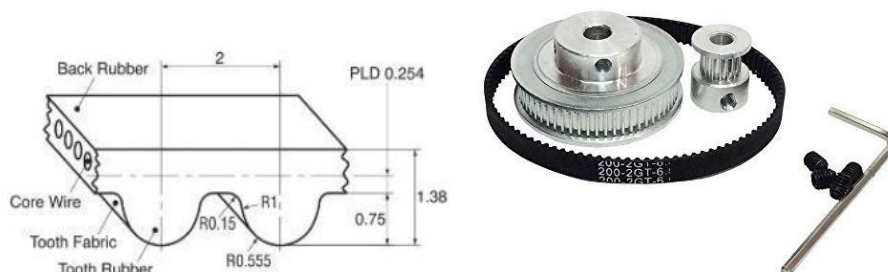


Figura 43. Kit correa sincrónica GT2 modelo Fuente: Google Imágenes

Del mismo modo, las poleas dentadas seleccionadas son las GT2, debido a su diseño para movimientos bidireccionales, lo que dio como resultado más importante que, por tener dientes

redondos, se adapta fácilmente a la banda síncrona ejerciendo una gran precisión en el movimiento.

π Selección de rodamientos:

Para el cálculo de rodamientos fue necesario definir la carga radial y de empuje que soportara este componente. Para ello, se consideraron las constantes como el factor por rotación que equivale a uno y los factores radiales y de empuje equivalentes a uno y 1,5, respectivamente. Con base en esta información se determinó la carga equivalente para ser comparada con los datos de fábrica y se seleccionó el rodamiento según las dimensiones con las que se contó.

En este caso, se definió un rodamiento SC10UU (Figura 44) debido a que se ajustan perfectamente al diámetro del eje, logrando un factor de rotación ideal y uno radial de mayor precisión y velocidades altas en sus desplazamientos.

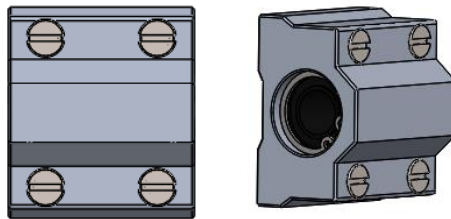


Figura 44. Rodamiento lineal SC10UU Fuente: elaboración propia

Finalmente, en la Figura 45 se puede contemplar el sistema de transmisión en el cual se depositarán los diferentes recipientes según el coctel que se desee preparar. Para eso, se hizo uso de una transmisión fija de correa dentada, obteniendo estabilidad y rigidez por la implementación de dos ejes lineales de apoyo con su respectiva adecuación, por medio de rodamientos rígidos y lineales, acoples rígidos, chumaceras u horquillas para brindar conceptos de rigidez y movilidad a este subconjunto, puesto que es allí donde se genera la mayoría de operaciones el proceso de dosificación.

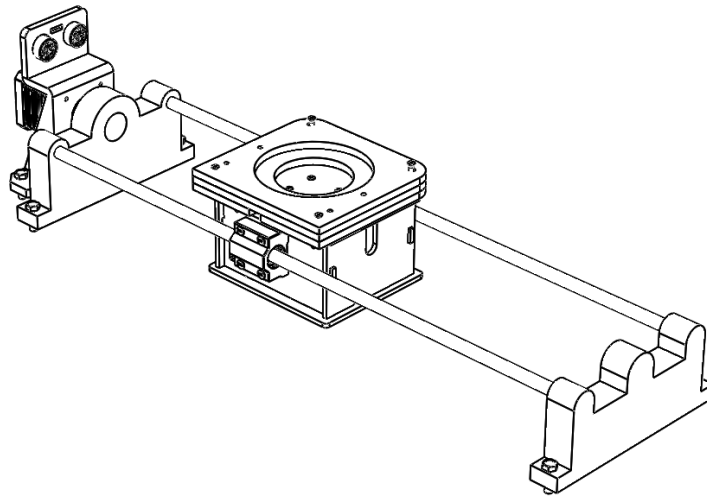


Figura 45. Sistema de transmisión base móvil Fuente: elaboración propia

π Válvulas de dosificación

Es uno de los componentes principales de esta máquina y se seleccionó debido a su bajo costo y disponibilidad en el mercado. Cumple la función de sostener la botella de licor y cuenta con una copa de almacenamiento (1,5 Oz) que es la cantidad que se descargará en el vaso. Es una válvula mecánica con sistema dosificador que, al presionar el vástago al interior, permite el paso del fluido contenido dentro de la primera. Este dosificador puede contener entre 20 a 40 ml (ver Figura 46).

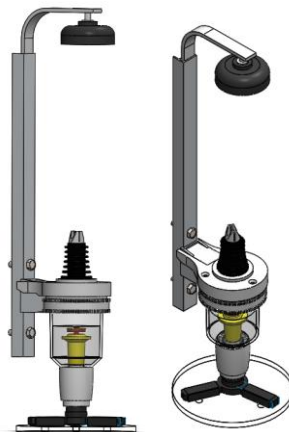


Figura 46. Vistas de la válvula dosificadora Fuente: elaboración propia

De igual manera, el funcionamiento para accionar el dosificador de líquido es simple y cuando se presiona hacia arriba procede a dispensar el líquido dependiendo de la cantidad

marcada. Por el contrario, si no se presiona en esa dirección no procede a suministrar líquido, como se muestra en la Figura 47.

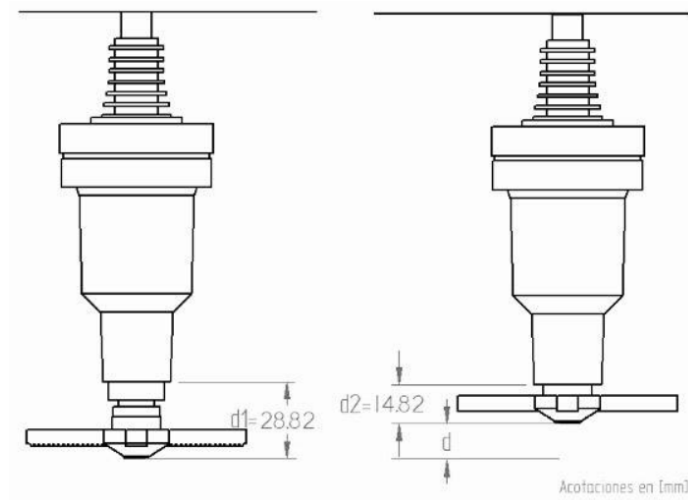


Figura 47. Accionamiento de la válvula dosificadora Fuente: elaboración propia

Adicionalmente, para determinar la fuerza que se necesita para comprimir el vástago del dosificador, se realizó un ensayo en la prensa de flexión del laboratorio de materiales de la Universidad Militar Nueva Granada, colocando la parte inferior del dosificador apoyado sobre una plataforma rígida y la parte superior bajo la acción de la prensa, como se muestra en la Figura 48.

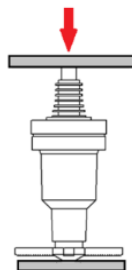


Figura 48. Ensayo de compresión de la válvula Fuente: elaboración propia

De igual modo, los datos obtenidos en la medición se muestran en la Tabla 6, donde se evidencia la fuerza, en kilo Newton, necesaria para comprimir el dosificador y la distancia que recorre el vástago del dosificador, en milímetros.

Tabla 6. Relación de fuerza para accionar la válvula

Análisis sistema dosificador		
Prueba	Resultados	
	Avance (mm)	Fuerza (kN)
1	12,86	0,048
2	11	0,007
3	12,57	0,017
4	13,19	0,023
5	12,64	0,017
6	12,56	0,017
7	12,9	0,022
8	12,9	0,017
9	12,53	0,014
10	12,9	0,017
11	12,7	0,015
12	12,68	0,014
13	12,96	0,019

Fuente: elaboración propia

De lo anterior, se obtuvo un promedio de fuerza necesaria para comprimir la distancia recorrida por el vástago:

$$\text{Avance} \rightarrow 12,64\text{mm} \quad \text{Fuerza} \rightarrow 0,019\text{kN}$$

A su vez, el brazo sujetador, cuya función es dar apoyo y sostén a la botella por medio de un resorte alojado en la parte posterior de este brazo, se expandió al tamaño de la botella para que no tuviera movimiento alguno. El material empleado fue plástico ABS, según la norma técnica NTC 5022-1, cuya descripción de propiedades se puede apreciar en la Tabla 7.

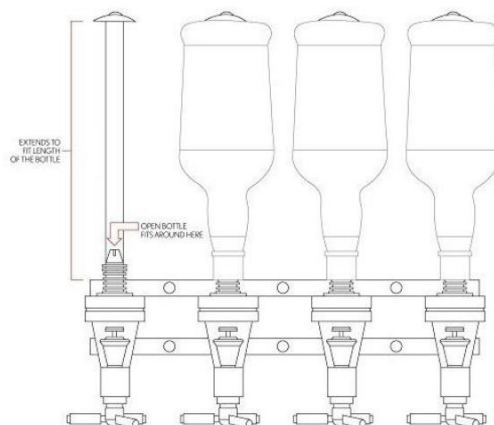


Figura 49. Esquema de representación de válvulas dosificadoras Fuente: (Amazon, s.f.)

Además, el soporte principal es el que sujeta a todo el dosificador con el resto de la máquina y está unido al bastidor. En este recae el peso de la botella y el material con el que está hecho es el plástico ABS, seleccionado según la norma técnica NTC 5022-1, que tiene algunas características apreciadas en la Tabla 7.

Tabla 7. *Propiedades del material polímero ABS*

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0,94	N/D
Módulo cortante	318,9	N/mm ²
Densidad de masa	1020	Kg/m ³
Límite de tracción	30	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Limite elástico		N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica	0,2256	W/(m*K)
Calor específico	1386	J/(Kg*K)
Coefficiente de amortiguamiento del material		N/D

Fuente: elaboración propia

De otro lado, por medio de la simulación de FEA en SolidWorks fue posible determinar los esfuerzos sobre el soporte principal del dosificador; de esta manera, aplicando una fuerza de 12,74 N, se obtuvo el análisis estático de tensiones por Von Mises mostrados en la Figura 50.

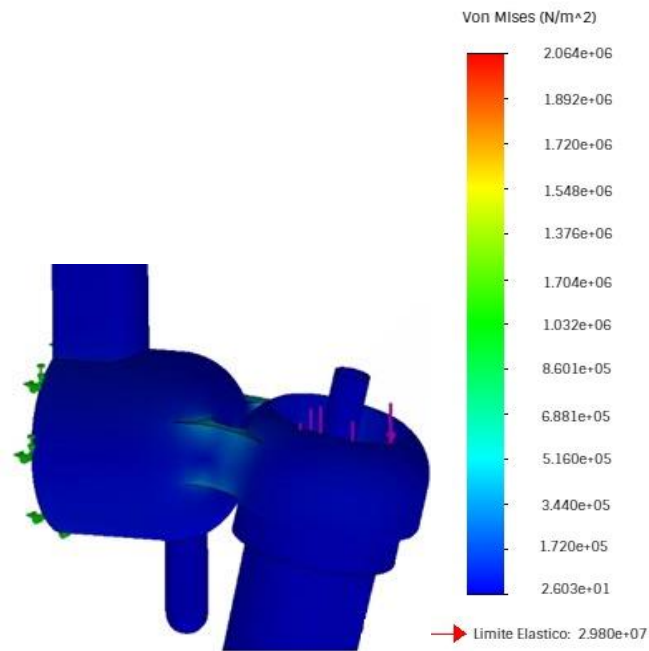


Figura 50. Diagrama de Von Mises del soporte principal del dosificador Fuente: elaboración propia

Adicionalmente, con base en los resultados obtenidos, fue posible afirmar que la tensión de Von Mises estuvo en un valor cercano $6,881e+005(N/m)$, que se asemeja mucho al valor obtenido de forma teórica encontrado en el cálculo anterior ($5,11e+005(N/m^2)$).

Del mismo modo, se apreció que el valor obtenido de tensión no superó el límite elástico, que es aproximadamente $1,720e+006(N/m^2)$, lo que indicó que al aplicar esta fuerza sobre el soporte principal no se mostrará algún tipo de fractura en el material.

Igualmente, se tuvo la simulación del desplazamiento generada por la carga aplicada, que mostró que el material se mueve al aplicar esta fuerza. En la Figura 51 se observa el resultado obtenido en el soporte principal.

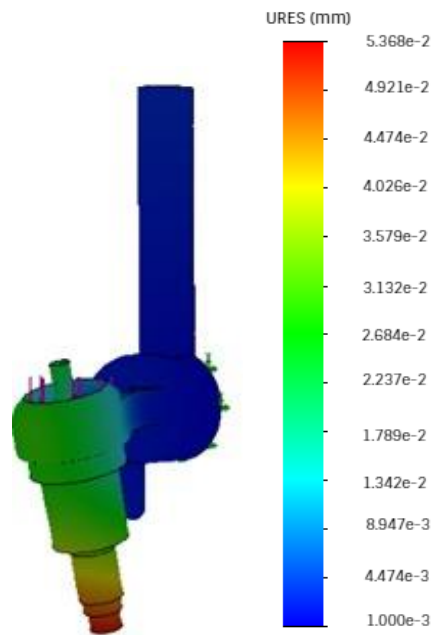


Figura 51. Diagrama de desplazamiento del soporte principal del dosificador Fuente: elaboración propia

Como se vio, al aplicar esta carga, el soporte del dosificador tuvo un desplazamiento máximo de aproximadamente 4,921e-002mm en la punta del dosificador, lo que representó un desplazamiento casi nulo a la hora de aplicar una fuerza como esta.

π Suministro de líquido

Es el mecanismo de accionamiento encargado de la apertura de los dosificadores. Este proceso se realizó a través de una corona sujeta a un husillo por medio de un par de guías mecánicas; el material que lo compone es polimetilmetacrilato (PMMA), lámina de 10mm. En la Tabla 8 se muestran las propiedades de este material.

Tabla 8. Propiedades mecánicas del PMMA

PROPIEDADES MECÁNICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Densidad	DIN53479	g/cm ³	1.19	1.19
Resistencia a la tracción (-40 0C)	DIN53455	MPa	110	100
Estiramiento a rotura	DIN53455	%	5,5	4,5
Coeficiente de Poisson	-	-	0,45	0,45
Resistencia a la flexión Probeta standard (80x10x4mm)	DIN53452	MPa	115	105

Tensión por compresión	DIN53454	MPa	110	103
Tensión de seguridad máx. (hasta 40° C)	-	MPa	5-10	5-10
Módulo de elasticidad E (Corto/largo plazo)	DIN 53457	MPa	3300/3200	3300/3200
Módulo de torsión G en 10 Hz	DIN53445	MPa	1700	1700

Fuente: elaboración propia

A su vez, el suministro de líquido debió ser un sistema rígido capaz de accionar la válvula dosificadora, puesto que esta requiere un esfuerzo de 19 N para ello. Así, se planteó un sistema rígido con transmisión guiada para ofrecer un accionamiento robusto y eficaz (Figura 52).

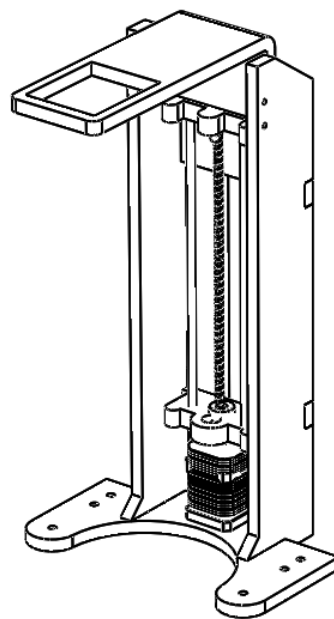


Figura 52. Sistema de accionamiento de válvulas Fuente: elaboración propia

De igual manera, la distribución de fuerzas sobre el mecanismo de accionamiento se evidencia en la Figura 53, suponiendo en este un esfuerzo de accionamiento un poco mayor para obtener así el mejor desempeño del sistema ante la situación real al que fue expuesto.

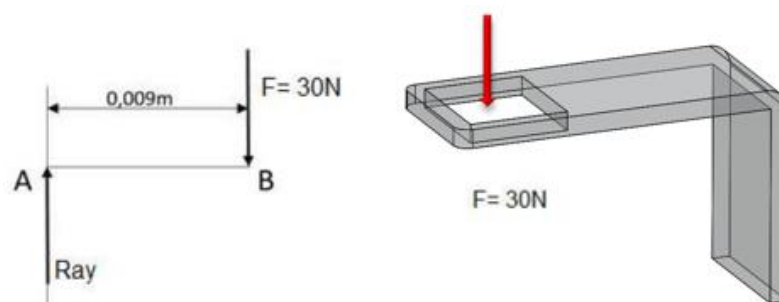


Figura 53. Diagrama de cuerpo libre pieza de accionamiento Fuente: elaboración propia

Con base en las dimensiones del soporte de accionamiento y las distancias a las cuales actúa la carga y fuerza ejercida, se realizó el cálculo del esfuerzo al que se encuentra sometido este soporte.

Tabla 9. *Relación de variables válvulas de accionamiento*

Variables	
F	30 N
b	0,007 m
h	0,005 m

Fuente: elaboración propia

Así, se determinaron las distancias del punto A al punto de accionamiento:

$$D = 0,009m$$

Establecidos los parámetros se procedió a realizar los cálculos, definiendo que la estructura estuviera fabricada con PMMA. El módulo de elasticidad E fue igual a $330GPa$ y el momento de inercia I se calculó con la ecuación:

$$I = 7,30 \times 10^{-11} m^4 \quad (21)$$

De las ecuaciones anteriores se obtuvieron las ecuaciones de los momentos MA :

$$M_A = F * D \rightarrow 2,7 N * m \quad (22)$$

Conociendo el esfuerzo de flexión máximo y el esfuerzo cortante máximo se procedió a calcular los esfuerzos principales:

$$\sigma = \frac{M * c}{I} \quad (23)$$

Donde c es la distancia de apoyo en eje Y:

$$c = 0,001m$$

Obteniendo un máximo esfuerzo con valor:

$$\sigma = 37,03 MPa$$

Por otra parte, una de las piezas que requirió más análisis, a la hora de validar sus esfuerzos, fue el mecanismo de accionamiento del prototipo, pues de este dependió la dosificación del licor, donde la fuerza requerida fue de 30 N para el accionamiento de las válvulas dosificadoras.

De aquí se desprendió el análisis estático de tensiones por Von Mises mostrado en la Figura 54.

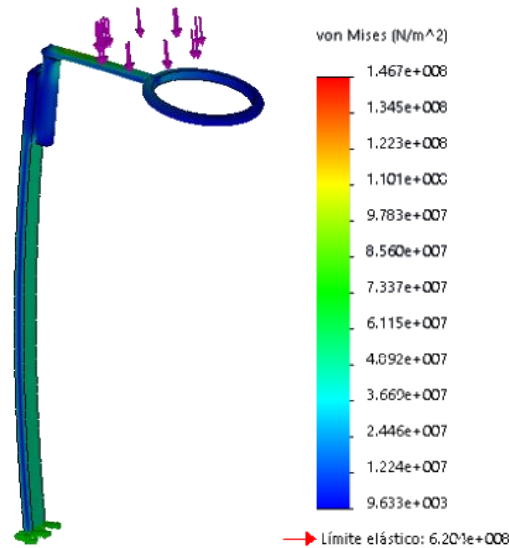


Figura 54. Diagrama de tensión del mecanismo de accionamiento por Von Mises Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos (figura 54) representaron una tensión en Von Mises de aproximadamente $4,092e+007 \text{ N/m}$, en comparación con los datos obtenidos teóricamente ($3,70e+007 \text{ N/m}^2$). La variación radicó en que el análisis estático realizado en SolidWorks incluyó factores únicos del material del que está hecho este componente. De igual forma, el valor obtenido de tensión no superó el límite elástico, ni evidenció valores alarmantes que pudieran ser indicadores como la fractura en la pieza por una fuerza sobreestimada.

Ello indicó que el dispositivo cumple los requerimientos necesarios para la aplicación a la que fue sometido. Adicionalmente, fue posible apreciar el diagrama de desplazamiento (Figura 55) por aplicación de una carga, que es importante para ver el movimiento que tendrá el mecanismo de desplazamiento a la hora de interactuar con la fuerza aplicada por el dosificador.

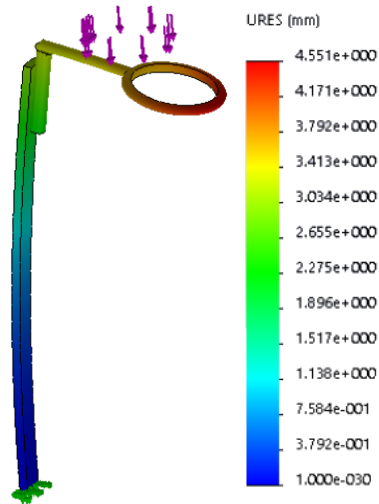


Figura 55. Diagrama de desplazamiento del mecanismo de accionamiento por carga Fuente: elaboración propia

En conclusión, los resultados expuestos por los métodos de simulación reflejan que el mayor desplazamiento se logra validar en la punta de la corona de accionamiento, al ser la superficie donde se aplica la fuerza neta dentro del sistema. El desplazamiento máximo tuvo valores aproximados de 3,7mm, siendo este un valor de desplazamiento aceptable, dada la fuerza neta aplicada en el mecanismo de accionamiento.

π Base sistema de control

Esta sección modular permitió dar accesibilidad y operación para el usuario. Fue allí donde se implementó la interfaz HMI que se diseñó a partir de PMMA (ver Figura 56), con el fin de ofrecer un acabado superficial acorde con el resto del prototipo.

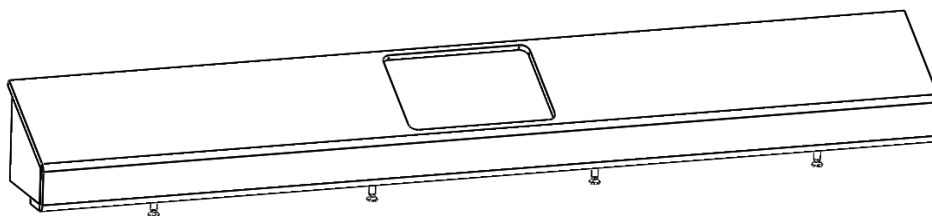


Figura 56. Diseño sistema base de control Fuente: elaboración propia

También proporcionó seguridad P21 Nano coating, con el fin de salvaguardar el circuito interno que relacionó la interfaz del prototipo, ofreciendo una sección con mayores garantías para alojar el microprocesador y la pantalla HMI (Ver Figura 57).

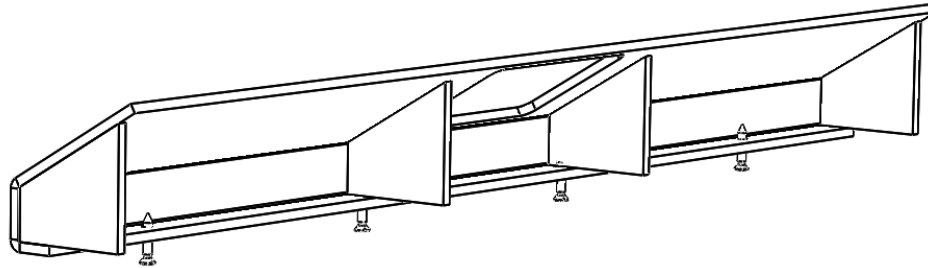


Figura 57. Módulo interno base de control Fuente: elaboración propia

3.4 Módulo 3: shaker

Fue necesario construir el chasis encargado de agitar el sistema de mezclados que controla los fluidos para, posteriormente, ensamblarlos y así obtener el sistema *shaker* de bebidas, con el fin de conseguir una mezcla homogénea entre los licores.

