



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA
DISPENSADORA DE CÓCTELES AUTOMATIZADA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MECATRÓNICA**

ANDRADE KAROLYS PATRICIO ALEXANDER

DIRECTOR: DANIEL MIDEROS, PhD

Quito, Noviembre 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	171299559-4
APELLIDO Y NOMBRES:	ANDRADE KAROLYS PATRICIO ALEXANDER
DIRECCIÓN:	LA GASCA Y RUMUALDO NAVARRO 333
EMAIL:	pandrade_k@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	(022) 520 743
TELÉFONO MOVIL:	0998395356

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DISPENSADORA DE CÓCTELES AUTOMATIZADA
AUTOR O AUTORES:	PATRICIO ANDRADE
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	22 de Noviembre del 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	PhD. Daniel Mideros
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRÓNICA
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>El presente proyecto muestra el proceso de diseño y construcción de una máquina dispensadora de cócteles automatizada que se encuentra estructurado de la siguiente manera:</p> <p>En el primer capítulo del proyecto se realiza un estudio acerca de los problemas en la actualidad con respecto a la forma de preparación y consumo de bebidas alcohólicas en lugares de diversión al igual que el alcance el cual se pretende lograr para solucionar la necesidad y el problema detectado.</p> <p>En el segundo capítulo se realiza una investigación sobre temas acerca de automatización en la industria alimenticia e información enfocada a</p>

	<p>coctelería que será usada en la elaboración del presente proyecto, al igual que se pretende conocer diseños existentes que se encuentran actualmente en el mercado para tener una idea de lo que se ha hecho al respecto en dicho tema.</p> <p>En el tercer capítulo se trata sobre la metodología de diseño utilizada para desarrollar el ciclo de vida del proyecto donde se indicará los requerimientos y especificaciones del sistema que servirá como referencia para la generación de la idea. Se desarrollará el diseño de la máquina dispensadora por cada sistema individual que compone la máquina: sistema dispensador de líquido, dispensador de vasos, control de movimiento a las diferentes posiciones, iluminación, al igual que el sistema de comunicación para interactuar con el usuario (HMI). En el diseño se estudió el sistema mecánico, sistema electrónico, sistema eléctrico y sistema de control.</p> <p>En el cuarto capítulo se realizan pruebas de funcionamiento individual como en conjunto para determinar posibles errores y corregirlos en el proceso de la preparación, donde los shots son preparados por la máquina para medir tiempos y cantidades de líquido dispensado por cada bebida.</p> <p>En el quinto capítulo se especifican las conclusiones y recomendaciones.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>diseño, máquina, dispensadora, automatización, coctelería, HMI, control, shots.</p>

ABSTRACT:

The present project shows the design process and construction of an automated dispensing cocktail machine that is structured as follows:

In the first chapter, a study about of the problems in the current form of preparation and consumption of alcoholic beverages in fun places is realized; Also, the scope that is intended to achieve for give solutions to the need and the problem detected.

In the second chapter, an investigation is performed on topics about automation in the food industry and information focused on cocktails that will be used in the preparation of the present project, just as it intends to meet existing designs currently in the market to have an idea of what has been done related to this topic.

The third chapter, is about the design methodology used to develop the life cycle of the project where it will be indicated system requirements and specifications that help as a reference for idea generation. The design of the dispensing machine will be developed for each individual system that comprises the machine: liquid dispenser, cup dispenser, control movement to different positions, lighting, like the communication system to interact with the user (HMI). In the design, the mechanical system, electronic system, electrical system and control system were studied.

In the fourth chapter, functioning tests to determine and correct errors in the

	<p>process of preparing, where the shots are prepared by the machine to measure times and amounts of liquid dispensed for each drink.</p> <p>In the fifth chapter, the conclusions and recommendations are specified.</p>
KEYWORDS	<p>design, machine, dispensing, automation, cocktails, HMI, control, shots.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.


f: 
ANDRADE KAROLYS PATRICIO ALEXANDER
171299559-4

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ANDRADE KAROLYS PATRICIO ALEXANDER**, CI. 171299559-4 autor/a del proyecto titulado: **Diseño y construcción de una máquina dispensadora de cócteles automatizada** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN MECATRÓNICA** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

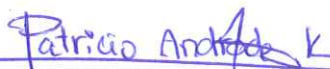
Quito, 22 de Noviembre del 2016

f: 
ANDRADE KAROLYS PATRICIO ALEXANDER
171299559-4

DECLARACIÓN

Yo **PATRICIO ALEXANDER ANDRADE KAROLYS**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Patricio Alexander Andrade Karolys
C.I. 171299559-4

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DISPENSADORA DE CÓCTELES AUTOMATIZADA**", que, para aspirar al título de **Ingeniero en Mecatrónica** fue desarrollado por **Patricio Andrade**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19,27 y 28.