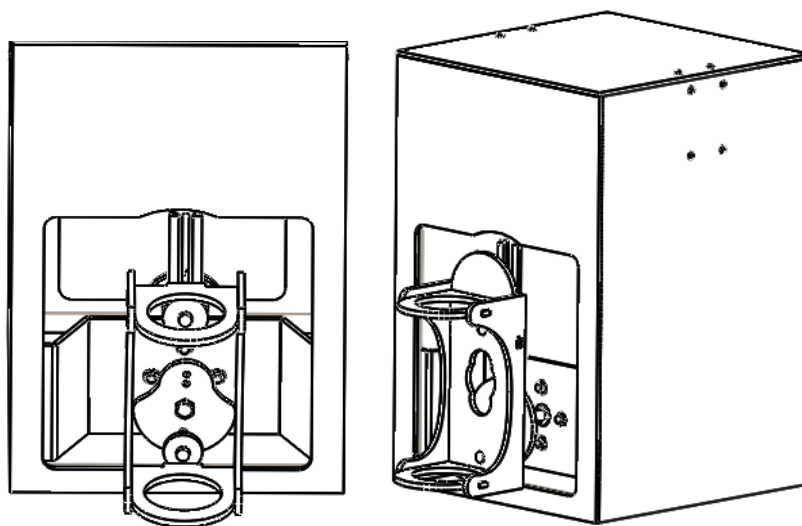


Figura 58. Sistema de agitado shaker Fuente elaboración propia

Asimismo, para hacer uso del principio de leva mecánica se tuvo en cuenta que este es utilizado como método eficiente para labores mecánicas cuyos principios tradicionales no

poseen un gran desempeño. Para ello, se implementó una leva de placa que permite mezclar distintos tipos de cocteles (ver Figura 59).

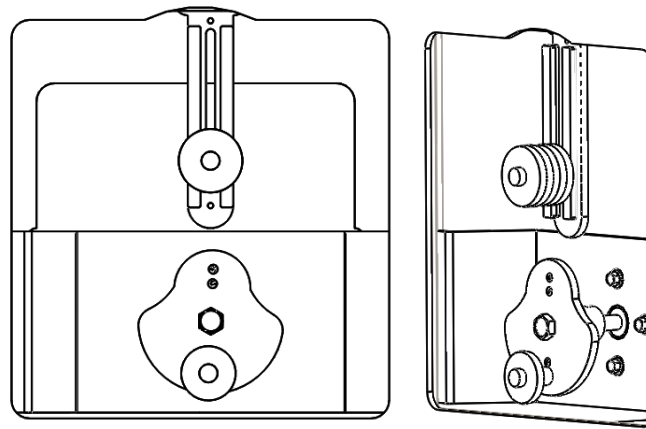


Figura 59. Vistas del mecanismo propuesto Fuente: elaboración propia

Para esto se debió calcular el diagrama de desplazamiento (validar su forma, diseño y comportamiento), donde la abscisa representó el movimiento de entrada (θ , número de revoluciones de la leva) y la ordenada el recorrido del seguidor (y) (ver Figura 60).

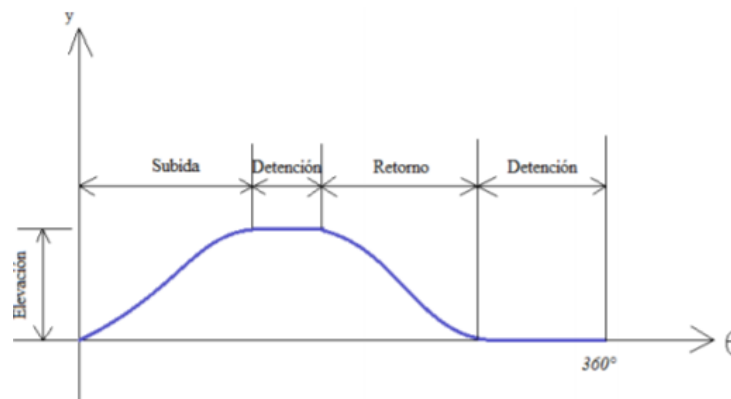


Figura 60. Diagrama de desplazamiento de la leva Fuente: (González, s.f.)

“La ecuación $y = y(\theta)$ representó la naturaleza exacta del perfil de la leva, trazado, fabricación y comportamiento dinámico, mientras que las variables β y L figuraron el ángulo de la leva y la elevación, respectivamente” (González, s.f., p. 2).

El diseño de la leva debió cumplir:

- Necesidades de movimiento en la mezcla de cocteles.

- Dibujo del diagrama de desplazamiento, velocidad, aceleración en cada “frontera” de los segmentos.
- Mantener, lo más bajo posible, los picos de velocidad y aceleración.

De igual modo, asumiendo un motor de corriente continua a 200rpm:

$$\omega = 200 \text{ rpm} \rightarrow 20,9439 \text{ rad/seg}$$

Así, la pendiente del segmento de velocidad constante:

$$m = \frac{v}{\omega} = 0,030319 \frac{m}{rad} \quad (24)$$

$v \rightarrow$ Velocidad uniforme

Si es constante durante el segmento de subida, la rotación de la leva:

Tabla 10. *Relación de variable selección actuador*

Variables	
L_2	0,038
m	0,030319 m/rad
t	0,0068 s

Fuente: elaboración propia

Considerando:

$$\beta_2 = \frac{L_2}{m} = 1,2533 \text{ rad} \approx 70^\circ \quad (25)$$

$L_2 \rightarrow$ Longitud de desplazamiento

De esa manera, la rotación durante la detención final:

$$\beta_5 = \omega * t = 1,4241 \text{ rad} \approx 82^\circ \quad (26)$$

$t \rightarrow$ Tiempo de detención

Con esta información se formó un esquema de puntos de arranque, desplazamientos, retorno y detención para validar por medio de simulación. En el arranque se tomó la curva de movimiento con características de media subida, por lo que se escogió el movimiento semicicloidal.

De igual modo, el seguidor determinó la posición exacta del elemento, tomando como base el recorrido propuesto basado en su forma y dimensión. Para ello, se realizó un modelo 3D simplificado del sistema y se evaluaron las variables de interés con respecto a los movimientos esperados y los cálculos. Así, se ejecutaron los respectivos trazados para determinar, mediante una cinemática directa, el tipo de actuador que se debió implementar en el modelo real con el fin de satisfacer la tarea propuesta por este.

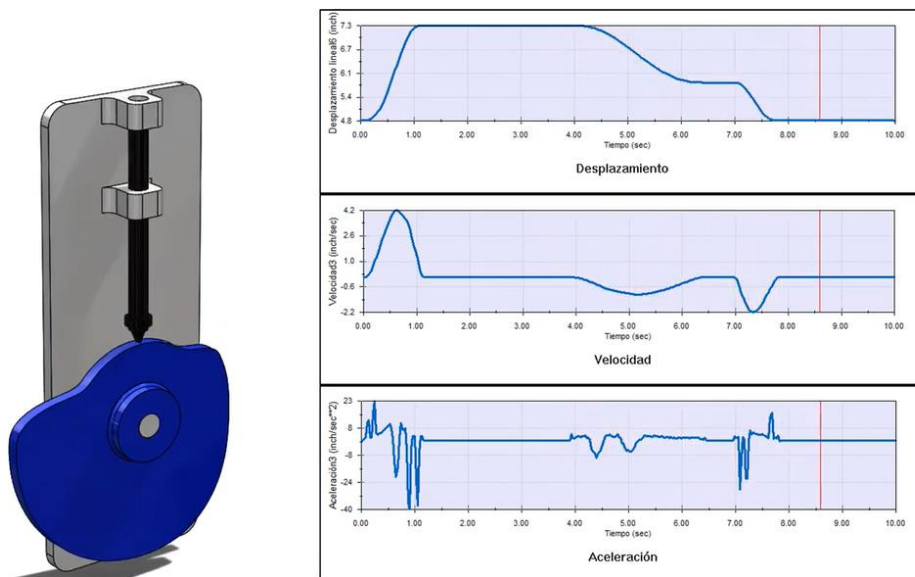


Figura 61. Representación del análisis de movimiento simplificado (desplazamiento-velocidad-aceleración) Fuente: elaboración propia

Por otro lado, considerando los datos obtenidos en los trazos de la cinemática inversa se evidenció el torque y los desplazamientos requeridos por el actuador, teniendo en cuenta la carga remota a la cual se va a exponer y de acuerdo con su movimiento rectilíneo uniforme.

Finalmente, por medio de la simulación de FEA en SolidWorks fue posible determinar los esfuerzos sobre el soporte principal de la coctelera; de esta manera, aplicando una fuerza de 8 N, se obtuvo el análisis estático de tensiones por Von Mises mostrados en la Figura 62.

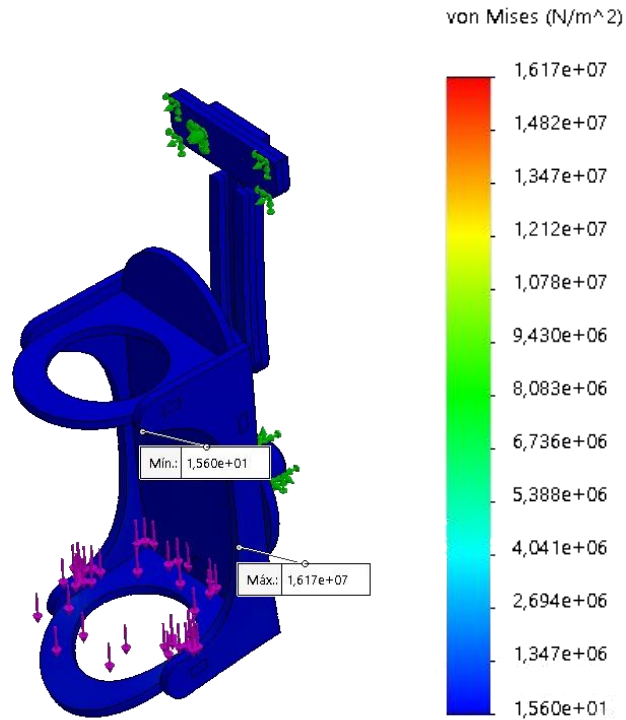


Figura 62. Diagrama de Von Mises del soporte principal del Shaker Fuente: elaboración propia

Con base en los resultados obtenidos, fue posible afirmar que la tensión de Von Mises estuvo en un valor cercano $1,617e+07(N/m)$, que se asemeja mucho al valor obtenido en los análisis de movimiento considerados para el mecanismo.

Del mismo modo, se apreció que el valor obtenido de tensión no superó el límite elástico, que es aproximadamente $1,573e+07(N/m^2)$, lo que indicó que al aplicar esta fuerza sobre el soporte principal de agitación no se mostrará algún tipo de fractura en el material.

Igualmente, se tuvo la simulación del desplazamiento generada por la carga aplicada, que mostró que el material se mueve al aplicar esta fuerza. En la Figura 63 se observa el resultado obtenido en el soporte principal.

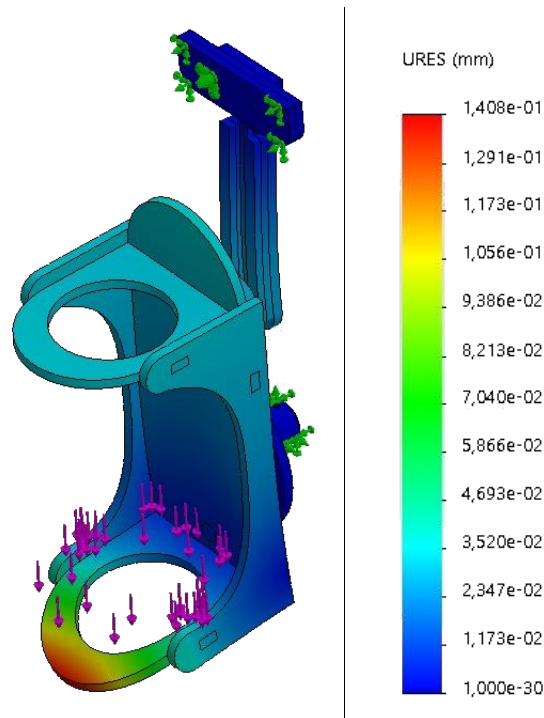


Figura 63. Diagrama de desplazamiento del soporte principal del Shaker Fuente:

elaboración propia

Como se observa, al aplicar esta carga, el soporte del dosificador tuvo un desplazamiento máximo de aproximadamente 3,78mm en la punta del dosificador, lo que representó un desplazamiento casi nulo a la hora de aplicar una fuerza como esta, con un factor de seguridad superior.

π Diseño electrónico

En este apartado se abordó el diseño electrónico basado en la selección del controlador, sensores y actuadores que hacen parte del sistema. De igual forma, se desarrollaron esquemas de conexión de los circuitos necesarios para el correcto funcionamiento del prototipo. Bajo una metodología propia, este segmento contó con cinco etapas para su desarrollo (ver Figura 64), la cuales se complementan con los módulos propuestos.

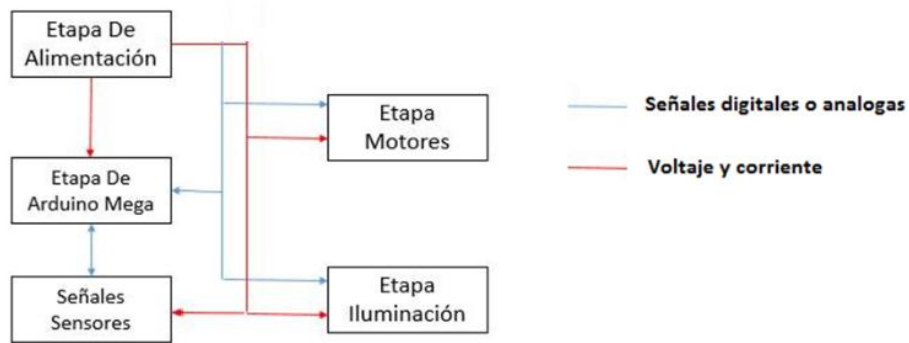


Figura 64. Modelo de conexión eléctrica Fuente: elaboración propia

3.5 Módulo 1

Este módulo fue el encargado de ofrecer un ambiente propicio en donde el prototipo contó con un altavoz que se puede conectar a un dispositivo móvil y que permite ejecutar la lista de reproducción de preferencia del usuario.

π Parlante bluetooth

Se diseñó un altavoz de dimensiones reducidas que es capaz de conectarse a un elemento externo que le proporcione los archivos a reproducir como un teléfono inteligente. Este objeto se pensó para ofrecer comodidad y elegancia al dispositivo, por lo tanto, es pequeño, pero con una potencia suficiente para desempeñarse en recintos cerrados o al aire libre.

Para crearlo se implementó un minireceptor de audio inalámbrico amplificador equipado con chip TDA7492P y bluetooth 4.0, con salida de audio estéreo 25 + 25 W. También posee un ajuste de ganancia (DIP Switch) que va desde 21,6 dB a 33,6 dB, ideal para los altavoces estéreo bluetooth DIY. (Vistrónica, s.f., párr. 1)

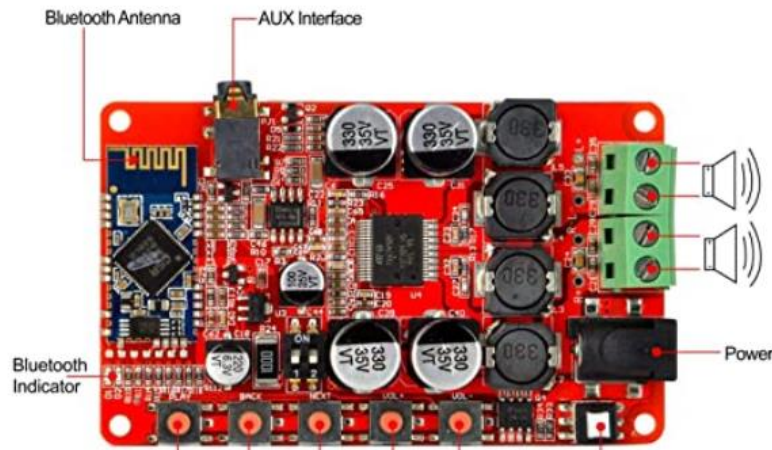


Figura 65. Módulo receptor de audio TDA7492P Fuente: (Vistrónica, s.f.)

3.6 Módulo 2

Es el módulo central donde se reunieron los elementos principales para el sistema de dosificación, sistema de iluminación y la implementación de interfaz HMI. Se considera el cerebro del prototipo, pues es allí donde se ejecuta la gran mayoría de actividades relacionadas con la elaboración del coctel y también donde se aloja el microcontrolador que lo hace operar bajo los parámetros establecidos.

π Selección de actuadores

Para la selección de tipo de motores para el movimiento de la transmisión y el brazo axial se evaluaron diferentes condiciones en cuanto a las características:

- Velocidad.
- Precisión.
- Costo.
- Fuerza.

Para ello, se usaron criterios de ingeniería entre motorreductor, motor paso a paso y servomotores, evaluando su desempeño de forma analítica con base en las hojas técnicas de estos.

A partir de los anteriores criterios, el motor que desempeñó las funciones del sistema de transmisión y dosificación fue un motor paso a paso, puesto que se requirió un motor que fuera de alta precisión, no necesitara de un encoder para determinar su posición y que no tuviera limitación en cuanto a grados de rotación, como la tendría un servomotor servo.

Según el manual de motores paso a paso de Automation Direct y teniendo en cuenta las fórmulas de la tabla se abordaron los siguientes pasos para el cálculo y selección del motor del sistema.

Tabla 11. *Fórmulas para calcular motores paso a paso*

Definiciones
de carga = desplazamiento o distancia en que se mueve la carga por rotación del eje del actuador ($P = \text{pitch} = 1/\text{de carga}$).
De total = distancia total del movimiento paso.
Θ Paso = resolución del paso del accionamiento (pasos/revmotor).
i = razón de reducción del reductor de velocidad (revmotor/revreducer)
Tacel = torque requerido para acelerar y desacelerar la inercia total del sistema (incluye la inercia del motor).
Tresist = torque resistivo de la carga cuando se opera el actuador a velocidad constante por la fricción, fuerzas externas a la carga, entre otros.
total = tiempo del movimiento.

Fuente: elaboración propia

Pasos:

1. Se definieron las necesidades del actuador y el movimiento.

Tabla 12. *Relación de necesidades del actuador*

Variables	
Fuerza externa	0
Coeficiente de fricción	0,003
Resolución deseada	0,0254mm/pulso
Reductor de engranajes	1:1 o 0
Distancia del movimiento	0,5- 0,04 m
Tiempo del movimiento	8-5 s
Tiempo de aceleración u desaceleración	0,4 s

Fuente: elaboración propia

2. Se determinó la resolución de posición de la carga.

A partir de la fórmula:

$$P_{Total} = \frac{D_{Total}}{d_{\frac{Carga}{i}}} = 19682 \text{ pulsos (27)}$$

Ahora bien, de la siguiente fórmula se obtuvo la velocidad en rpm

$$f_{Trapez} = \frac{(P_{Total} - (f_0 * t_{acel}))}{T_{Total} - T_{acel}} = 285,67 \text{ RPM (28)}$$

f_{Trapez} : velocidad de un movimiento trapezoidal, es decir, que tiene un tiempo de aceleración y desaceleración igual y una velocidad constante.

f_0 : velocidad inicial del movimiento, la cual, para este caso, fue 0

3. Se determinó el torque requerido del motor.

Con el software CAD se definió el momento de inercia de todo el conjunto que tenía que mover el motor de la mesa lineal, el cual es $I = 0.06028579 \text{ Kg} * m$, entonces, se aplicó nuevamente la ecuación (27)

$$T_{acel} = 1,8034 \text{ Nm}$$

En cuanto al cálculo del torque del motor se tomó nuevamente la ecuación (28), donde el torque resistivo fue:

$$f_{Total} = f_{Ext} + f_{friccion} * f_{gravedad} \text{ (29)}$$

Reemplazando:

$$f_{Total} = 0,7583 \text{ N}$$

Entonces, el torque resistivo fue:

$$T_{rest} = (f_{Total} * 0,005m) = 0,00379 \text{ Nm}$$

Retomando la ecuación:

$$T_{motor} = T_{acet} + T_{resist} \text{ (30)}$$

$$T_{motor} = 2,23 \text{ N} * m$$

No obstante, este fue el torque necesario para mover la mesa antes de haber escogido un motor e incluir la inercia del rotor en él.

4. Se seleccionó y confirmó el sistema de motorización

Según la tabla, una opción razonable sería el motor Nema 17, pues el torque es superior al calculado; pese a ello, ese motor solo puede mover hasta 5,36 kg y el peso de todo el conjunto es de 4,876 kg para la base móvil y 3,984 kg para el sistema de dosificación, por lo tanto, se eligió el motor Nema 17, que tiene una inercia:

$$j_{motor} = 0,00014 \text{ Kgm}^2$$

De igual modo, el torque real para producir los movimientos fue modificado al incluir la inercia en la ecuación (29).

$$T_{acel} = 2,236 \text{ Nm}$$

Y con base en la ecuación (29) se halló el valor real:

$$T_{motor} = 2,24 \text{ Nm}$$

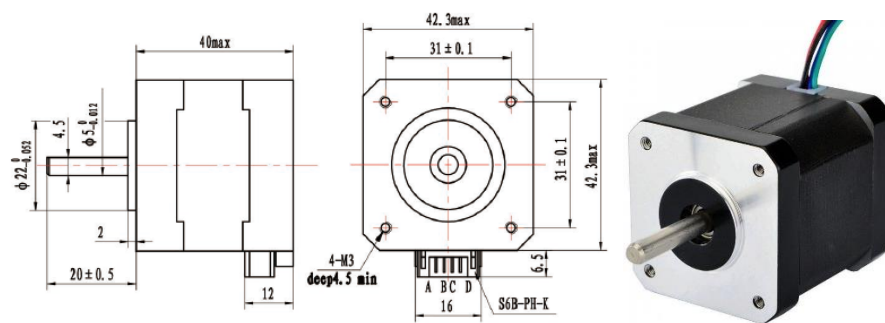


Figura 66. Esquema motor Nema 17 Fuente: (Junta de Andalucía, 2010)

π Driver motor Nema 17

El DRV8825 es un controlador (drivers) que simplifica el manejo de motores paso a paso desde un autómata o procesador como Arduino (ver Apéndice C). Estos controladores permiten manejar los altos voltajes e intensidades que requieren dichos motores, limitar la corriente que circula por el motor y proporcionar las protecciones para evitar que la electrónica pueda resultar dañada. (Llamas, 2016, párr. 1)

Tabla 13. Características generales DVR8825

Driver Nema 17	
Modelo	DRV8825
Color	Morado

Intensidad máxima	2.5A
Tensión máxima	45A
Microsteps	32
Rs típico	0.1
Fórmulas	$I_{\text{max}} = V_{\text{ref}} / (5 * R_s)$
	$V_{\text{ref}} = I_{\text{max}} * 5 * R_s$

Fuente: elaboración propia

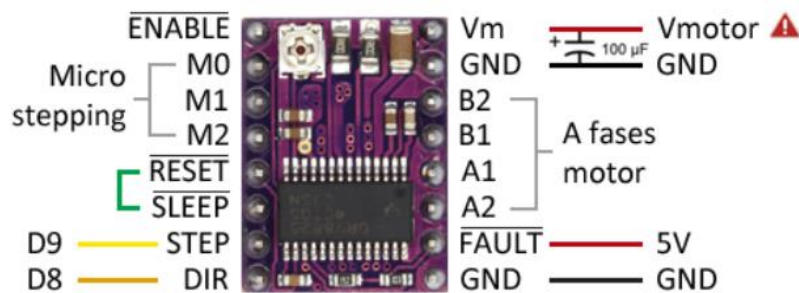


Figura 67. Esquema de conexión DVR8825 Fuente: (Jennings et al., s.f.)

π Sensórica

Este apartado definió los elementos que determinaron los componentes para la elaboración de un coctel y se denominan sensores. Se buscó tener un control sobre el sistema y un dominio sobre dichas variables, para así relacionarlas directamente con los actuadores.

Para la detección del recipiente que se encuentra ubicado en la plataforma móvil y en el módulo *shaker* se partió de los criterios de ingeniería y las características especiales que ofrece el sensor (ver Tabla 14), y se seleccionó el sensor Sharp GP2Y0A41SK0F, debido a que la salida analógica que proporciona es una distancia entre 2 y 30 cm, de tal manera que el recipiente estuvo en la posición indicada.

Tabla 14. Especificaciones técnicas sensor Sharp

Sensor Sharp	
Sensor infrarrojo	GP2Y0A41SK0F
Tipo de sensor	infrarrojo
Configuración del sensor	Reflector

Dimensiones	10mmx30mm
Rango de trabajo	2cm-30cm
Voltaje de alimentación	3,3V-5V
Corriente de funcionamiento	30 mA
Salida	Análoga
Circuito de acondicionamiento	No aplica

Fuente: elaboración propia

A su vez, el sensor Sharp tuvo como ventaja que su configuración funciona mediante un reflejo, de tal manera que la detección del recipiente fue más sencilla respecto a un modo de barrera que ofrecería otro tipo de sensores, puesto que si el sensor no se encuentra alineado no enviará la señal esperada. En la Figura 68 se muestra el sensor seleccionado.

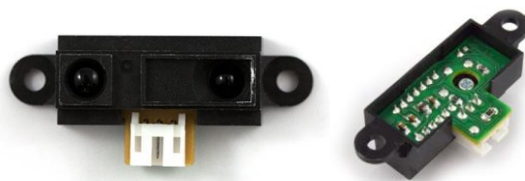


Figura 68. Sensor Sharp GP2Y0A41SK0F Fuente: (Jennings et al., s.f.)

π Sistema de iluminación

El sistema de iluminación permitió que la máquina fuera atractiva visualmente para los consumidores y usuarios; por esta razón, el prototipo contó con siete pacas de ledes implementadas en el módulo de hielera, una para cada botella y uno para el recipiente. Teniendo en cuenta que las luces se alimentan de cuatro a siete voltios (ver Tabla 15), se activó un circuito de accionamiento (ver Apéndice C) con un regulador step down que permitió el uso de un voltaje diferente al de la señal de salida del controlador, lo que posibilitó que los diferentes ledes se encendieran.

Tabla 15. Especificaciones técnicas módulo RGB led 8-16 Bit

WS2812 5050 RGB led 8-16 bit	
Voltaje de alimentación:	4 a 7 V (sugerido a 5 V)

Consumo de corriente:	18 mA
Dimensiones:	Diámetro exterior: 50 mm Diámetro interno: 36 mm Espesor: 3.2 mm
Peso:	3.3g
Pines de control:	V+ alimentación positiva GND: Masa o tierra DI: entrada de la señal del controlador Do: salida de la señal del controlador

Fuente: elaboración propia

Debido a que la máquina contiene cuatro botellas y tres aros de led para el recipiente y la hielera, el circuito presentado en la Figura 69 fue extendido para que toda la etapa de iluminación del prototipo funcionara de manera uniforme.



Figura 69. Módulos WS2812 5050 RGB led 8-16 bit Fuente: Google Imágenes

π Selección de dispositivo de control

Para seleccionar el controlador de la máquina dispensadora de cocteles automatizada se consideraron las características de los controladores existentes en el mercado, observando sus funcionalidades y a partir de ello se optó por utilizar Arduino Mega 2560 (Figura 70).

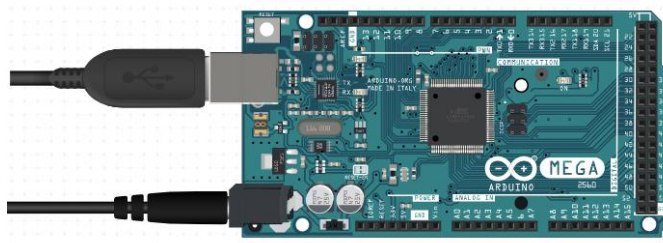


Figura 70. Tarjeta Arduino Mega 2560 Fuente: Google Imágenes

El controlador fue seleccionado bajo los siguientes criterios:

- Número de entradas y salidas (digitales y analógicas).
- Niveles máximos de tensión a la salida del controlador.
- Versatilidad del controlador para llevar a cabo su respectiva programación.
- Costo del controlador.
- Dimensiones del controlador.
- Formas de alimentación del controlador.
- Disponibilidad comercial.
- Adaptabilidad de pantalla táctil. (Quijano & Aguilar, 2016, p. 16)

Los criterios mencionados fueron propuestos por las necesidades del prototipo evaluando su tamaño, función, costo e integración con el resto de componentes para realizar una validación de las características generales con las que cuenta este microcontrolador (ver Tabla 16).

Tabla 16. Especificaciones técnicas Arduino Mega 2560

Características Arduino Mega 2560	
Microcontrolador	Atmega 2560
Tensión de alimentación	5 V
Voltaje de operación	7 a 12 V

Pines digitales E/S	54 (15 son PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente DC	40 mA
Corriente CC	3.3 V 50 mA
Memoria Flash	256 KB (de los cuales 8 KB son usados para <i>bootloader</i>)
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidad del reloj	16MHz

Fuente: elaboración propia

π CONTROL HMI

Se empleó el concepto de HMI (interfaz humano-maquina) que representa la interacción entre el proceso y el usuario. Se trata, básicamente, de un panel de instrumentos del usuario que corresponde a la principal herramienta utilizada por usuarios para coordinar y controlar procesos de fabricación de los cocteles.

La interfaz del usuario debe ser intuitiva, fácil de usar y permitir la comunicación con la máquina. Además de proporcionar el manejo de todo el sistema, la interfaz debe observar el estado de este, por ejemplo, la disponibilidad de recipiente en la base móvil. Para ello, se implementó una pantalla TFT (ver Figura 71) con el fin de facilitar la operación y el manejo del prototipo de manera instructiva y sencilla para el usuario.

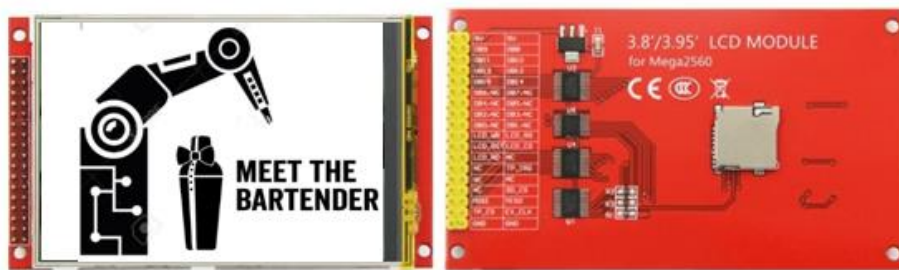


Figura 71. Pantalla LCD táctil TFT para Arduino. Fuente: Google Imágenes

Esta es una pantalla táctil de 3,95 pulgadas con slot para memoria micro SD, muy útil para visualizar datos de variables, hacer gráficas o simplemente hacer uso del interfaz de usuario. También está diseñada para todas las placas compatibles Arduino y funciona con un voltaje de

5 V dadas sus características (ver Tabla 17). Además, puede ser enchufada directamente en Arduino y ofrece funciones de almacenamiento para dicha placa.

Tabla 17. *Especificaciones TFT táctil Arduino*

TFT Arduino 3,95 Inch	
Fabricante	Mcufriend
Resolución	480x320
Alimentación	5 v
<i>Touch screen</i>	Resistivo
Controlador	9488
Tamaño	9.7 cm x 6.9 cm

Fuente: elaboración propia

3.7 Módulo 3

Es el módulo alterno donde se implementó el sistema de agitado y se alojó en el bloque de potencia que sistematiza la regulación de tensión para alimentar el prototipo. A partir de él así se suministran los sensores, actuadores, diodos y elementos eléctricos de los cuales depende el funcionamiento del prototipo.

π Selección del actuador *shaker*

Para seleccionar el motor del agitador, primero, se determinó el peso que iba a mover, el diámetro del eje que se acoplaría a la leva y la velocidad a la que iba a girar, teniendo en cuenta que la velocidad debía ser de altas RPM para minimizar los tiempos de preparación sin que se produzca un derrame de bebida. De acuerdo con el manual de motores de Automation Direct (ver Tabla 18) se requirieron los siguientes datos para el cálculo y selección del motor del sistema.

- Diámetro del eje = 0,0127m
- Material del eje = acero
- Coeficiente de fricción de superficies que se deslizan = 0

$$\theta_{\text{paso}} = \frac{200 \text{pasos}}{\text{rev}} = 0,8 \quad (31)$$

$$d_{\text{carga}} = 6,35 \text{mm}$$

$$i = 1$$

$$D_{\text{total}} = 134 \text{mm}$$

$$j_{\text{mezclador}} = 0,002338 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

A su vez, la velocidad nominal a la cual se mueve el motor es

$$v = 250 \text{ RPM}$$

Entonces, el torque necesario para acelerar y mover el agitador fue:

$$T_{\text{acel}} = j_{\text{mezclador}} \cdot \frac{\text{velocidad}[\text{rpm}]}{\text{tiempo}[\text{s}]} \cdot \frac{2\pi}{60} \quad (32)$$

$$T_{\text{acel}} = 0,125 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Según la Tabla 18, una opción razonable sería el motor RS-775WC-8514 (ver Figura 72), para poder acelerar el mezclador y empezarlo a mover, puesto que el torque es superior al calculado.

Tabla 18. Especificaciones técnicas del motor RS-775WC-8514

MODELO		VOLTAJE		SIN CARGA		A LA MÁXIMA EFICIENCIA				PUESTO		
		Rango de operación	NOMINAL	VELOCIDAD	ACTUAL	VELOCIDAD	ACTUAL	ESFUERZO DE TORSIÓN		SALIDA	ESFUERZO DE TORSIÓN	
			V	r / min	UN A	r / min	UN A	mN · m	g · cm	W	mN · m	g · cm
RS-775WC	8514	jun-20	18 años	19500	2.7	17040	18,7	153	1561	273	1216	12396
												130

Fuente: elaboración propia

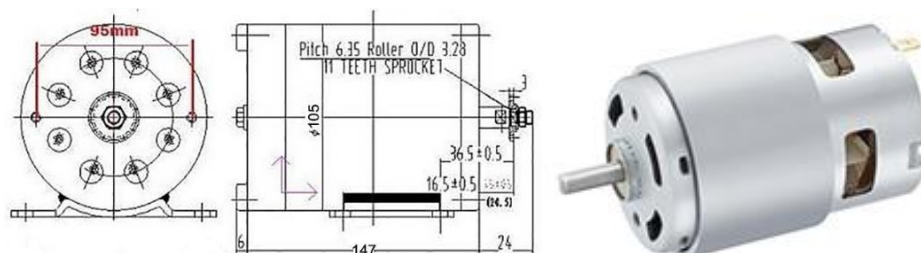


Figura 72. Esquema del Motor RS-775WC-8514 Fuente: (Mabuchi Motor, s.f.)

π Driver Motor RS-775WC-8514

El agitado debe realizarse en ambos sentidos, por eso, se implementó un driver que permitió manipular el giro del motor sentido horario y antihorario, respectivamente, para obtener una mejor mezcla del coctel. En ese sentido, el Driver L298N (ver Figura 73) es un dispositivo que puede controlar el sentido de funcionamiento de motores a una corriente de salida por canal de hasta 2 A.

Este módulo contó con un disipador de calor acorde con las características de dicho dispositivo (ver Tabla 19) y sus características de diseño posibilitaron un rendimiento antinterferencia excepcional, llegando a trabajar hasta con un nivel de tensión de entrada de 46 V; aunque por cuestiones de seguridad se recomienda usar niveles de tensión debajo de este valor límite.

Tabla 19. Especificaciones técnicas módulo L298N

MÓDULO L298N	
Controlador	L298/ Doble Puente H
Interfaz de potencia	7 V~46 V
Corriente máxima	2A por canal
Voltaje de control	5V
Corriente de control	36mA
Potencia de salida	25W
Temperatura de operación	-20 °C~+135 °C

Fuente: elaboración propia

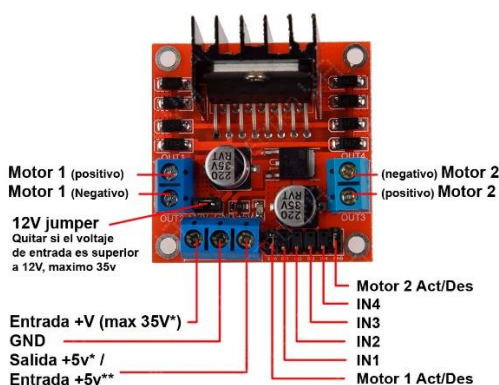


Figura 73. Esquema módulo L298N Fuente: Google Imágenes

π Sistema de alimentación

La etapa de regulación tuvo los siguientes requerimientos para obtener el correcto funcionamiento de la máquina y sus componentes electrónicos:

- La fuente de alimentación externa debió tener un rango entre de 8 V-14 V y 5 A- 10 A.
- La etapa de iluminación se alimenta de 7 V.
- La etapa de motores consume de 6 a 12 V.
- La etapa de acoplamiento de Arduino consume 5 V.
- La etapa HMI se alimenta de 5 V.

A partir del primer requerimiento, la fuente principal de alimentación de la máquina fue un adaptador de 14 V – 14 A (ver Tabla 20), el cual se conectó directamente a una toma de corriente de 110 V AC (ver Figura 74). Esta fuente externa garantizó la alimentación de todos los componentes electrónicos de la máquina por medio de reguladores step down, pues cuenta con un suministro de corriente superior a lo requerido, lo que posibilita un correcto desempeño en conjunto.

Tabla 20. *Especificaciones técnicas de la fuente Mean Well*

Fuente Mean Well conmutada 24V @ 14,6A	
Voltaje	24 V
Corriente	14,6 A
Potencia	350,4 W
Voltaje de entrada	90 VAC~132 VAC/180 VAC~264 VAC, 240 VDC~370 VDC
Frecuencia de entrada	47Hz ~ 63 Hz
Eficiencia	88 %
Tamaño	215 mm X 115 mm X 30 mm
Peso	760 g

Fuente: elaboración propia



Figura 74. *Fuente de voltaje Mean Well 14 V -13,6 A Fuente: Google imágenes*

De igual manera, en la Figura 75 se observa el adaptador empleado para la protección general del circuito cerrado, con el fin de evitar daños eléctricos dentro del prototipo. Es un conector de poder que une la red eléctrica tipo C14 e incorpora un interruptor basculante On/off para controlar el paso de energía, además, posee compartimiento para agregar un fusible con el propósito de obtener protección por sobre consumo o corto circuito (ver Tabla 21).

Tabla 21. *Especificaciones técnicas IEC320*

Especificaciones Conector IEC	
Tipo de conector:	IEC 320 C14
Valor nominal:	250 VAC a 10 A
Tipo de fusible:	Fusible eléctrico de 20x5 mm
Tipo de interruptor:	cuatro pines de doble contacto KCD1
Material de aislamiento:	Plástico
Material del conductor:	Latón niquelado

Fuente: elaboración propia

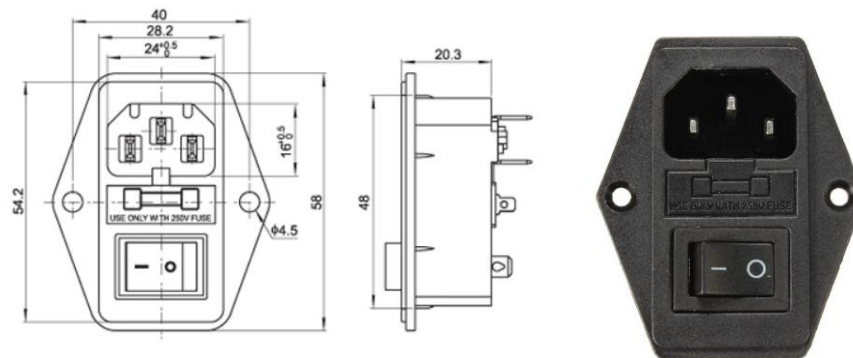


Figura 75. *Esquema conector IEC320 Fuente: (Vistrónica, s.f.)*

π Sistema de regulación y control

Para regular la tensión en cada subsistema compuesto por sensores, actuadores, diodos y demás elementos integrados al sistema se utilizaron reguladores de tensión de tipo step down que ofrecen características robustas a altas corrientes y protegen a los circuitos alternos de posibles fallas y daños permanentes en estos dispositivos (ver tablas 22, 23 y 24).

Tabla 22. Características del step down XL4016



Regulador step down XL4016	
Voltaje de entrada:	4-38 VDC
Voltaje de salida:	1,25-36 V continuamente ajustable
Corriente de salida:	0-8 A
Potencia de salida:	250 W
Temperatura de funcionamiento:	-40 a +85 grados
Frecuencia de trabajo:	180 KHz
Eficiencia de conversión:	hasta el 96 %
Protección contra cortocircuitos:	Sí
Dimensiones del módulo:	64 x 47 x 26 mm (L x W x H)

Fuente: elaboración propia

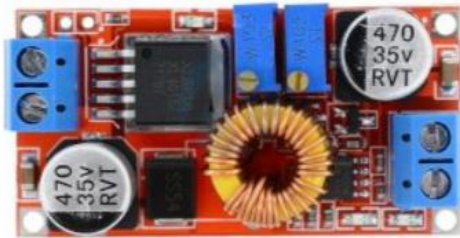
Tabla 23. Características del step down Buck 5A



Regulador DC-DC Buck 5A	
Voltaje de entrada	4.0V~38 V
Voltaje de salida	1,25V~36 V
Rango de medición de voltímetro	0,0V~40 V
Potencia de salida	75 W
Regulación de carga	0,8 %
Eficiencia	96 %
Precisión de voltímetro	± 0,05 V
Protección	Térmica
	Corto circuito
Tamaño	6,6 cm x 3,9 cm x 1,8 cm
Peso	28 gramos

Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Características del regulador DC-DC XL4015 Buck



Regulador DC-DC XL4015 Buck	
10	4.0 V~38 V
Voltaje de salida:	1,25 V~36 V
Rango de medición de voltímetro:	0,0V~40 V
Corriente de salida:	0 A~5 A
Potencia de salida:	75 W
Frecuencia de operación:	180 KHz
Regulación de carga:	$\leq 0,8\%$ (entrada 24 V, salida 12 V, carga 1 A~4,5 A)
Regulación de voltaje:	$\leq 0,8\%$ (salida 12 V/4 A, entrada 18 V~32 V)
Eficiencia:	96 %
Protección ante corto circuito:	Sí (hasta 8 A)
Protección de sobre calentamiento:	Sí (automático, apaga la salida)
Temperatura de funcionamiento:	40 °C~85 °C

Fuente: elaboración propia

π Diseño de software

El prototipo posee algoritmos que permitieron la ejecución de los procesos programados. Se procedió a describir las acciones que el Arduino y la aplicación HMI debían realizar (ver Apéndice D).

- Servir como interfaz para el usuario.
- Selección hasta de cuatro cocteles que se quieren preparar.
- Proporcionar ordenes preestablecidas al usuario.
- Identificar visualmente la existencia de un recipiente.

Mientras las acciones que realiza el Arduino son:

- Recibir el comando desde la aplicación HMI.
- Activar el motor de la base móvil.
- Accionar el motor para accionar los dosificadores.
- Accionar el motor del mezclador.

Finalmente, para generar la programación que controlaría el sistema se tuvo en cuenta el diagrama de proceso de control, mostrado en los anexos, que fue capaz de realizar actividades autónomas para la preparación de bebidas.

π Control HMI:

Para el control del sistema se utilizó una pantalla LCD con interfaz táctil, mediante comparaciones y áreas de contacto con el display. Asimismo, en el software de programación se estableció los parámetros requeridos para el envío de señales los subsistemas accionados.

El sistema de mando interfaz táctil permitió escoger diferentes opciones de bebidas en donde se accionaron diversos actuadores para el dispensado de líquido o la base móvil, a controlando sus posiciones.

Por último, se definieron las librerías para mostrar la interfaz gráfica para el correspondiente control del sistema mediante:

- U Touch: es utilizado para habilitar el módulo touch del TFT que maneja la interfaz HMI.
- UTFT tinyFAT: esta librería permite cargar imágenes de las tarjetas SD. Las imágenes deben estar en formato raw.

π Control de imágenes en la interfaz:

Para mostrar una imagen en la pantalla se usó una memoria externa micro SD, recomendada cuando se utilizan imágenes de gran tamaño en memoria. Para insertar una imagen se crean diferentes matrices dependiendo de las dimensiones que ocupa aquella y posteriormente se le hace un llamado.

π Control de actuadores Nema 17:

El control de los motores paso a paso para los diferentes sistemas mencionados se manipuló por Arduino a través de algoritmos base donde una pantalla TFT touch envió una señal a un

Arduino de 5 V que activó las salidas digitales del driver DVR8825 (DIR, STEP, SLEEP) y así mover un de los motores paso a paso.

Para el movimiento de estos últimos, con base en el algoritmo, se utilizó la librería AccelStepper, que permitió controlar más de un motor paso a paso a la vez en configuración de modo DRIVER. Luego, se establecieron los pines (STEP y DIR) de cada driver; aquí se manejaron aceleraciones, velocidades y comandos de posicionamiento absoluto o relativo.

π Control actuador RS-775WC-8514:

Se controló un motor DC a través de la salida B del módulo y el pin ENB se conectó con el jumper a +5 V. El algoritmo, básicamente, activó el motor en un sentido por cuatro segundos, luego detuvo el motor por 0,5 segundos para activarlo después en sentido inverso por cuatro segundos y, por último, detuvo el motor por cinco segundos.

π Control sensor de distancia:

El rango que se estableció para detectar el vaso fue entre (5-10 cm) para los pines de Trigger Y Echo, habilitando estas salidas digitales con el fin de validar la distancia a la que se encontraba el obstáculo o recipiente y así realizar o no el procedimiento de la máquina.

π Control de iluminación:

El control de la iluminación se realizó por medio de tres salidas PWM para distintas intensidades de color, donde el rango de estas estuvo entre (0 y 255); con ello se buscaba una secuencia led intermitente con reacción en cadena.

Capítulo IV. Implementación

En este capítulo se integraron los tres subsistemas (electrónico, mecánico y control) para el correcto y total funcionamiento de la máquina. De igual manera, se verificó si el mecanismo escogido junto con el circuito electrónico realizado funcionaba de forma correcta en conjunto y si el sistema de control también trabajaba adecuadamente.

Ello se verificó en los subsistemas correspondientes a la dosificación, movimiento de base móvil, control de agitado, iluminación e interfaz gráfica por medio de pantalla táctil. Se desarrollaron pruebas y protocolos de validación.

4.1 Construcción del prototipo

Para la construcción del prototipo fue importante tener un lugar adecuado de trabajo con fácil acceso a las herramientas a utilizar para el desarrollo de la máquina. Esta etapa se dividió en cuatro partes descritas a continuación.