Daniel Mideros
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 1713177325

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por bendecirme para llegar hasta donde lo he hecho a pesar de tantas adversidades me ha dado fuerzas para seguir adelante, con tu bendición pude cumplir este sueño.

Agradezco a mis padres que con su amor y apoyo incondicional han logrado formarme como persona de bien y siempre me han apoyado cuando más los he necesitado a lo largo de mi carrera, les agradezco por poder darme lo mejor y enseñarme grandes cosas que con el tiempo he aprendido.

Agradezco a mi abuelita que el apoyo ha sido incondicional en todo momento y aunque no esté aquí conmigo sé que desde el cielo me está apoyando y cuidando para que todo me salga de la mejor manera, siempre tendré su ayuda abuelita y siempre me lo demostró con su gran amor. Se la dedico este trabajo a usted.

Agradezco a mi novia por darme fuerzas a seguir luchando por mis sueños, por crecer como persona , por enseñarme a no rendirme nunca y buscar una solución a todo problema, por su amor y ternura al ayudarme a cumplir con este trabajo.

Agradezco a la Universidad Tecnológica Equinoccial y a sus docentes por contribuir a mi formación académica y darme la oportunidad de estudiar en esta gran universidad ayudándome a cumplir mis objetivos.

Agradezco a mi familia, amigos, profesores que más que ello han sido amigos, un especial agradecimiento a mi director de tesis Daniel Mideros que me han ayudado a culminar mi trabajo final y a todas las personas que me han apoyado y aportaron para que este trabajo se cumpla, comparto este logro con todos ellos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 COCTELERÍA AUTOMÁTICA	5
2.2 SISTEMAS MECATRÓNICOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA	5
2.2.1 PROCESOS AUTOMATIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA	6
2.3 DISPENSADORAS DE COCTELES AUTOMÁTICAS	7
2.3.1 THE INEBRIATOR	7
2.3.2 BARTENDRO	8
2.3.3 THE CUBE	9
2.3.4 TENDER ONE	10
2.4 COCTELERÍA	10
2.4.1 MÉTODOS PARA PREPARAR UN CÓCTEL	11
2.4.1.1 Directo	11
2.4.1.2 Batido	11
2.4.1.3 Licuado	11
2.4.1.4 Refrescado	11
2.4.1.5 Flameados	11
2.4.1.6 Edificados	12
3. METODOLOGÍA Y DISEÑO	13
3.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO MECATRÓNICO	14
3.2 DISEÑO MECATRÓNICO EN V PARA EL DISEÑO DE UNA DISPENSADORA DE CÓCTELES AUTOMATIZADA	15
3.3 REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA	15
3.4 DISEÑO DEL SISTEMA	16
3.5 DISEÑO ESPECÍFICO	16
3.5.1 ANÁLISIS DE VARIABLES DEL SISTEMA	17
3.5.1.1 Tiempo de caída	17
3.5.1.2 Tipos de shot	18
3.5.2 DISEÑO MECÁNICO	21
3.5.2.1 Selección Del Sistema De Guiado	22
3.5.2.2 Diseño Y Análisis Del Sistema De Guiado Para Transporte Del Vaso	22
3.5.2.3 Cálculo Del Diámetro Del Eje Que Soporta El Peso De La Plataforma	23
3.5.2.4 Selección De Rodamientos Para El Eje	28

3.5.2.5	Diseño Del Sistema De Movimiento De La Plataforma Que Transporta Al Vaso.....	29
3.5.2.6	Torque Y Potencia De Motor Para Sistema De Trasmisión Banda – polea	31
3.5.2.7	Selección Del Motor Para Sistema De Trasmisión Banda – Polea	33
3.5.2.8	Selección De Banda Dentada	35
3.5.2.9	Selección De Poleas	35
3.5.2.10	Accionador Del Dispensador De Líquido.....	36
3.5.2.11	Viga De