La construcción requirió del uso de agentes externos para la adquisición, corte, mecanizado de piezas y diversos materiales:



Vistrónica SAS

Calle 17A #14-76 Piedra Grande
Fusagasugá, Cundinamarca

Suministro de componentes electrónicos y mecánico



Laser Tool

Calle 18 #10-33 L.387
Bogotá, Cundinamarca

Corte y grabado láser



Tornos Veloza

Carrera 81 # 79-25
Bogotá, Cundinamarca

Mecanizado general y cortes

De esta manera, se realizó una proyección de costos estimados teniendo en cuenta los elementos comerciales y los de manufactura que integran el proyecto (Tabla 25).

Tabla 25. *Estimación de costos del prototipo*

BARTENDING 1.0		
CANTIDAD	OBJETO	PRECIO
1	Arduino Mega	50 000
3	Regulador DC-DC 5 ^a	33 000
1	Regulador DC-DC 8 ^a	30 000
2	Anillo led 6 bit	9000
1	Amplificador PAM 8403	10 000
1	Módulo DF Player	15 000
2	Motor Nema 17	100 000
2	Driver 8825	25 000
1	Speaker 5 W	65 000
1	Acople rígido	6 000
1	Chumacera 4mm	15 000
4	Rodamiento corto 8mm	30 000
1	Kit de correa con poleas	50 000
2	Rodamientos SC8UU	30 000
1	Anillo led RGB	20 000
4	Barra led RGB	40 000
1	Fuente 24v DC 16 A	160 000
1	Copa margarita	8 000
4	Botellas para licor	10 000
1	Dispensador para cuatro botellas	185 000
20	Espaciadores metálicos cinco mm	10 000
1	Carro de aluminio GT2	25 000
1	Eje acero 8mm x 500 mm	25 000
1	Pantalla 3,95" TFT	80 000
1	Motor DC 12v 250 rpm	60 000
XX	Ángulo de acero x 2 m	55 000
XX	Platina de acero x 50 cm	20 000
1	Coctelera acero inoxidable	140 000
XX	Corte láser y acrílico cinco mm	280 000
Valor Total estimado		1 596 000

Fuente: elaboración propia

En relación con la estimación de costos se desarrolló una valoración de diseño ingenieril a cargo del profesional que construyó el prototipo, por lo cual, se realizó un cálculo salarial remunerado (ver Tabla 26) representando el trabajo y tiempo empleado para el diseño e implementación total de la máquina, con el fin de brindar una estimación general del producto terminado.

Tabla 26. *Estimación de costos por diseño*

Cantidad	Personal	Valor profesional	Valor día	Valor hora	Estimación temporal
1	Ingeniero en Mecatrónica	\$ 2 400 000	\$ 80 000	\$ 10 000	1 mes

Fuente: elaboración propia

De esta manera, se prosiguió con los procesos de manufactura general que, como se mencionó, fue mediante corte láser, puesto que se empleó PMMA en gran parte del prototipo. Así, considerando las piezas de transmisión mecánica, se pudo evaluar el desarrollo y manufactura que presentó el prototipo.

A su vez, el proceso de soldadura para PMMA se hizo mediante la aplicación de cloruro de metileno en las juntas de dicho material, por medio de una jeringa que evitó desperdicios de soldadura y manchados. Para ello, se unieron las partes en su configuración y se aplicó el cloruro únicamente por los bordes, con el fin de crear un cordón interno de este para su fijación (ver Figura 76).

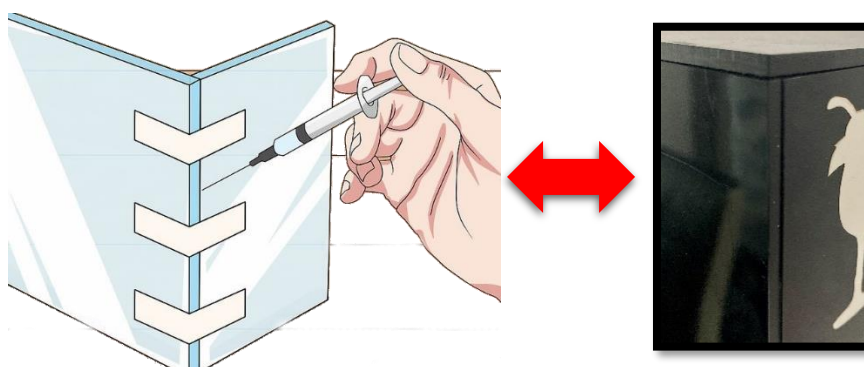


Figura 76. *Proceso de soldadura con cloruro de metileno* Fuente elaboración propia

A partir de ello se evidenciaron los terminados que ofrece este tipo de soldadura en las diferentes geometrías, actuando de manera rígida en el dispositivo sin dañar su estética, ni alterar las propiedades físicas o químicas del material.

Del mismo modo, se validó el proceso por el cual se realizó el prototipado (ver Figura 77) para el parlante de audio, usando el F6 Smart del que dispone la universidad, con el propósito de obtener mejor resolución y reconocimiento de geometrías para imprimir el bulldog a escala.



Figura 77. Escáner con dispositivo F6 Smart Fuente: elaboración propia

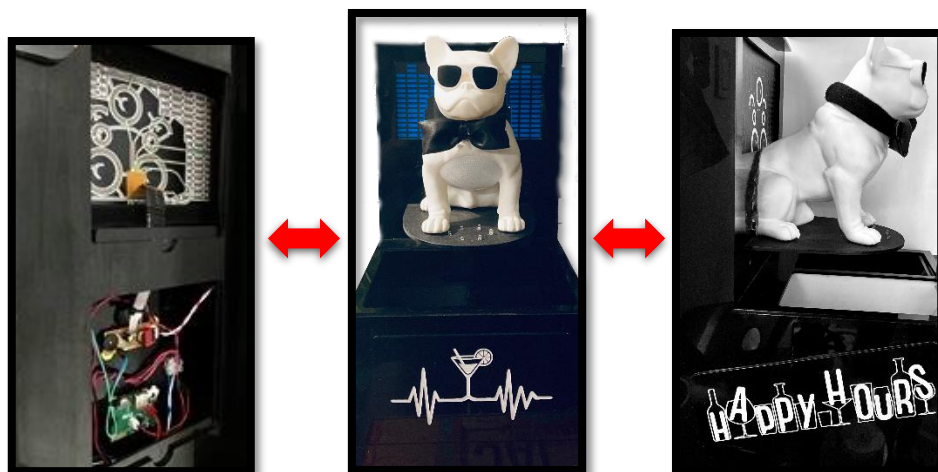


Figura 78. Electrónica y ensamblaje del módulo hielera Fuente: elaboración propia

Seguido de esto, se procedió a ensamblar el sistema de transmisión donde se evidencia la función interna del dispositivo y el método de transmisión, utilizando un kit de correa GT2 implementado en una camisa de tipo *kossel*, para fijar el móvil y poder realizar el desplazamiento de este de forma ideal.

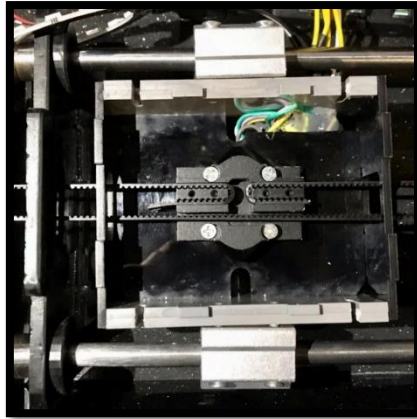
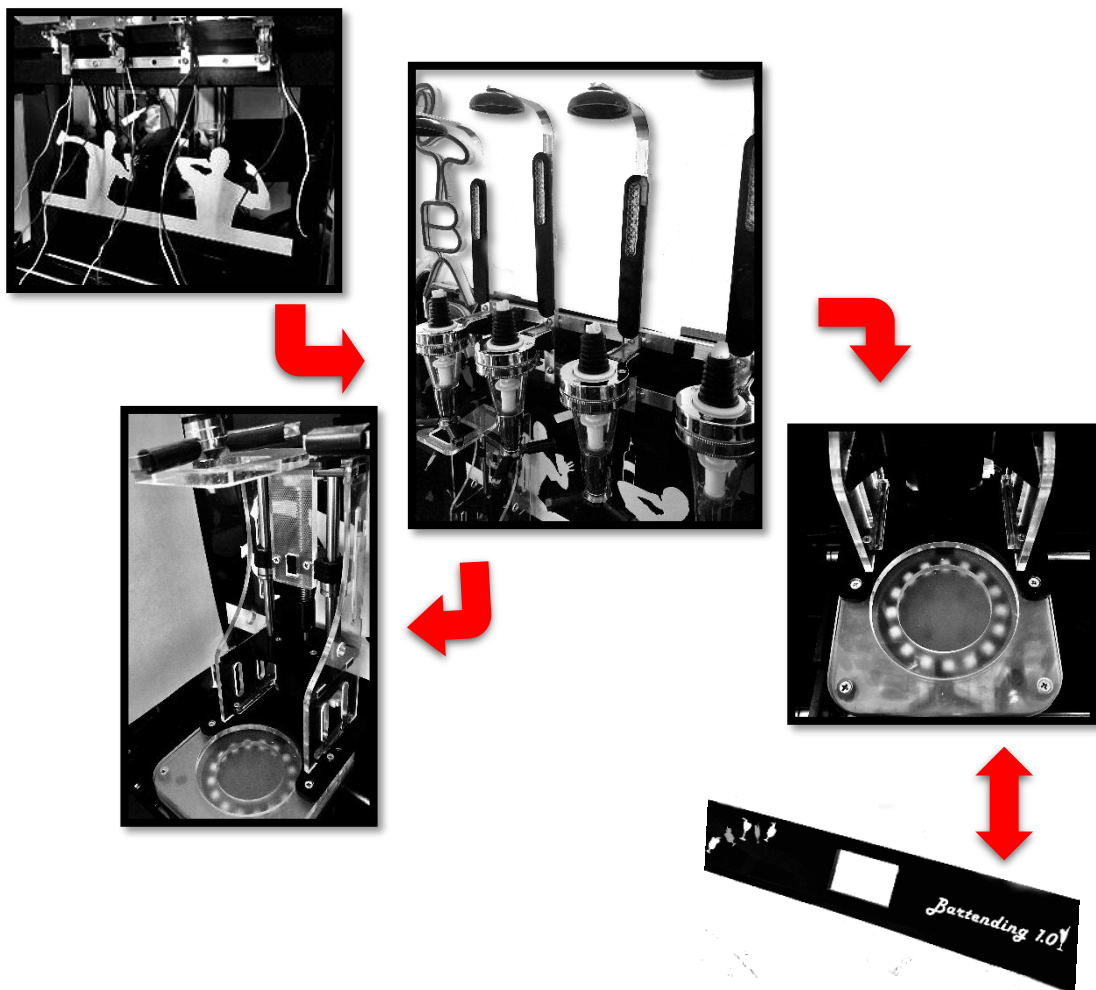


Figura 79. Ensamble y detalle del sistema de transmisión Fuente: elaboración propia

Posteriormente, se instaló el cableado eléctrico y de control del módulo para, de esa forma, dar detalles al proceso de creación y ensamble del dispositivo, teniendo en cuenta los aspectos de ingeniería necesarios para obtener un producto rígido y estético.



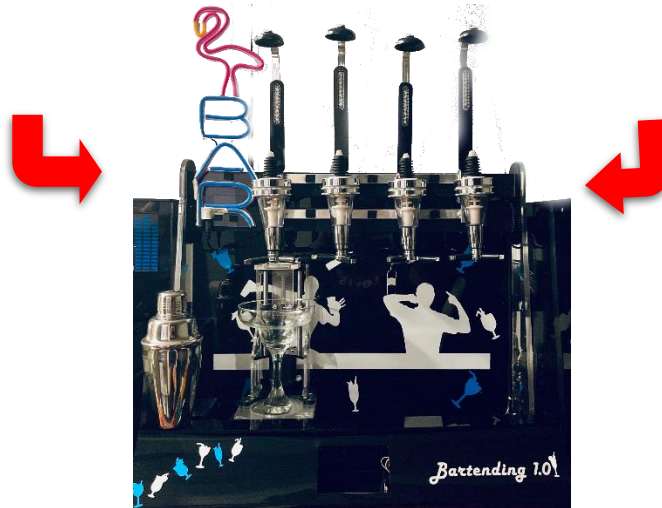


Figura 80. Módulo de dosificación Fuente: elaboración propia

Por su parte, el proceso de manufactura de la leva mecánica se llevó a cabo de una forma mecanizada convencional, determinando los diámetros necesarios para su funcionamiento al considerar las relaciones de escala con el sujetador de la coctelera.

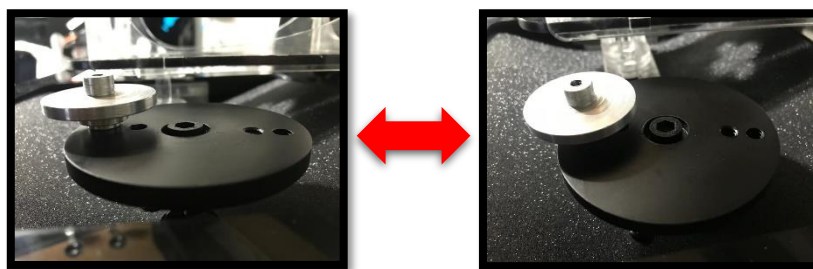


Figura 81. Implementación de leva mecánica para el shaker Fuente: elaboración propia

Por último, se representó la forma de cableado en los diferentes dispositivos eléctricos como los reguladores step down y drivers para los actuadores que componen el proyecto, al emplear las normas de seguridad establecidas para el proyecto y los métodos de cableado por las técnicas de espiral y cadenas porta cable tipo CNC.

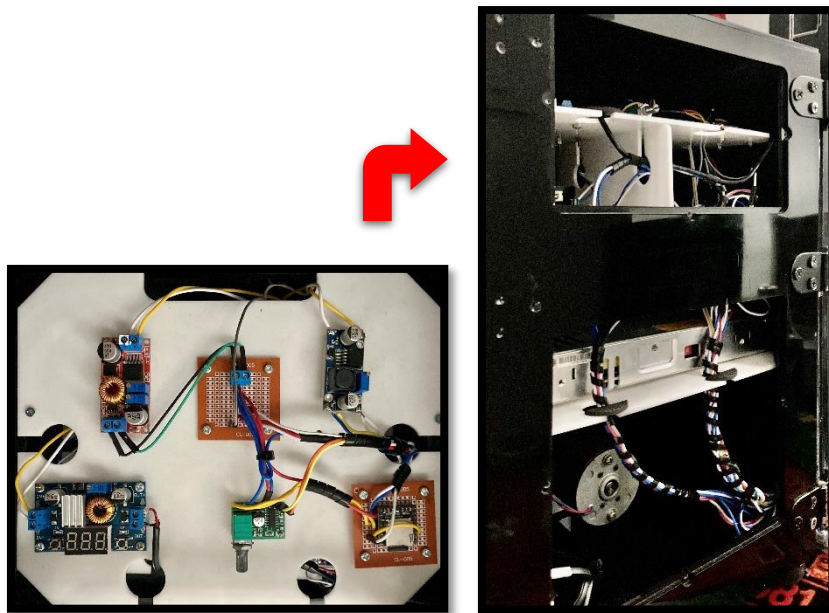


Figura 82. Implementación de cableado para drivers y reguladores del prototipo Fuente: elaboración propia

Por otro lado, considerando las implementaciones mecánicas y electrónicas necesarias para el prototipo, se mostraron los conjuntos y subconjuntos lo componen y así reflejar los terminados superficiales y finales de este, para apreciar su diseño e implementación.

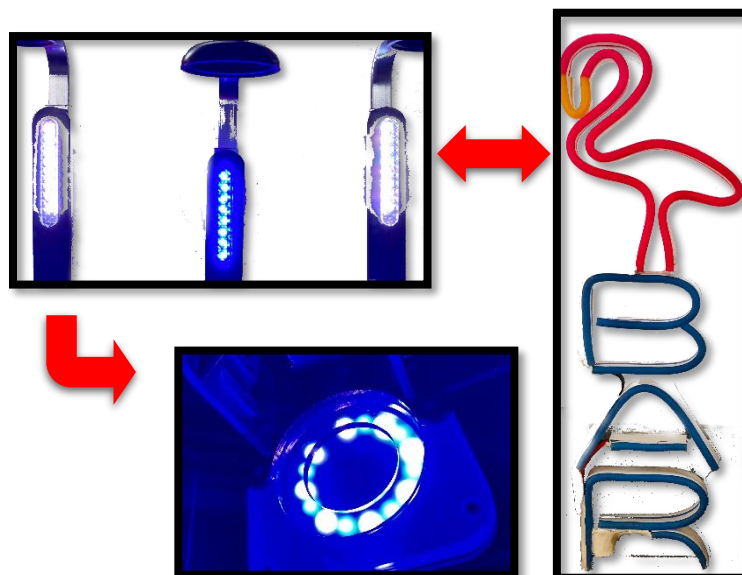


Figura 83. Sistema de iluminación del prototipo Fuente: elaboración propia

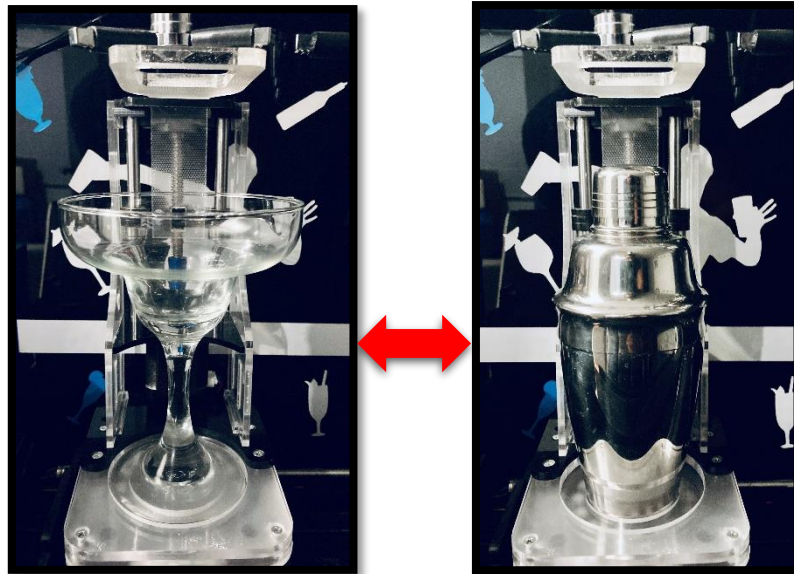


Figura 84. Base para copa y coctelera Fuente: elaboración propia

También se validó el preprocesamiento y el posprocesamiento del prototipo, al ejemplificar el diseño final y renderizado del mecanismo para visualizar las componentes en detalle y su estética identificada, como el colofón del prototipo como medio de expectativa y realidad de este.

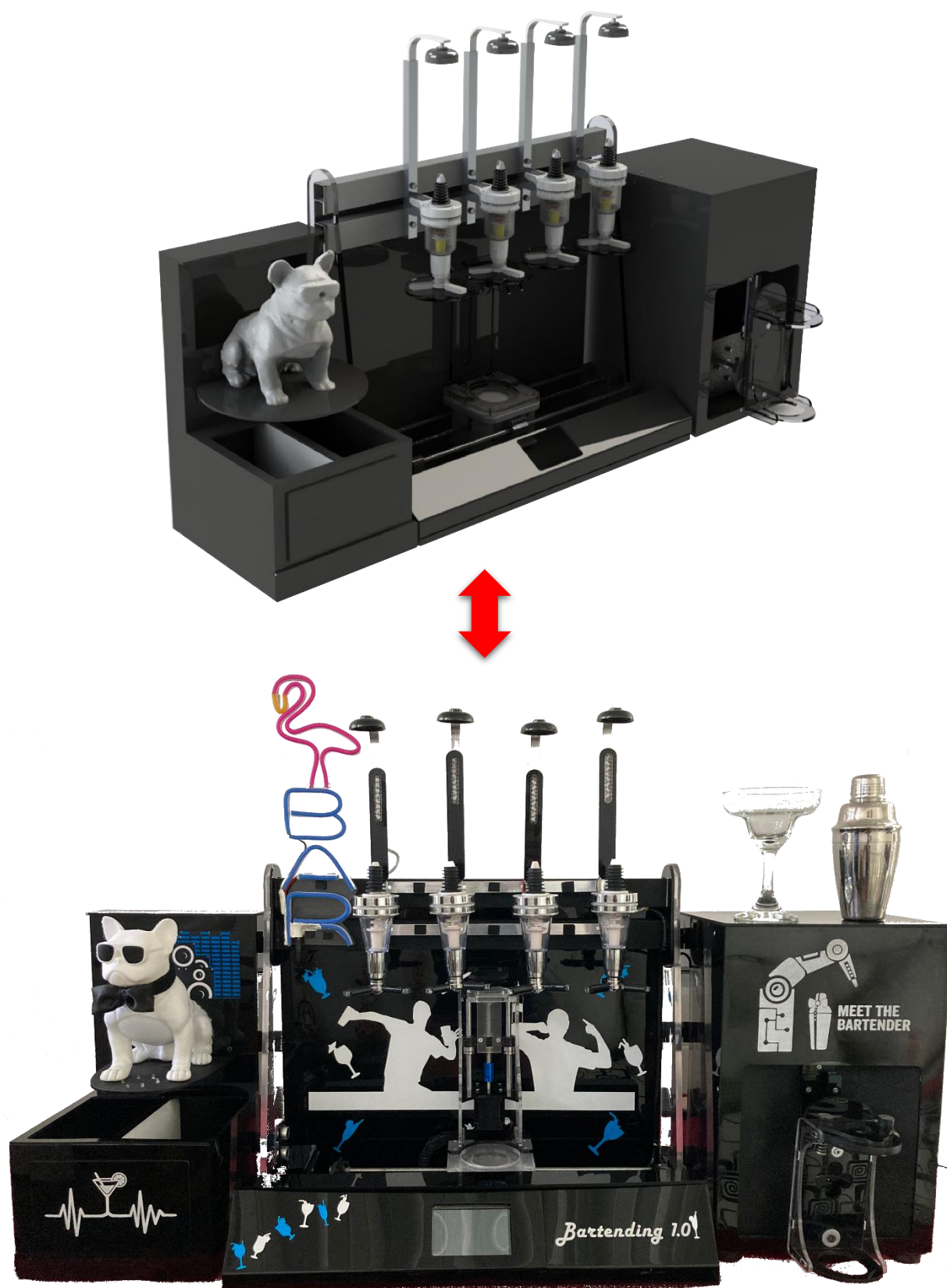


Figura 85. Presentación renderizada y física del prototipo Fuente: elaboración propia

4.1.1 HMI del prototipo

Este apartado abordó lo relacionado con la arquitectura y diseño de la red con la que cuenta el prototipo para realizar la integración entre el cliente y la máquina. El diseño del software se realizó con base en un modelo de objetos que identifica las principales estructuras estáticas que componen el sistema.

Así, se presentaron varios escenarios instructivos (ver Figura 86) en los cuales se le indicó al usuario los movimientos o acciones que debe hacer para preparar su coctel, siendo este un medio interactivo, didáctico y muy eficiente para evitar fallas y validar un correcto desempeño de la coctelera.



Figura 86. Interacción e implementación HMI Fuente: elaboración propia

Capítulo V. Análisis de resultados

En este capítulo se refirieron todas las pruebas realizadas después de la integración de los subsistemas que integran el prototipo para, posteriormente, realizar las conclusiones respecto al funcionamiento de la etapa de diseño y construcción. En ese sentido, las etapas que se evaluaron son el funcionamiento de la interfaz gráfica, distancias de recorrido, tiempos y cantidades de dispensado en cada bebida y, por último, la presentación de la bebida.

5.1 Desempeño del prototipo

Basado en el planeamiento experimental, el proceso se dividió en siete estaciones:

- π Objetivos de la experimentación.
- π Identificación de los factores que influyeron en la experimentación.
- π Distancias y recorridos.
- π Tiempos y cantidades.
- π Presentación de la bebida.
- π Variables medidas.
- π Descripción de las pruebas realizadas.
- π Número de repeticiones que se realizaron en el experimento.
- π Datos obtenidos.

5.2 Objetivos de la experimentación

- π Evaluar las distancias y recorridos que debe desempeñar la base móvil.
- π Obtener un indicador de desperdicio que posee la máquina dosificadora de cocteles, para las botellas de 750 ml y 1000 ml, respectivamente.
- π Medir el tiempo que tarda el prototipo en dosificar las bebidas.
- π Validar la presentación de las bebidas elaboradas.

5.3 Distancias y recorridos

Para realizar las pruebas en las que se movió la plataforma que desplaza el recipiente se estableció la Tabla 27 que indica el número de pasos que da el motor paso a paso en cada posición, en comparación con la distancia para tener como referencia.

Tabla 27. *Validación de distancias y recorridos*

Validación de distancias y recorridos		Posición inicial	Botella 1	Botella 2	Botella 3	Botella 4
Motor horizontal	No. pasos	0	0	608	601	609
	Distancia (mm)	0	0	101	99,6	100,5
Motor vertical	No. pasos	0	1405	1408	1400	1411
	Distancia (mm)	0	40	38,7	39,5	40,5

Fuente: elaboración propia

Se realizó una prueba para comprobar las distancias de recorrido del recipiente a cada posición (ver Figura 87), por medio del sistema de movimiento correa-polea y el accionamiento de las válvulas mediante el husillo guiado. En la prueba se estableció una serie de movimientos en el motor paso a paso, previamente configurados para que se dirigiera a la posición especificada, donde se obtuvo una gran precisión debido a que el movimiento fue realizado por un actuador calculado y diseñado para desempeñar esa labor.

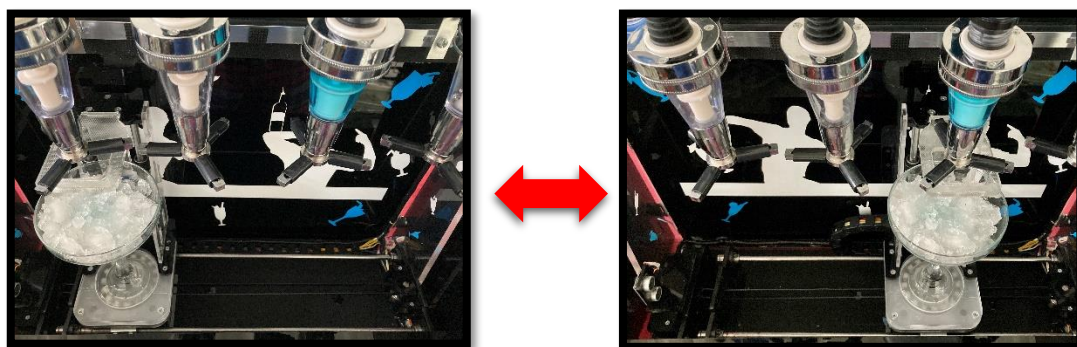


Figura 87. *Validación distancias y recorridos* Fuente: elaboración propia

5.4 Tiempos y cantidades

5.4.1 Variables medidas

- π Dentro de las variables que se validaron en el desarrollo del experimento se encontró la cantidad en volumen (ml) de las muestras dosificadas.
- π La variable que se registró en segunda instancia fue el tiempo (s) que tardó la máquina en realizar la dosificación de los licores solicitados.

5.5 Descripción de las pruebas realizadas

La prueba consistió en identificar la cantidad dosificada por muestra, comparándola con el valor ideal de 1,5 onzas (ver Figura 88). De esa manera, se obtuvieron los errores por cantidad dosificada y un índice de desperdicio por botella, a partir de la cantidad total dosificada de esta.

Basado en lo anterior se dio:

$$1,5 \text{ Oz} = 44,3 \text{ ml}$$

Se supo que en las botellas que contenían 1000 ml se obtenían 33,81 Oz, es decir, 22 muestras. Cada resultado del volumen (ml) dado por muestra fue registrado en las tablas 28 y 29.

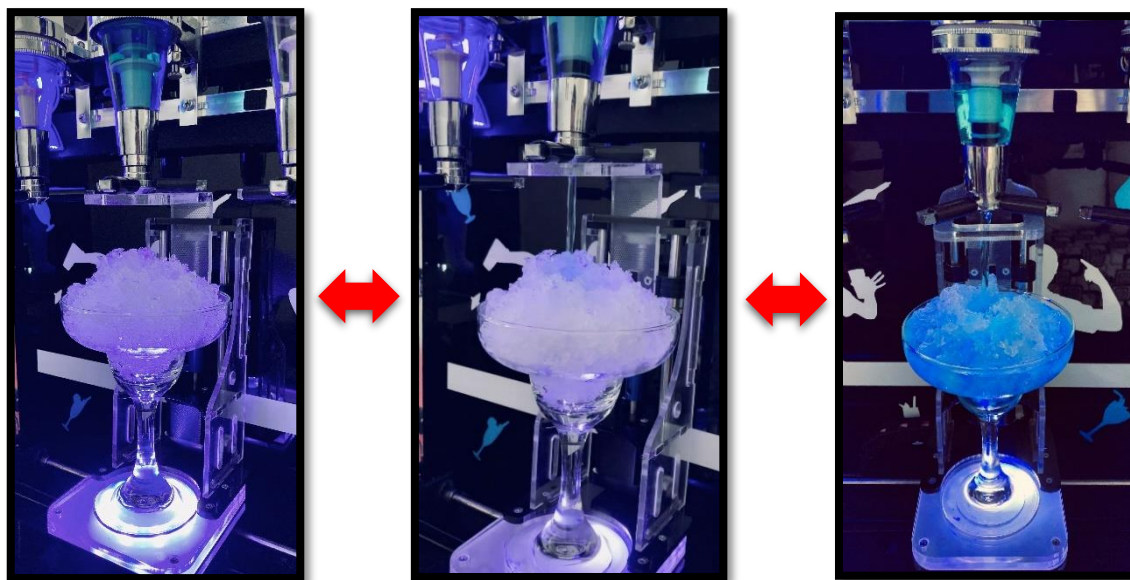


Figura 88. Validación del sistema de dosificación Fuente: elaboración propia

En consecuencia, la siguiente prueba consistió en medir el tiempo de preparación de las bebidas solicitadas desde el dispositivo HMI. Una persona cronometró la duración del proceso y registró la información (ver Tabla 30).

5.6 Número de repeticiones realizadas en el experimento

Teniendo en cuenta las pruebas se pudo afirmar que las características de los tratamientos fueron desarrolladas bajo las mismas condiciones y las variables a medir en las pruebas fueron aleatorias continuas, por lo tanto, el resultado se aproximó a una distribución normal. Así, se estableció para la prueba de dosificación fuera de tres repeticiones con 12 tratamientos y para la prueba de tiempo, cinco tratamientos por muestra.

5.7 Datos obtenidos

Los datos que se registraron después de realizar la prueba de dosificación (Tabla 28) contienen el número de muestra, la cantidad ideal en ml, la cantidad dosificada en ml y el error por muestra dosificada. Información correspondiente a la botella de 1000 ml.

Tabla 28. *Datos de dosificación para botella de 1000 ml*

Muestra	Cantidad ideal (ml)	Cantidad dosificada (ml)	Error (%)
1	44,3	45	1,58013544
2	44,3	44,8	1,12866817
3	44,3	44,4	0,22573363
4	44,3	45	1,58013544
5	44,3	44,6	0,6772009
6	44,3	44,5	0,45146727
7	44,3	44,3	0
8	44,3	44,6	0,6772009
9	44,3	44,5	0,45146727
10	44,3	44,3	0
11	44,3	44,8	1,12866817
12	44,3	45	1,58013544

Fuente: elaboración propia

Por último, se obtuvo un índice de desperdicio por botella (Tabla 29) en mililitros y en porcentaje, conociendo el contenido en volumen de las botellas con las que se realizó el experimento.

Tabla 29. *Relación de desperdicio*

Desperdicio	Volumen (ml)	Porcentaje (%)
Botella 1000 ml	16,7	1,67%

Fuente: elaboración propia

A su vez, la información registrada en la prueba de tiempos (ver Tabla 30) realizó la solicitud de los dos licores propuestos que pueden ser seleccionados, seguido de los tiempos de preparación de estos; además de un tiempo promedio de la preparación de dichas bebidas.

Tabla 30. *Tiempos de preparación*

Número del licor	Tiempo de Preparación						Tiempo promedio (S)
	Nombre del coctel	Tiempo uno (S)	Tiempo dos (S)	Tiempo tres (S)	Tiempo cuatro (S)	Tiempo cinco (S)	
1	Margarita	44,69	44,69	44,58	45,2	44,68	44,768
2	Daiquiri	39,49	39,45	39,37	39,53	39,42	39,452

Fuente: elaboración propia

5.8 Presentación de la bebida

Un aspecto importante a considerar fue la presentación de las bebidas al ser preparadas, pues esto proporciona la validación estética del productor final y cuán satisfecho queda el usuario al obtener su coctel, por ende, se procedió a compararla con su original.



Figura 89. Coctel margarita tradicional Fuente: elaboración propia



Figura 90. Coctel Daiquiri de fresa Fuente: elaboración propia

Capítulo VI. Conclusiones sobre el prototipo

Finalmente, este capítulo representó el cierre del desarrollo tecnológico propuesto, validando los objetivos trazados respecto al prototipo y con base en las técnicas ingenieriles de diseño, validación, implementación y puesta a prueba de los subsistemas que lo conforman.

6.1 Conclusiones

- π Con base en la investigación y aportes que brindan los prototipos o maquinas construidas de manera comercial se logra evidenciar el uso e implementación en tecnologías de la innovación, haciendo de estos procesos de mejora continua en cada uno y ofreciendo diversas alternativas en su ejecución, a su vez, generando incógnitas en métodos de mezcla apropiada de estas bebidas con el fin de ofrecer una mejor experiencia a la hora de realizar cocteles de manera automática.
- π Las etapas de diseño conceptual e ingeniería de detalle demostraron ser de gran importancia al posibilitar la generación de conceptos y la evaluación de estos, lo que validó con claridad las ideas plasmadas hasta su implementación en el prototipo. Para ello, se abordaron aspectos como el diseño CAD y la simulación, que brindaron un preprocesamiento eficiente para así evitar errores indeseables en la fase de prototipado.
- π Se comprobó que el desarrollo e implementación de la aplicación HMI permite un uso interactivo y fácil entre el usuario y la máquina; del mismo modo, hace más eficiente la solicitud de las diferentes bebidas disponibles en esta, teniendo en cuenta en tiempo real y algunos instructivos impartidos por el prototipo, lo que hace de ello una interacción tecnológica sencilla y muy eficiente.
- π Bajo las pruebas realizadas se obtuvo que el error más alto es del 1,58 %, equivalente a 1,13 ml por muestra; sin embargo, este es un valor muy pequeño para la cantidad

- dosificada en las bebidas que se pueden solicitar. El error se atribuye a la precisión del dosificador y a la cantidad de licor que queda en él una vez se realiza el proceso, permitiendo perfeccionar el mecanismo en una fase dos del prototipo para mitigar o reducirlo de manera considerable.
- π El tiempo de preparación de los cocteles incrementó de forma proporcional, siendo este entre 40-45 s en cuanto al número de licores que hagan parte del coctel, a medida que la botella de licor requerida se encuentre más lejos del home de la máquina. Por ende, se analizaron e identificaron posibles métodos de mejora continua, al proporcionar un actuador de mayor velocidad y precisión para obtener un mejor provecho del mecanismo.
 - π El apoyo en software especializado en análisis estructural (FEA) y análisis de movimiento (AM), junto con cálculos matemáticos, garantizó que la estructura y piezas críticas no presentaran fallas ni desgastes en sus juntas, para obtener un desempeño óptimo a la hora de su implementación y puesta en marcha.
 - π Se consideró reemplazar los módulos reguladores de tensión con el fin de aprovechar el espacio utilizado en el área de potencia, proporcionando así un circuito robusto y diseñado únicamente para el funcionamiento del prototipo.
 - π Al validar los resultados obtenidos se determinó el cumplimiento de los objetivos y alcance del prototipo. No obstante, en el proceso y término del proyecto se detectaron áreas de oportunidad que permitieron evaluar la máquina en pro del desarrollo tecnológico que este conlleva, definiendo así un alto desempeño, intraversiones futuras y pequeñas modificaciones para un diseño más robusto y atractivo.
 - π A pesar de su excelente desempeño, no deja de ser un prototipo sencillo, por ende, se considera implementar a futuro un recetario en el cual se pueda elegir gran

variedad de cocteles solo configurando la posición de las botellas y preestableciendo el menú de la interfaz para tal desempeño.

- π Por medio de las pruebas realizadas se concluyó que el sistema es fiable debido a que la eficiencia de la máquina es aproximadamente del 95 %. Pese a ello, al activar los dispensadores, en ocasiones no dosifican la totalidad de líquido almacenado en la válvula y se pierde la precisión, por lo cual se desechan algunos (ml) en la preparación.
- π Finalmente, se consideró la implementación de sensores para evaluar la cantidad de licor disponible en cada dispensador, puesto que el prototipo no cuenta con ese sistema. Ello con el fin de notificar el cambio de botella o llevar un control estadístico para un medio comercial de cuántas bebidas elabora la máquina y así llevar un registro desde una base datos.

Glosario

- π **Acondicionamiento de señales:** son todas las modificaciones que se le realizan a una determinada señal para tratarla de una manera más fácil.
- π **Actuador:** son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos,
- π de energía eléctrica y gaseosa.
- π **Barman:** persona encargada de servir o preparar bebidas en la barra de un bar,
- π especialmente si es experta en cocteles y otras combinaciones alcohólicas.
- π **Bebida Alcohólica:** bebida espirituosa obtenida por destilación, maceración o
- π mezcla de diversas sustancias y compuesta de alcohol, agua, azúcar y esencias
- π aromáticas variadas.
- π **Bluetooth:** es una especificación industrial para redes inalámbricas de área
- π personal para la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos.
- π **Circuito:** sistema formado por uno o varios conductores, recorrido por una
- π corriente eléctrica y en el cual hay, generalmente intercalados, aparatos
- productores o consumidores de esta corriente.
- π **Coctel:** bebida compuesta de una mezcla de licores a la que se añaden
- comúnmente otros ingredientes.
- π **Controlador:** programa que permite a una computadora manejar los
- π componentes que tiene instalados.
- π **Diseño:** actividad creativa y técnica encaminada a idear objetos útiles y estéticos
- que puedan llegar a producirse en serie.
- π **Dosificador:** que dosifica o sirve para dosificar.
- π **ESS (Engineering Equation Solver):** software para resolver ecuaciones de
- ingeniería.

- π **Interfaz Hombre-Máquina (HMI):** permite la interacción y comunicación entre el humano y la máquina.
- π **Módulo:** pieza o conjunto unitario de piezas que se repiten o encajan en una construcción de cualquier tipo.
- π **Motor:** máquina destinada a producir movimiento a expensas de una fuente de energía.
- π **Prototipo:** primer ejemplar de algo que se toma como modelo para crear otros de la misma clase.
- π **Referencia:** base o apoyo de una comparación, de una medición o de una relación de otro tipo.
- π **Sensor:** dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión y la transmite adecuadamente.
- π **Señal analógica:** que representa de manera continua en el tiempo la evolución de una magnitud.
- π **Software:** conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

Bibliografía

- Allen, R., Grau, D., & Tubman, A. (s.f.). *Barbot: The Automatic Bartender*. Obtenido de Rochester Institute of Technology:
http://www.ce.rit.edu/research/projects/2011_fall/BB/
- Alvan, P., Arteaga, E., Cruzado, E., Morales, J., Sánchez, L., Zegarra, J., & Prado, R. (2019). Diseño e implementación de una dispensadora de bebidas automática, “Barbot”. *Pueblo Continete*, 30(1), DOI:
<http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/1303/1125>.
- Álvarez, V. (2015). *El mundo de los cocteles*. Obtenido de <https://www.gador.com.ar/wp-content/uploads/2015/04/cocteles1.pdf>
- Amazon. (s.f.). *Wyndham House 4 estación de dispensador de Licor [Cocina], por defecto*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Wyndham-House-estaci%C3%B3n-dispensador-defecto/dp/B005MIL4NC>
- Andrade, P. (2016). *Diseño y construcción de una máquina dispensadora de cócteles automatizada*. Obtenido de Universidad Tecnológica Equinoccial:
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14612/1/66949_1.pdf
- Barbotics. (2015). *Home*. Obtenido de <http://www.barbotics.com/>
- Bonviveur. (2016). *Orígenes e historia de la coctelería*. Obtenido de <http://www.bonviveur.es/the-food-street-journal/origenes-e-historia-de-la-cocteleria>
- Cocktails Machine. (s.f.). *Máquina de cocteles gin 15 pro*. Obtenido de <http://www.cocktailsmachine.es/maquina-cocteles-gig-15-pr>
- Coctelería Creativa. (2015). *José Cuervo Especial*. Obtenido de <https://cocteleriacreativa.com/ingredientes/jose-cuervo-especial>
- Díaz, F. (2015). *Guía Práctica del Camarero*. España: Lulú.

- Flor, M. (2019). *Diseño de una máquina semiautomática para la mezcla de cocteles*.
Obtenido de Universidad Internacional del Ecuador:
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3871/1/T-UIDE-2228.pdf>
- González, J. (s.f.). *Diseño de leva*. Obtenido de
https://www.academia.edu/29696085/DISE%C3%91O_DE_UNA_LEVA
- González, O. (2012). *Dispensador automático de cubalibres con Arduino*. Obtenido de
<https://blog.bricogeek.com/noticias/arduino/dispensador-automatico-de-cubalibres-con-arduino/>
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna*. México: Mc Graw Hill.
- Jennings, C et al. (s.f.). *Robotic Beverage Server*. Obtenido de
<https://patents.google.com/patent/US20060043111>
- Junta de Andalucía. (2010). *Transmisión de movimiento: Elementos mecánicos transmisores de movimiento*. Obtenido de
http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/17112010/43/es-an_2010111713_9124158/TI1_U4_T1_Contenidos_v02.pdf
- Leoni, M. (2003). *United States Patent*. Obtenido de
<https://patentimages.storage.googleapis.com/9b/f5/30/44527f6cdf6ebd/US6607013.pdf>
- Lin, B. (2011). *Patent Application Publication*. Obtenido de
<https://authors.library.caltech.edu/82691/1/US20140328862A1.pdf>
- LIN, B. (2011). *United States Patente nº US 2011/0113967*.
- Llamas, L. (2016). *Motores paso a paso con arduino y driver A4988 O DRV8825*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/motores-paso-paso-arduino-driver-a4988-drv8825/>
- Mabuchi Motor. (s.f.). *RS-775WC-8514. Brush motors*. Obtenido de <https://product.mabuchi-motor.com/detail.html?id=129>

- Mecafenix, F. (s.f.). *Ingeniería Mecafenix* . Obtenido de
<https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/>
- Ministerio de Salud. (2012). Resolucion 683 de 28 de marzo de 2012. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). *Invima*. Obtenido de
<https://www.invima.gov.co/web/guest/inicio>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución Número 2674 de 22 de julio de 2013. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social . (1979). Resolución 2400 de 22 de mayo de 1979 . Bogotá, Colombia.
- Mixologos. (2017). *Estándares principales de la coctelería* . Obtenido de
<http://mixologospr.com/la-estandarizacion-del-coctel-como-el-principal-problema-de-la-alta-cocteleria>
- Muñoz, D. (2017). *La estandarización del coctel como el principal problema de la alta coctelería* . Obtenido de <http://bartenderexperience.blogspot.com/2017/05/la-estandarizacion-del-coctel-como-el.html>
- Muñoz, M. (2015). *Construcción de una maquina automática expendedora*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4600/1/04%20MEC%20079%20Tesis.pdf>
- No Sabes Nada. (2014). *Un camarero robot*. Obtenido de
<https://www.nosabesnada.com/tecnologia/un-camarero-robot/>
- Noboa, J. (2018). *Coctelería, bebidas y servicio*. Obtenido de
<https://es.slideshare.net/JULIONOBOA/g2-b>

- Pelayo, M. (2010). *Automatización de procesos alimentarios*. Obtenido de Consumer:
<https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-ytecnologia/2010/03/18/191803.php>
- Petrack, R., & Foster, M. (2013). *Planning for Social Interaction in a Robot Bartender Domain*. Obtenido de
https://www.research.ed.ac.uk/portal/files/20129125/Petrack_Foster_2013_Plan_Based_Social_Interaction_with_a_Robot_Bartender.pdf
- Pintado, H. (2012). *Cocktail & Barmans*. Obtenido de
<http://cocktailbarmans.com/2012/10/17/clasificacion-de-los-cocktailssegun-su-funcion-y-terminacion/>
- Quijano, C., & Aguilar, W. (2016). *Prototipo de una máquina automática dosificadora de cocteles*. Obtenido de Universidad de la Salle:
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1082&context=ing_automatizacion
- Ramos, A. (2015). *Antecedentes históricos y origen de la coctelería*. Obtenido de
<https://es.slideshare.net/ARAMOSP1032/antecedentes-histricos-y-origen-de-la-cocteleria>
- Revista Metal Actual. (s.f.). *Mecatrónica: Revolución para el siglo XXI*. Obtenido de
http://www.metalactual.com/revista/8/tecnologia_mecatronica.pdf
- TENDERONE. (2014). *Tender One Cocktails handmade by the machine*. Obtenido de
<http://www.tenderone.nl/es/>
- Tewari, A. (2018). *India Patente nº WO 2018/055643 A2*.
- The Inebriator. (2016). *Arduino powered cocktail machine*. Obtenido de
<http://www.theinebriator.com/>
- The Qube. (2016). *The Qube Cocktail Machine*. Obtenido de <http://theqube.de/en/index.htm>

Tigrino, E. (s.f.). *Coctelería, bebidas y servicio*. Obtenido de

<https://bibliotecavirtualcunori.wordpress.com/2018/11/20/cocteleria-bebidas-y-servicio/>

VDI-EKV, VDI 2206. (2004). *Design methodology for mechatronic systems*. Berlín: Éd., Düsseldorf.

Vicespy. (2016). *Brtrendro for Partyrobotics*. Obtenido de

<http://www.vicespy.com/bartendro-partyrobotics-15/>

Vistrónica. (s.f.). *Módulo amplificador de audio*. Obtenido de

<https://www.vistronica.com/sonido/modulo-amplificador-de-audio-tda7492p-2x25w-bluetooth-4-0-detail.html>

Wu, R., Nassar, A., & Lathrum, K. (2017). The Automatic Bartender. *Mechanical Engineering Design Project Class, 80*, DOI:

<https://openscholarship.wustl.edu/mems411/80>.

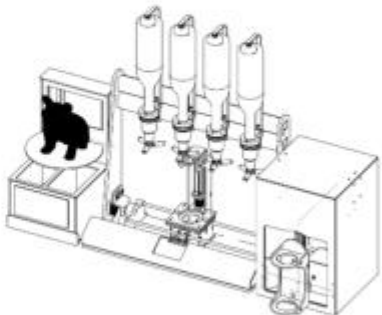
Apéndices

Apéndice A. Manual de usuario


Bartending 1.0

COCTELERA AUTOMATICA

Los Mejores Cocktails al Alcance de la Mano...



XR1000



Línea de atención al cliente:
COL + 57 320 4797294 Accesorios / Piezas
(COL) + 57 320 4797294

Servicio para el cliente:
Colombia 01-8000 714-2503 Accesorios / Partes
(COL) + 57 (1) 229 0989

www.bartending.co/applica
www.bartending1.0.com.co

CONSIDERACIONES IMPORTANTES.

Al usar aparatos eléctricos, siempre se deben seguir las precauciones básicas de seguridad para reducir el riesgo de incendio, descarga eléctrica y / o lesiones, que incluyen lo siguiente:

- Lee todas las instrucciones.
- La unidad tiene un sistema de protección total. Si la luz indicadora parpadea rápidamente, desenchúfela y deje que repose. Vuelva a enchufar para reiniciar.
- Para protegerse contra el riesgo de descarga eléctrica, no coloque la base de la Cactelera, el cable o el enchufe en agua u otro líquido.
- Es necesaria una supervisión estricta cuando cualquier electrodoméstico es usado por niños o cerca de ellos preferiblemente que solo sea usada por mayores de edad.
- Desconéctelo del tomacorriente cuando no esté en uso, antes de desarmarlo y antes de limpiarlo.
- Evitar el contacto con partes móviles (shaker).
- No opere la cactelera con un cable o enchufe dañado, o después de que la cactelera no funcione correctamente o haya sido dañado de alguna manera. Póngase en contacto con el número de servicio al consumidor que figura en este manual.
- El uso de accesorios, no recomendados o vendidos por el fabricante de la cactelera puede causar incendios, descargas eléctricas o lesiones.
- No permita que el cable cuelgue del borde de la mesa o mostrador, ni que toque con superficies calientes.
- Mantenga las manos y los utensilios fuera de la cactelera esté en funcionamiento para reducir el riesgo de lesiones graves a personas o daños a la cactelera.
- Para reducir el riesgo de lesiones, nunca coloque en operación la maquina si no se tienen todos los elementos requeridos para su funcionamiento en su lugar.
- No mezcle líquidos calientes más de 600 ml. Siempre opere la cactelera con las válvulas en su lugar. Al mezclar líquidos calientes, absténgase de llevarla al área de Shaker. Y cierre los broches de seguridad en las válvulas de dosificación de borde destinadas a verter.
- No utilice el aparato para otro uso que no sea el previsto.
- La cactelera no está diseñada para ser utilizado por personas (incluidos niños) con capacidades físicas, sensoriales o mentales reducidas, o falta de experiencia y conocimiento de estos electrodomésticos, a menos que hayan recibido supervisión o instrucciones sobre el uso del aparato por parte de una persona responsable de su seguridad.
- Se debe supervisar a los niños para asegurarse de que no jueguen con el aparato.

GUARDA ESTAS INSTRUCCIONES.

Este producto es solo para uso doméstico.

CARACTERÍSTICAS ENCHUFE POLARIZADO (solo modelos de 120 V)

Este aparato tiene un enchufe polarizado (una pata es más ancha que la otra) con polo a tierra. Para reducir el riesgo de descarga eléctrica, este enchufe está diseñado para encajar en un tomacorriente polarizado de una sola manera. Si el enchufe no encaja completamente en el tomacorriente, no invierta el enchufe. Si aún no encaja, comuníquese con un electricista calificado. No intente modificar el enchufe de ninguna manera.

Advertencia: Este aparato está equipado con un tornillo resistente a la manipulación para evitar la extracción de la cubierta exterior. Para reducir el riesgo de incendio o descarga eléctrica, no intente quitar la cubierta exterior del módulo de potencia. No hay partes reparables por el usuario adentro. La reparación solo debe ser realizada por personal de servicio autorizado.

- 1) Se proporciona un cable de alimentación corto para reducir el riesgo de enredarse o tropezarse con un cable más largo.

- 2) Se encuentran disponibles cables de alimentación desmontables más largos o cables de extensión y se pueden usar si se tiene cuidado en su uso.

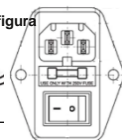
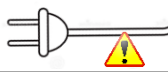
- 3) Si se utiliza un cable de fuente de alimentación largo desmontable o un cable de extensión,

a) La clasificación eléctrica marcada del cable de extensión debe ser al menos tan grande como la clasificación eléctrica del aparato,

b) Si el aparato es del tipo conectado a tierra, el cable de extensión debe ser un cable de 3 hilos con conexión a tierra.

c) El cable más largo debe estar dispuesto de manera que no se caiga sobre la encimera o la mesa donde los niños puedan tirar de él o tropezarse sin querer.

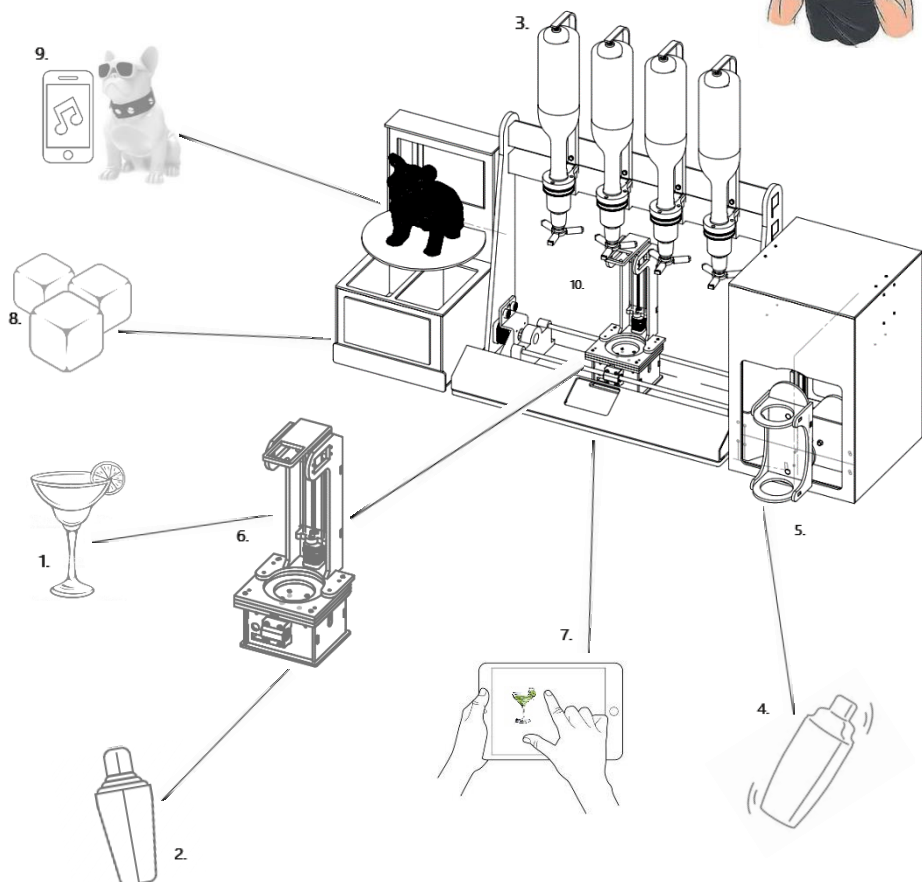
Nota: Si el cable de alimentación está dañado, comuníquese con el departamento de garantía que figura en estas instrucciones.



¡BIENVENIDOS! ¡Felicitaciones por su compra de la máquina de bebidas y cocteles Bartending 110! Puedes usar tu coctelera para hacer bebidas increíblemente deliciosas que incluyen mezclas congeladas, cócteles refrigerados (Collins & Pousee Caffé) y todos tus favoritos para la fiesta. Para obtener más información sobre los productos Bartending, visite www.batending1_0.com.co

CONOCIENDO TU

Bartending 1.0 Máquina Coctelera



1. Vaso de Collins / vaso o copa coctelero (Parte # XR1000-01) *Vaso ideal para cocteles de 3 oz de tipo Collins Margaritas Daiquiris etc...*

2. Coctelera Europea 3 piezas (Parte # XR1000-02)
El vaso mezclador con tapa de caño fácil de abrir / cerrar

3. Mango de válvulas dosificadoras suave al tacto - *Para un agarre óptimo a las botellas de licor.*

4. Capacidad máxima de una pieza 6-8 oz. Dependiendo el recipiente y la bebida (Parte # XR1000-03)

5. Shaker integrada de PMMA - *para bebidas mezcladas*

6. Base área de dosificación - *Amplia base para estabilidad*

7. Panel de control digital con botones HMI- *Funciones automáticas, pulso guiadas por el usuario, botón de encendido / apagado*

8. Funda de enfriamiento aislada "Hielera" (Parte # XR1000-04) - *Mantiene el hielo en cubos y crush fríos durante horas*

9. Parlante Estéreo Bluetooth tipo Bulldog conexión versión 4 - *Mantiene un ambiente ideal y propicio en tus fiestas*

10. Juego de luces ambientales RGB en áreas específicas - *Mantiene un ambiente ideal y propicio en tus fiestas*

CÓMO UTILIZAR

Este producto es solo para uso doméstico.

EMPEZANDO

- Retire todo el material de embalaje, las etiquetas adhesivas y la banda de plástico alrededor del enchufe de alimentación.
- Visite www.Bartending1_0.com/applica para registrar su garantía.
- Limpie todas las piezas removibles o de uso continuo como se indica en la sección CUIDADO Y LIMPIEZA de este manual.

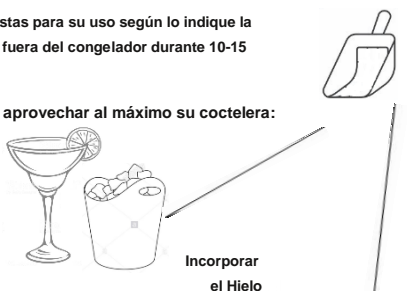
UTILIZANDO SU MÁQUINA DE COCKTAILS BARTENDING 1.0

1. Asegúrese de que su máquina de bebidas esté apagada.

2. Coloque los ingredientes para mezclar en cada una de las válvulas dispuestas para su uso según lo indique la receta. Para obtener los mejores resultados, use hielo que haya estado fuera del congelador durante 10-15 minutos.

Descripción: Coloque los ingredientes en el siguiente orden para aprovechar al máximo su coctelera:

- Hielos
- Licores
- Alimentos decorativos
- Instrumentos de decoración
- Embaces o recipientes de la maquina



3. Use el vaso o copa para su coctel preferido / vaso o copa medidor para una medición de receta conveniente y precisa. El vaso o copa mide 4-6 oz para su coctel.

NOTA: La máquina de bebidas Bartending 1.0 hace unas 4-5 bebidas mezcladas sugeridas (aproximadamente 8-10 oz cada una)

4. Coloque el recipiente que desea implementar para realizar su coctel; asegúrese de que el vaso o copa esté en su lugar. El vaso o copa es seguro cuando se desliza completamente dentro de la tapa y encaja en la base del móvil que se encuentra en el dosificador.

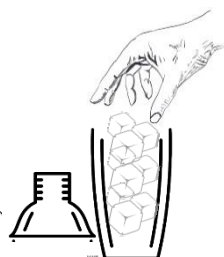
5. Enchufe el cable de alimentación a la toma de corriente. Presione el botón de encendido / apagado. La pantalla encenderá junto con el juego LED para indicar que la coctelera está en modo de espera. Después de 10 segundos, la unidad le pedirá escoger la receta de su preferencia desplegando un menú de opciones entre ella. El LED indicador en la pantalla parpadeará lentamente cuando y seguido de ello encontrará el instructivo que le brinda el HMI para realizar su cocktail de manera profesional.



Postura de la botella



NOTA: Cuando esté en uso, no deje la coctelera desatendida.



7. Para las tareas de mezcla, use el módulo Shaker colocando la coctelera europea dentro de la base resortada que dispone y asegúrese de que esta tapada y bien sujeta al dispositivo. Al finalizar el tiempo determinado para su coctel se detiene la mezcla y la unidad vuelve al modo de espera.
8. Abra la tapa de la coctelera de 3 piezas para agregar ingredientes o agréguelos a través de ella antes de proceder al agitado. Coloque el vaso de la coctelera nuevamente con la tapa después de agregar los ingredientes. No use la boquilla para agregar ingredientes.

Importante: No acerque sus manos al módulo de Shaker mientras este esté en funcionamiento puede ocasionar un accidente

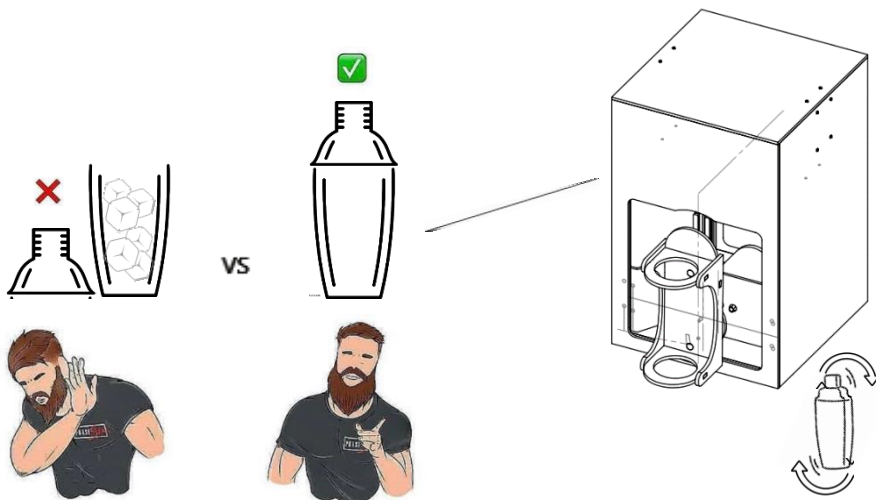
9. Cuando termine. Asegúrese de que el módulo se haya detenido por completo antes de intentar quitar el vaso mezclador de la base (consulte la resolución de problemas para cualquier problema).
10. Para retirar el vaso mezclador, tome el asa y levántela.
11. Presione On / Off para apagar o encender la maquina según como lo indica el interruptor.
12. Desenchufe siempre el aparato cuando no esté en uso.

SERVIR

- Levante y retire el vaso mezclador del área o módulo de agitado Shaker// Si tu cocktail es Collins y fue servido de manera directa en tu copa o vaso retíralo de la base móvil y decóralo.
- Pop abrir pestaña de vertido retirando la pieza #1 del vaso mezclador
- ¡Vierte y decóralo a tu preferencia!
- ¡Ahora relájate! Disfruta de bebidas frías por horas con buena música y el mejor ambiente.
- Para limpiar el área de enfriamiento, retire la bandeja de la manga y lave con agua tibia y jabón. Colgar para secar.

CONSEJOS PARA MEJORES RESULTADOS

- Corte los alimentos y los ingredientes sólidos en trozos no mayores de $\frac{3}{4}$ " Para usar en la coctelera y obtener una excelente mezcla.
- Para obtener mejores resultados al preparar cócteles mezclados, use hielo que haya estado fuera del congelador entre 10 y 15 minutos.
- Utilizar $\frac{3}{4}$ taza de hielo por porción, triturada.
- Coloque los ingredientes de fruta y terminando con hielo.
- Sirva las bebidas en vasos refrigerados o congelados para retrasar el proceso de fusión en caso de que el coctel de tu elección deba ser agitado.



FUNCIONES AUTOMÁTICAS PARA BEBIDAS Y COCTELES CONGELADOS MEZCLADOS







Esta licuadora cuenta con cuatro (4) funciones AUTO diferentes para obtener resultados excepcionales. Una vez presionados alguno de los cuatro botones (1-4) parpadearán y se indicarán paso a paso las acciones a realizar por el usuario orientados por el control LCD. Las funciones pre-programadas son:

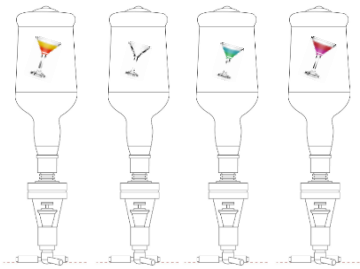
Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
Margaritas	Daiquiris	Margarita Salvage	Punch
			
Clásica bebida helada con pequeños cristales de hielo y sabor a frutas.	Simple cóctel de hielo mezclado con una textura suave.	Golosinas congeladas gruesas, suaves y Sabores tropicales	Mezcla de frutas y licores hasta obtener una consistencia muy suave.

RECETAS:

MARGARITA TRADICIONAL










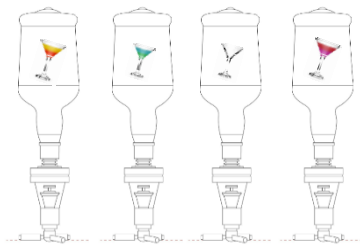
-  3 Onzas de Tequila Reposado Blanco
-  2 Onzas de Triple Sec Cointreau
-  1½ Onza de zumo de limón
-  1 Onza de soda
-  ½ cucharada de sal
-  1 Pala de Hielo



DAIQUIRI DE FRESA








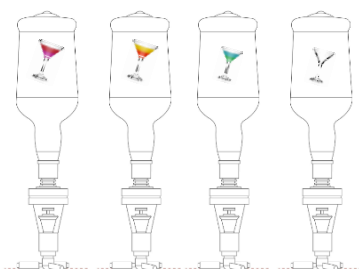
-  2 Onzas de Licor de Fresas
-  2 Onzas de Tequila blanco
-  ½ Onza de zumo de limón
-  1 Onza de soda
-  1 cucharada de azúcar
-  5 cubos de hielo
-  Rebanadas de Fresa



MARGARITA SALVAJE







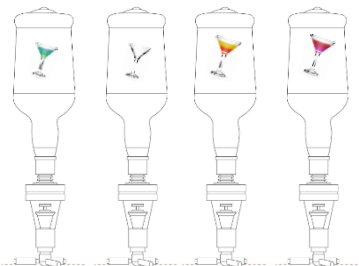
-  1 Onza de BlackBerry Salvaje
-  2 Onzas de Tequila Reposado
-  ½ Onza de jugo de naranja
-  1 Onza de soda
-  1 Onza de Agave Sour



SMOOTHIE CLÁSICO (PUNCH)



-  2 Onzas de ginebra
-  2 Onzas de jugo de limón
-  1½ Onza de jugo de naranja
-  2 Onza de soda
- 1 cucharada de granadina
- Rebanadas de naranja
- Rebanadas de limón
- Cerezas



CUIDADO Y LIMPIEZA

Este producto no contiene piezas reparables por el usuario. Remita el servicio a personal de servicio calificado.

- Asegúrese de que la unidad esté desenchufada antes de limpiarla. Limpie la base del dosificador con un paño húmedo. No sumerja ninguna pieza del dispositivo en agua.
- Levante el vaso de batido por el asa de la base girando en sentido antihorario y limpie con un paño húmedo.
- Lave las piezas extraíbles a mano o en el lavavajillas. Coloque el frasco en la rejilla inferior del móvil y el resto de las piezas solo en la parte superior o a un costado de la máquina.

CONSEJOS DE LIMPIEZA:

- Para una limpieza rápida, combine 1 taza de agua caliente y una gota de jabón líquido para platos en el paño a utilizar.

- Deseche el paño o enjuague bien hasta retirar toda la suciedad.

Importante:

- No coloque las partes de la máquina en líquidos hirviendo.
- No sumerja la base dosificadora en líquido. Limpie la base con un paño húmedo y seque bien.
- Elimine las manchas difíciles frotando con un paño húmedo y seco.

Nota: Si se derraman líquidos sobre la base, limpie con un paño húmedo y seque completamente. No use estropajos o limpiadores ásperos en las piezas o el acabado.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Problema	Causa posible	Solución
Todos los LED parpadean Rápidamente y de manera Intermitente.	Advertencia de sobrecalentamiento o enlace Electrónico inestable	La unidad debe reiniciarse. Desenchufe para restablecer. Deje que la unidad se enfríe durante al menos 5 minutos.
La unidad se detiene / entra en modo de espera	Manipulación de pizas mecanizas en el móvil de dosificación (siempre debe iniciar a tope izquierdo del módulo)	La unidad debe reiniciarse. Colocar la banda o correa del móvil de forma manual hasta el tope izquierdo del módulo.

GARANTÍA Y INFORMACIÓN DE SERVICIO AL CLIENTE

Para servicio, reparación o cualquier pregunta relacionada con su electrodoméstico, llame al número +57 apropiado que figura en esta sección. Por favor NO devuelva el producto al lugar de compra. También por favor envíe el producto por correo al fabricante. También puede consultar el sitio web que figura en la portada de este manual.

Garantía limitada de dos años
(Aplica solo en Colombia)
¿Qué cubre?

- Cualquier defecto de material o mano de obra proporcionado; sin embargo, la responsabilidad de Bartending no excederá el precio de compra del producto.

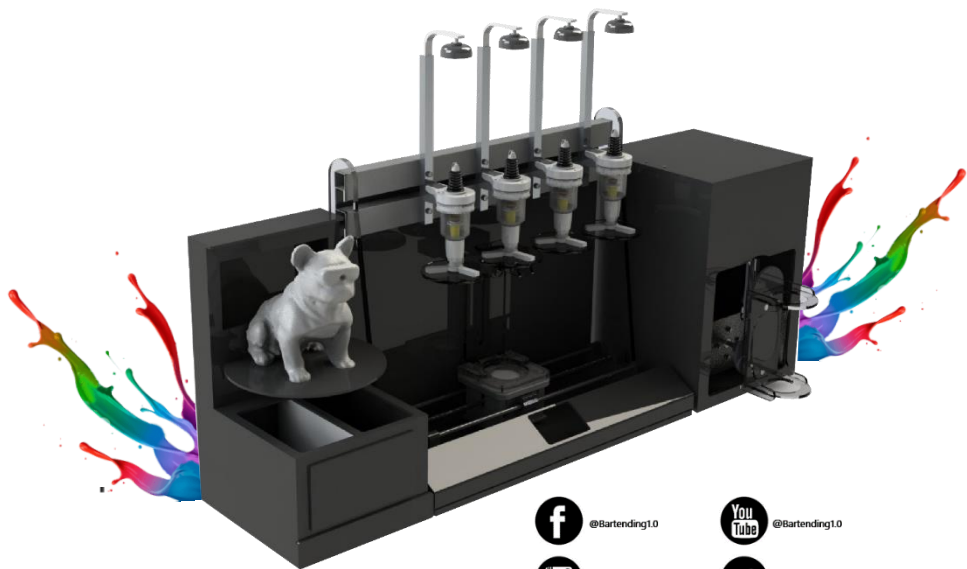
¿Por cuánto tiempo?

- Dos años a partir de la fecha de compra original con comprobante de compra.

¿Cómo se obtiene el servicio?

- Guarde su recibo como prueba de la fecha de venta.
- Visite el sitio web del servicio en línea en www.Bartending1_0.com/applica, o llame sin cargo al +57 (1) 223 0583 para obtener el servicio de garantía general.
- Si necesita piezas o accesorios, llame al +57 3204797294.
¿Qué no cubre su garantía?
- Daño por mal uso, abuso o negligencia
- Productos que han sido modificados de alguna manera.
- Productos usados o reparados fuera del país de compra
- Piezas de vidrio y otros accesorios incluidos en la unidad.
- Gastos de envío y manipulación asociados con el reemplazo de la unidad.

Bartending 1.0



@Bartending1.0



@Bartending1.0



@Bartending1.0



@Bartending1.0



Estimado nuevo propietario de Bartending1.0,

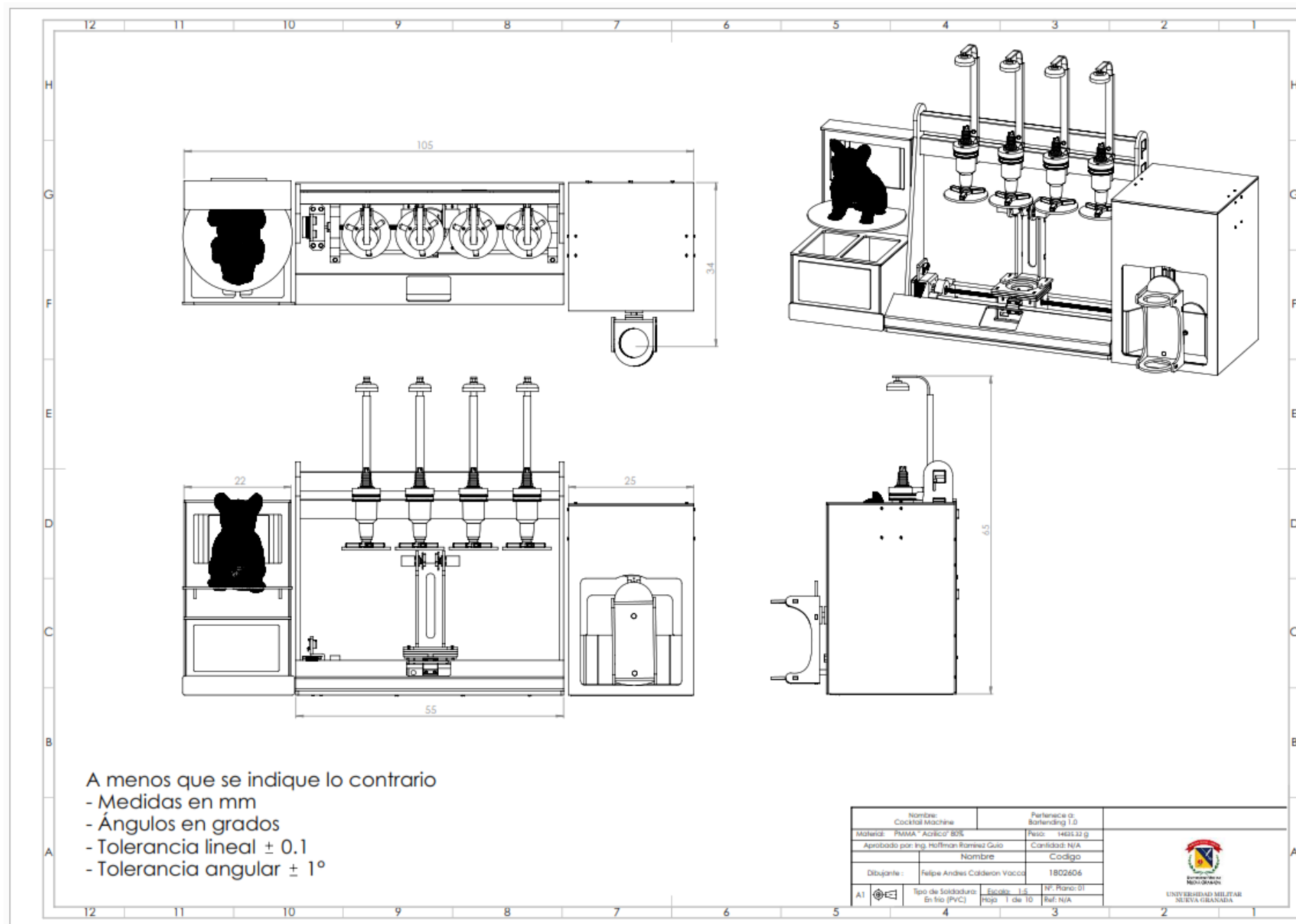
Nuestros mixólogos se aseguran de que siempre obtengas el cóctel perfecto.
Disfrute de su cóctel Bartending1.0 y recuerde siempre beber con
responsabilidad.

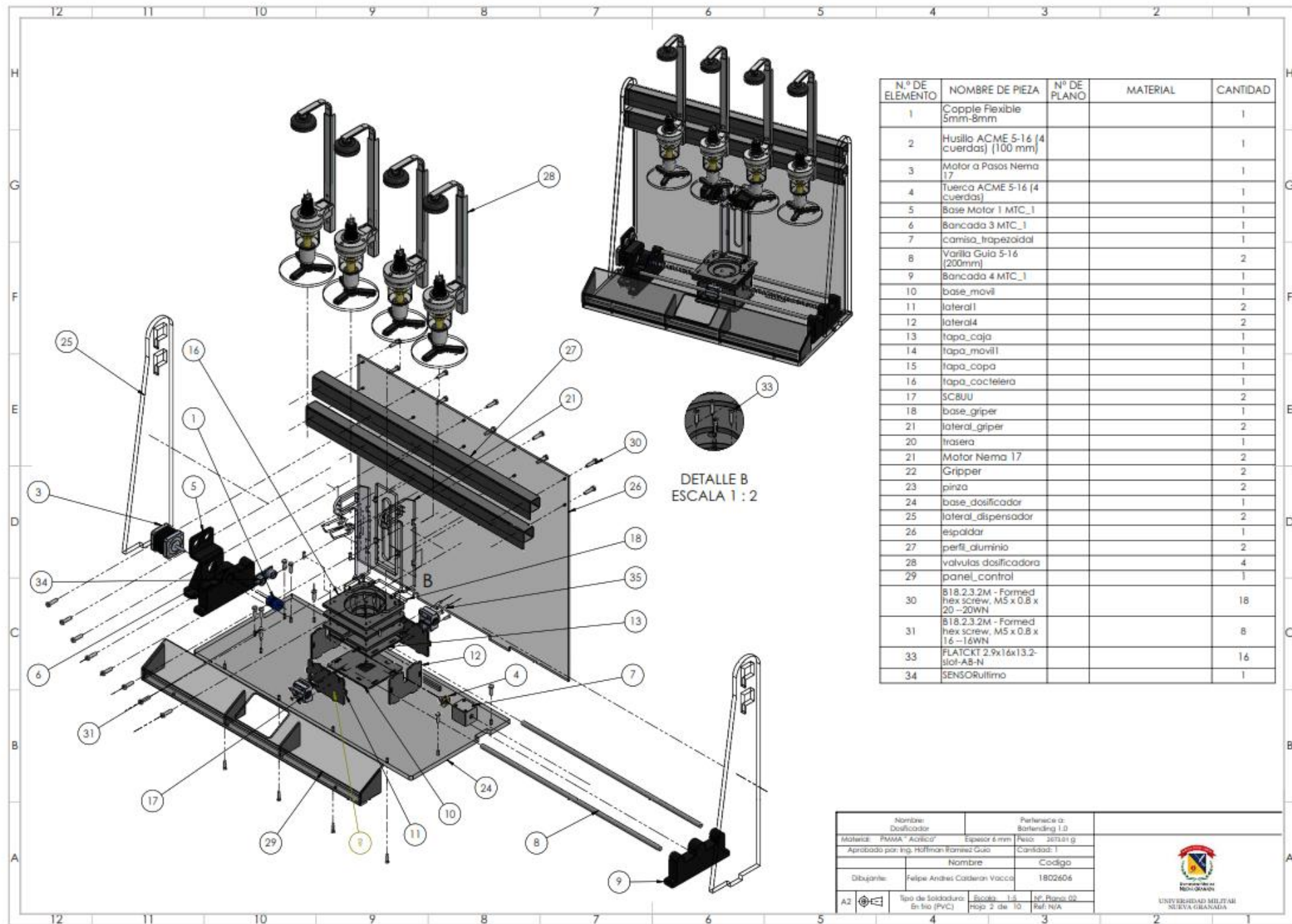
licencia. Todos los derechos reservados.
© 2020

2020/6/21

Hecho e impreso en la República de Colombia, Bartending y el logotipo de Bartending 1.0 son marcas

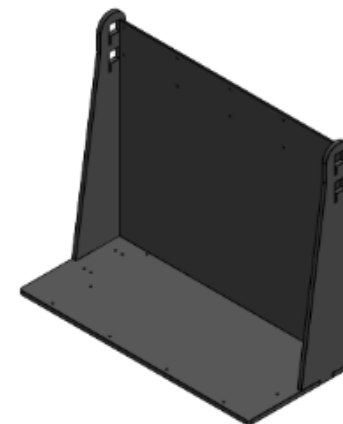
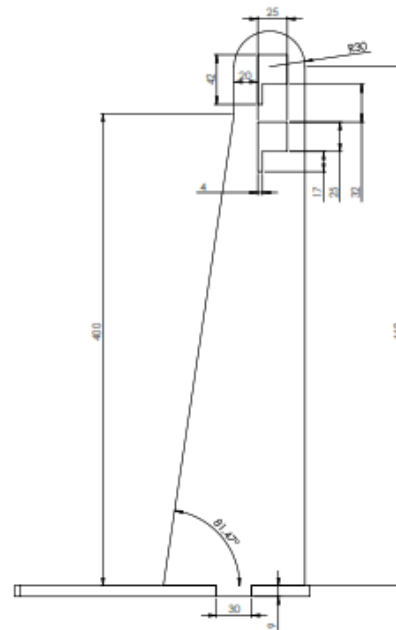
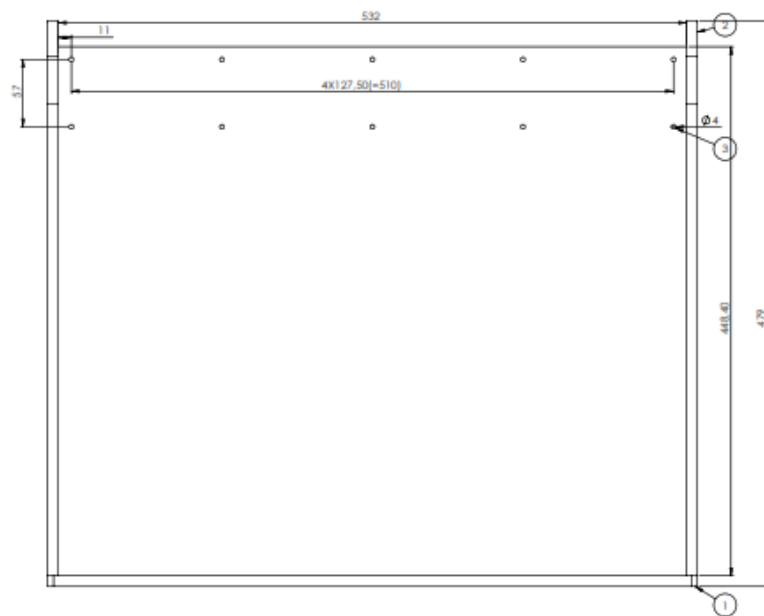
Apéndice B. Planos de fabricación



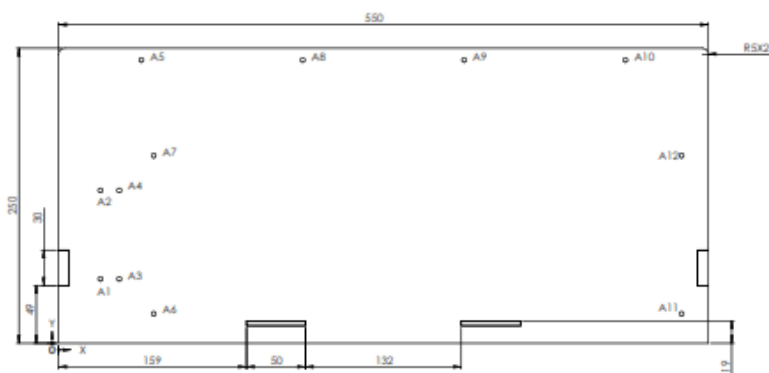


Nombre: Dosificador		Pertenece a: Bartending 1.0	
Materia: PMMA "Acrylic"	Espejor 6 mm	Peso: 2073.1 g	
Aprobado por: Ing. Hoffman Rioses Guio		Cantidad: 1	
Nombre: Felipe Andres Corderon Vazquez		Codigo: 1802606	
Dibujante:		Ref: N/A	
A2	Tipo de Soldadura: En brio (PVC)	Escala: 1:5 Hoja 2 de 10	Nº. Plano: 02

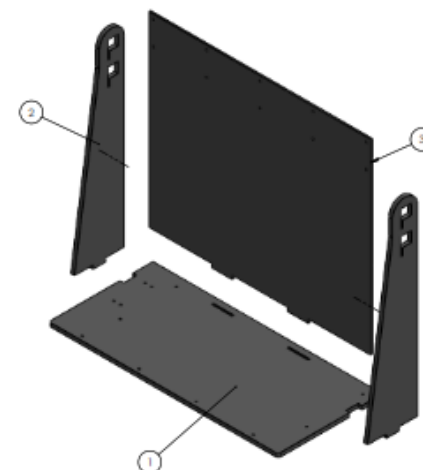




ESCALA 1:4



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	35.30	54.50	Ø4 POR TODO
A2	35.30	129.50	Ø4 POR TODO
A3	51.30	54.50	Ø4 POR TODO
A4	51.30	129.50	Ø4 POR TODO
A5	70	240	Ø4 POR TODO
A6	80.50	25	Ø4 POR TODO
A7	80.50	159	Ø4 POR TODO
A8	206.67	240	Ø4 POR TODO
A9	343.33	240	Ø4 POR TODO
A10	480	240	Ø4 POR TODO
A11	527.50	25	Ø4 POR TODO
A12	527.50	159	Ø4 POR TODO



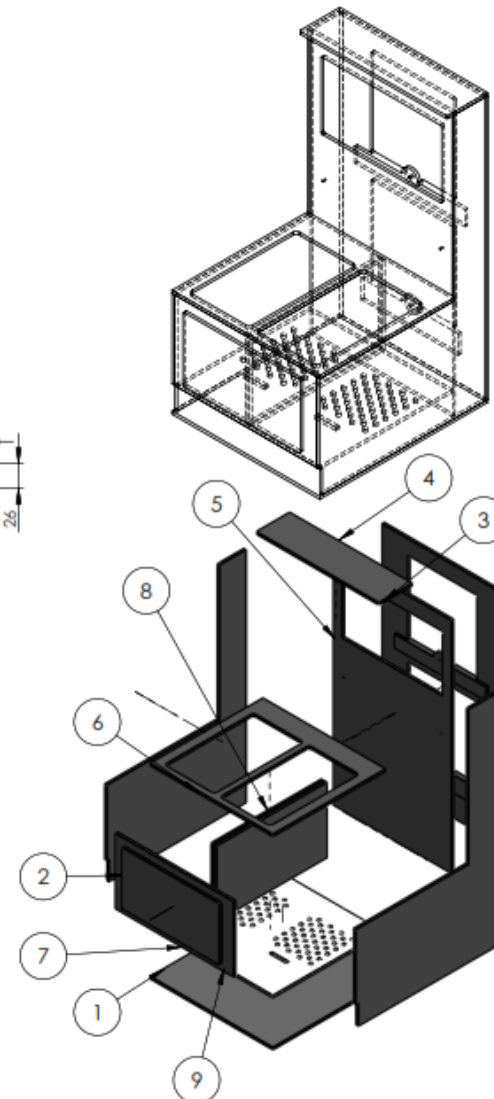
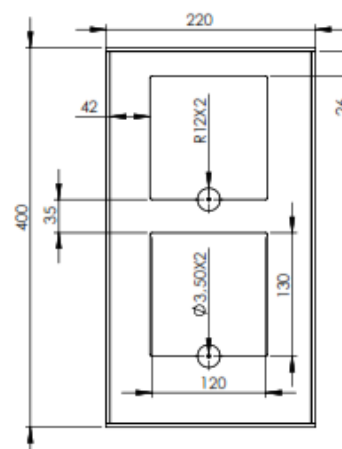
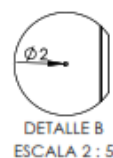
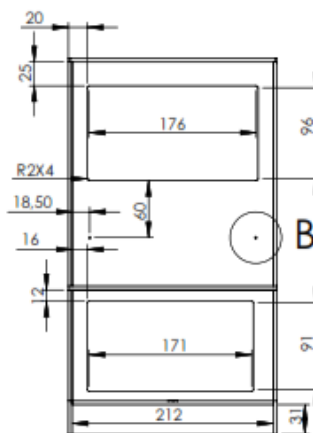
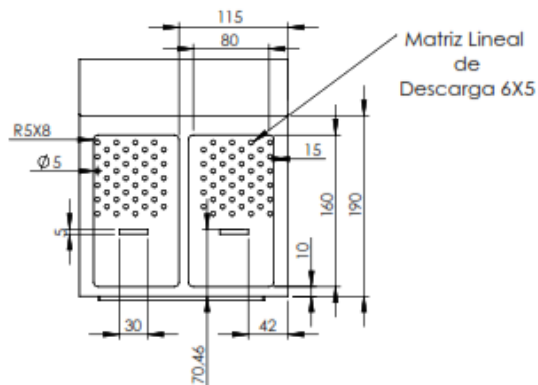
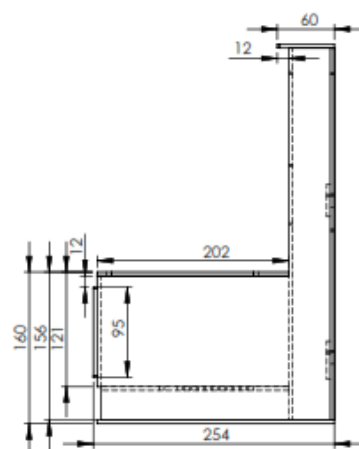
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Base Dorifador	1
2	Lateral Dispensador	2
3	Espaldar	1

A menos que se indique lo contrario
 - Medidas en mm
 - Angulos en grados
 - Tolerancia lineal ± 0.1
 - Tolerancia angular $\pm 1^\circ$
 - Simetría de Entidades

Nombre	Proyecto	Revisión	Fecha
Diseno	Proyecto	Revisión	Fecha
Revisado	Proyecto	Revisión	Fecha
Aprobado	Proyecto	Revisión	Fecha
Elaborado	Proyecto	Revisión	Fecha
Revisado	Proyecto	Revisión	Fecha
Aprobado	Proyecto	Revisión	Fecha
Elaborado	Proyecto	Revisión	Fecha



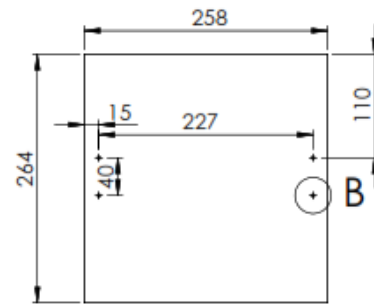
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Tapa Inferior	1
2	Tapa Lateral	2
3	Tapa Trasera	1
4	Tapa Arriba	1
5	Tapa Frontal Arriba	1
6	Cubierta	1
7	Tapa Frontal	1
8	Pared Interior	1
9	Rejilla	1



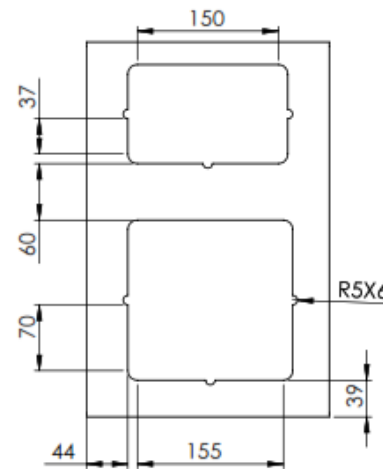
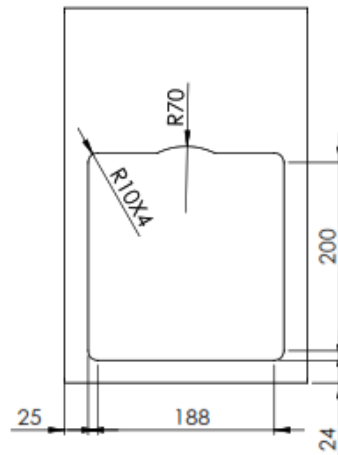
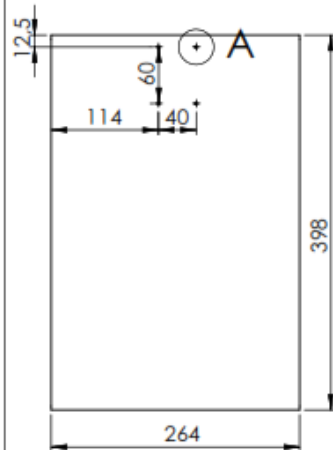
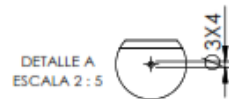
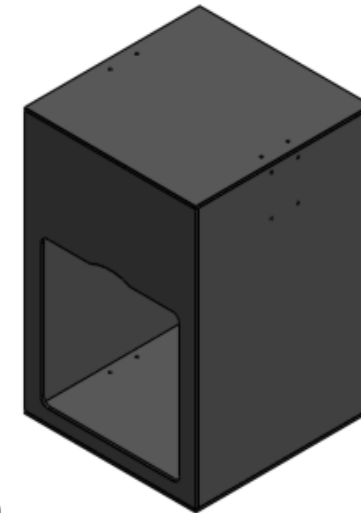
A menos que se indique lo contrario
 - Medidas en mm
 - Ángulos en grados
 - Tolerancia lineal ± 0.1
 - Tolerancia angular $\pm 1^\circ$
 - Simetría de Entidades

Nombre: Hielera		Pertenece a: Bartending 1.0	
Material: PMMA " Acrílico"		Espesor 4mm	Peso: 2073.01 g
Aprobado por: Ing. Hoffman Ramirez Guio		Cantidad: 1	
Dibujante:		Nombre	Código
Felipe Andres Calderon Vacca		1802606	
A3	Tipografía	Tipografía	Tipografía
Tipo de Soldadura: En frío (PVC)		Escala: 1:5 Hoja 4 de 10	Nº. Plano: 04 Ref: N/A

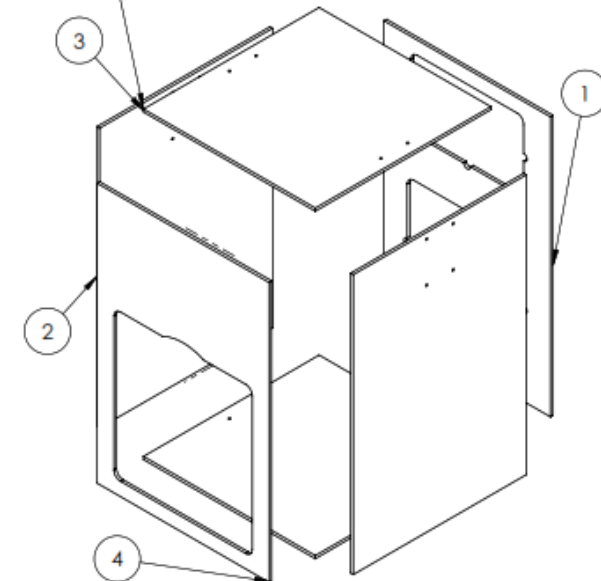




N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Frente	1
2	Lateral Agitador	2
3	Superior	2
4	Trasera Agitador	1



Soldado con cloruro de Metileno

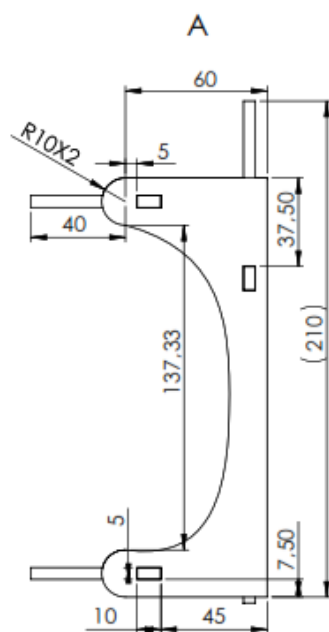
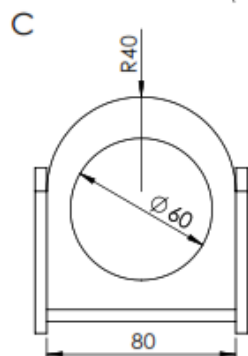
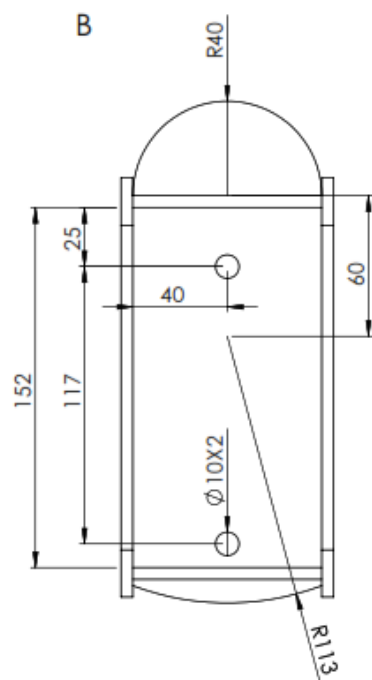


A menos que se indique lo contrario

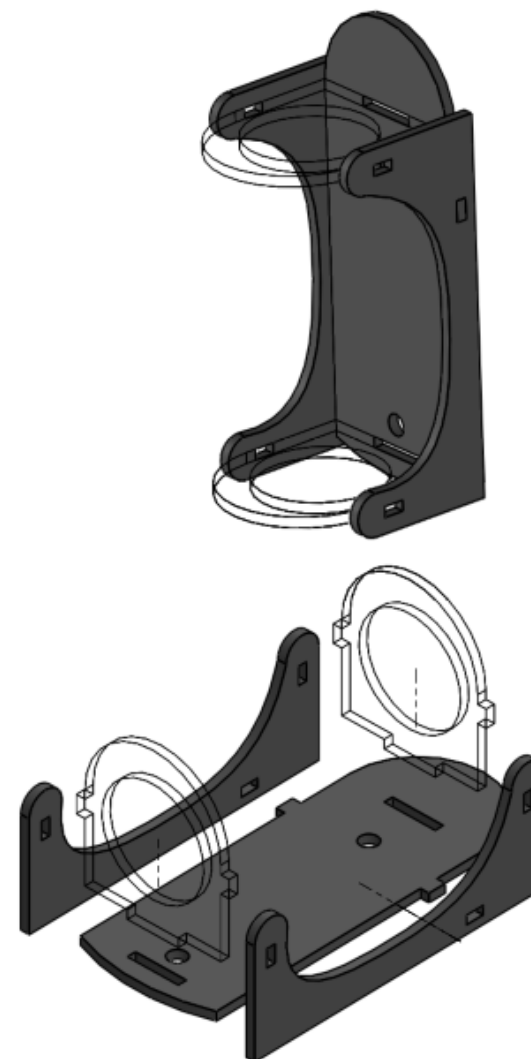
- Medidas en mm
- Ángulos en grados
- Tolerancia lineal ± 0.1
- Tolerancia angular $\pm 1^\circ$
- Simetría de Entidades

Nombre: Estructura Shaking		Pertenece a: Shaking	
Material: PMMA " Acrílico "	Espesor 4mm	Peso: 2107.80 g	
Aprobado por: Ing. Hoffman Ramirez Guio		Cantidad: 1	
Nombre		Codigo	
Dibujante:	Felipe Andres Calderon Vacca	1802606	
A3	Tipo de Soldadura: En frio (PVC)	Escala: 1:5 Hoja 5 de 10	Nº. Plano: 05 Ref: N/A





PIEZA	CANTIDAD
A	2
B	1
C	2

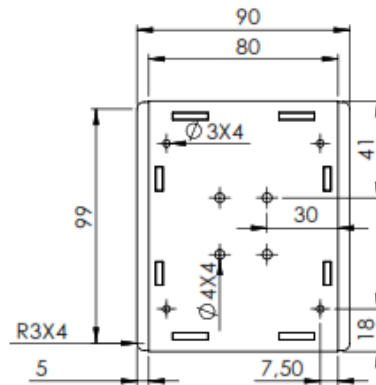


A menos que se indique lo contrario

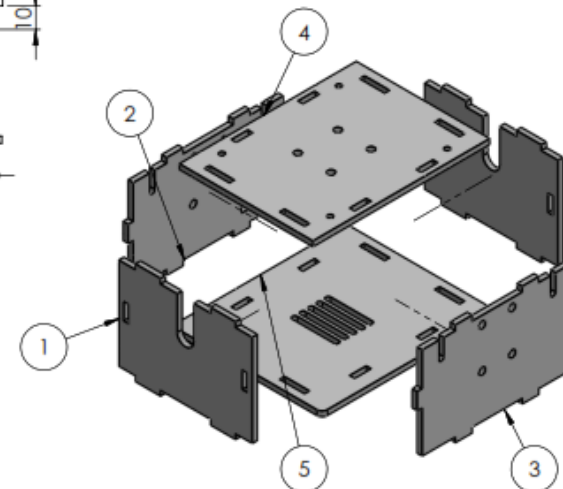
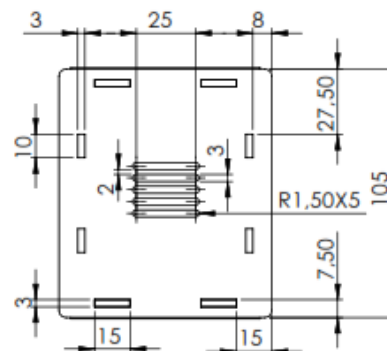
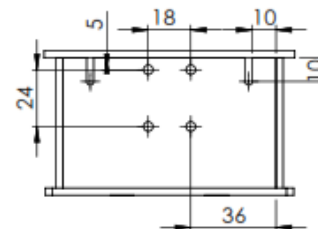
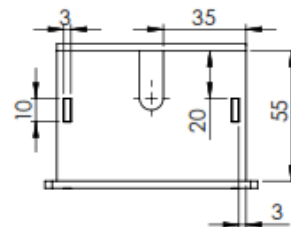
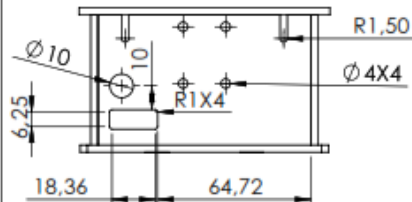
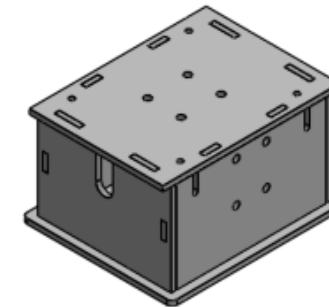
- Medidas en mm
- Ángulos en grados
- Tolerancia lineal ± 0.1
- Tolerancia angular $\pm 1^\circ$
- Simetría de Entidad

Nombre: Soporte Cotelera		Pertenece a: Shaking	
Material: PMMA "Acrílico"	Espesor 4mm	Peso: 208.47 g	
Aprobado por: Ing. Hoffman Ramirez Guio		Cantidad:	
Nombre		Codigo	
Dibujante 1:	Felipe Andres Calderon Vacca	1802606	
Dibujante 2:	Daniel Felipe Ruiz Moyano	1802596	
A3	Tipo de Soldadura: En frio (PVC)	Escala: 1:2 Hoja 6 de 10	Nº. Plano: 06 Ref: N/A





N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Lateral-4	2
2	Lateral-1	1
3	Lateral-2	1
4	Tapa Caja	1
5	Base Movil	1



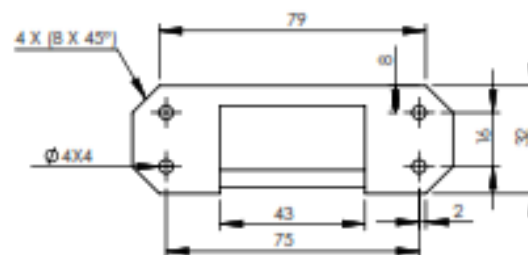
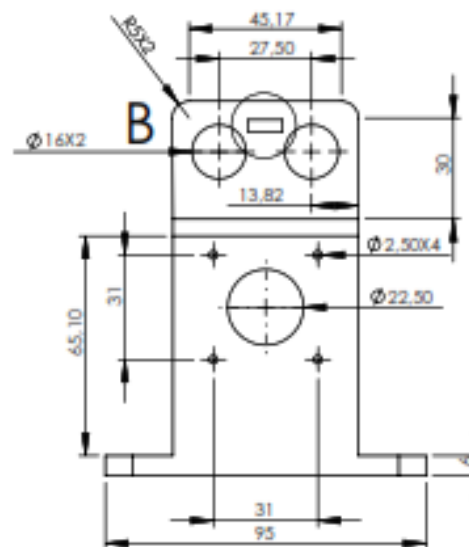
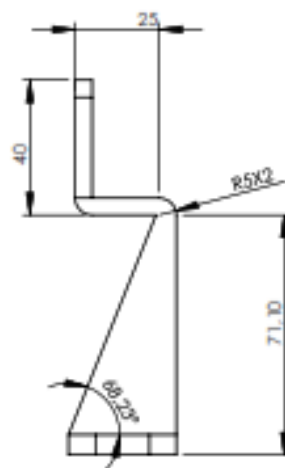
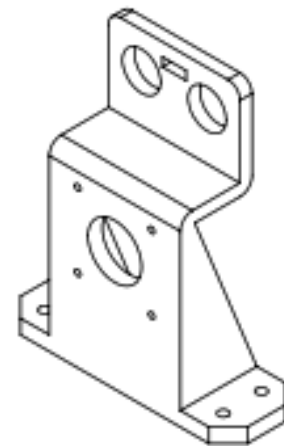
A menos que se indique lo contrario

- Medidas en mm
- Ángulos en grados
- Tolerancia lineal ± 0.1
- Tolerancia angular $\pm 1^\circ$
- Simetría de Entidades

Nombre: Movil		Pertenece a: Dosificador	
Material: PMMA " Acrílico "		Espesor 4mm	Peso: 159.20 g
Aprobado por: Ing. Hoffman Ramirez Guio		Cantidad: 1	
Nombre		Codigo	
Dibujante: Felipe Andres Calderon Vacca		1802606	
A3	Tipo de Soldadura: En frio (PVC)	Escala: 1:5 Hoja 7 de 10	Nº. Plano: 07 Ref: N/A





DETALLE B
ESCALA 1 : 1

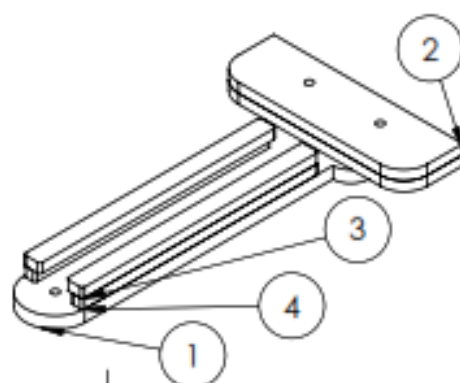


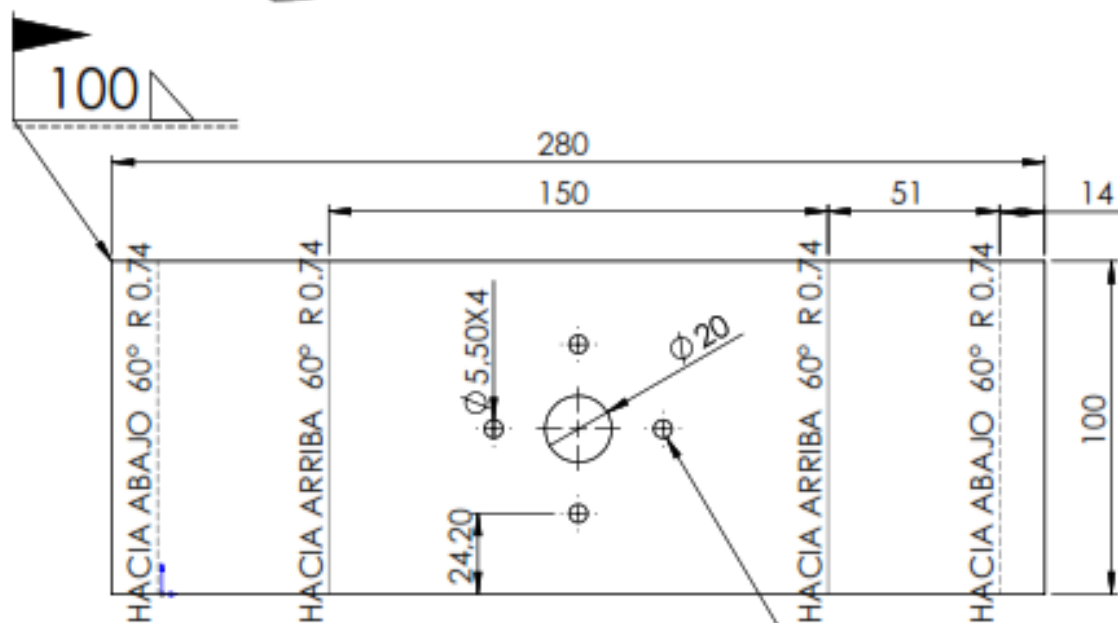
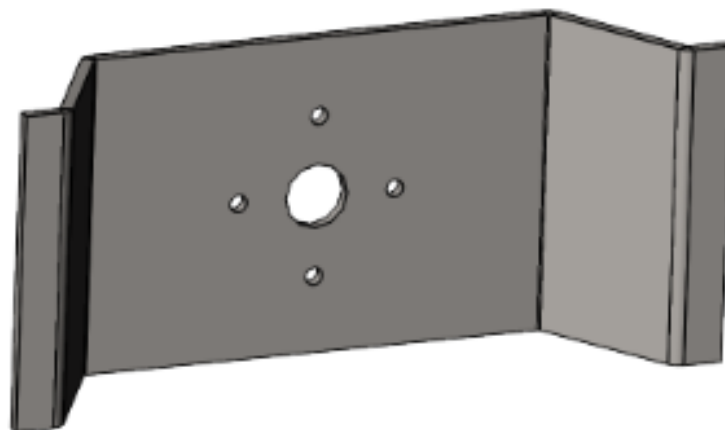
A menos que se indique lo contrario

- Medidas en mm
- Ángulos en grados
- Tolerancia lineal ± 0.1
- Tolerancia angular $\pm 1^\circ$
- Simetría de Entidades

Nombre: Flange Motor- Sensor		Pertenece a: Dosificador		 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Material: PMMA "Acrílico"		Espesor 4mm	Peso: 65.04 g	
Aprobado por: Ing. Hoffman Ramirez Guío		Cantidad:		
Dibujante 1:	Felipe Andres Calderon Vacca	1802606		
Dibujante 2:	Daniel Felipe Ruiz Moyano	1802596		
Tipo de Soldadura: N/A				
A4		Escala: 1:2	Nº. Plano: 08	
		Ref: N/A	Hoja 8 de 10	



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA

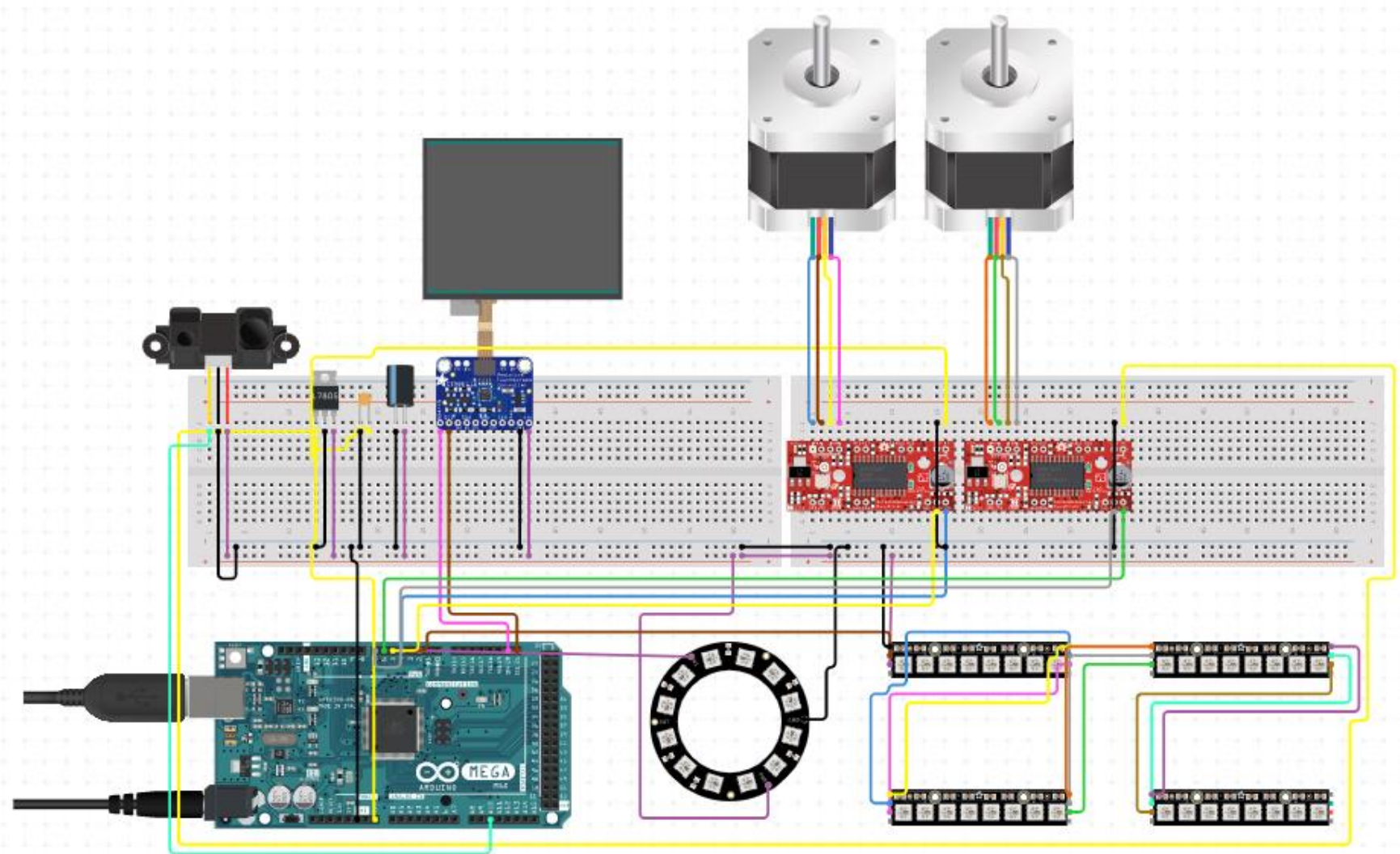




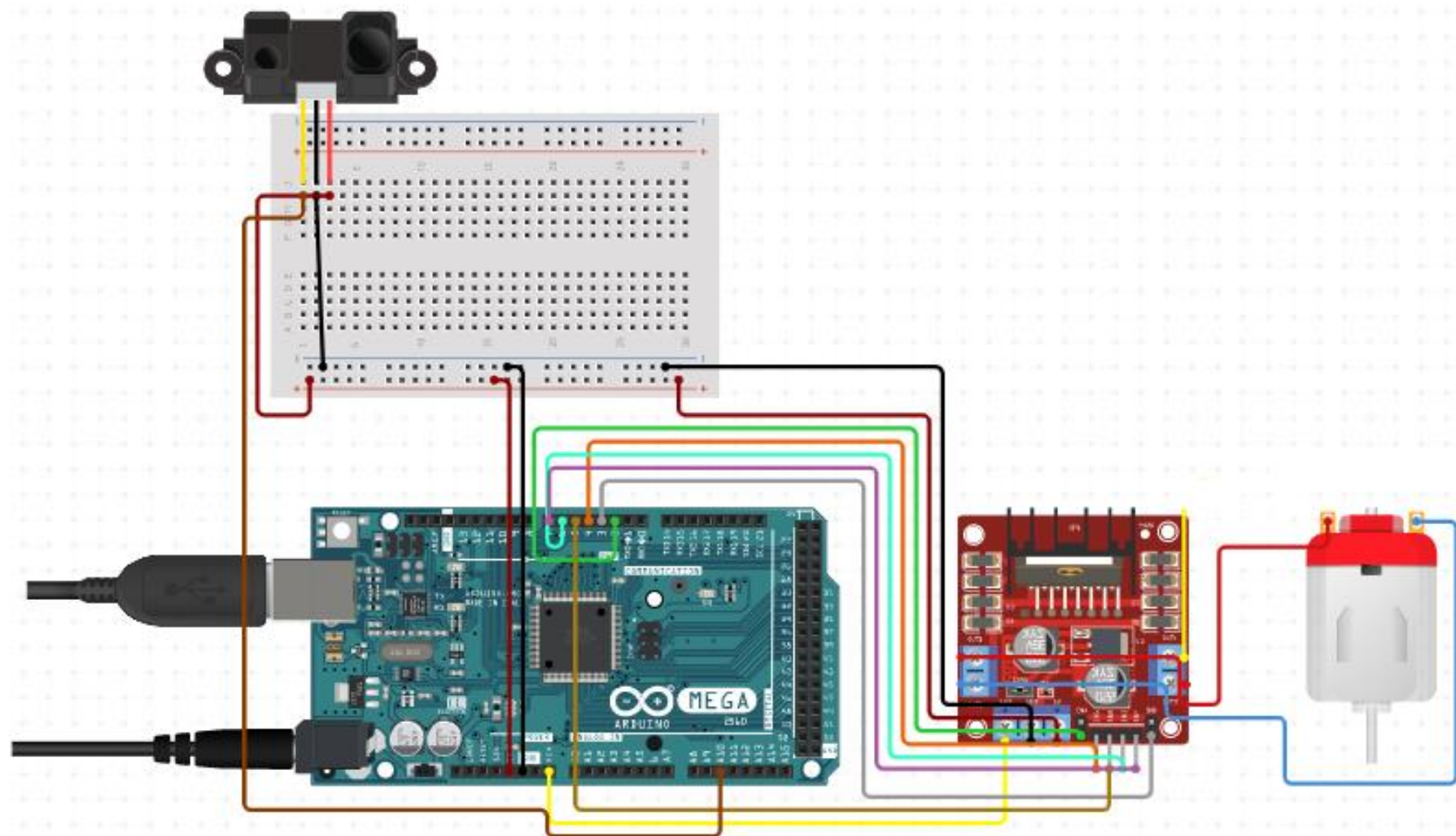
A menos que se indique lo contrario

- Medidas en mm
- Ángulos en grados
- Tolerancia lineal ± 0.1
- Tolerancia angular $\pm 1^\circ$

Nombre: Flange Motor Shaking		Pertenece a: Shaking		 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Material: Lamina Acero Cold Rolled Calibre "13"		Peso: 872.70 g		
Aprobado por: Ing. Hoffman Ramirez Guio		Cantidad: 1		
Dibujante:	Felipe Andres Calderon Vacca	1802606		
Tipo de Soldadura: Migmag				
A4		Escala: 1:2	Nº. Plano: 10	
		Ref: N/A	Hoja 10 de 10	



Esquema Eléctrico Modulo Dosificador.



Esquema Eléctrico Modulo Shaking.

Apéndice D. Diagrama de flujo

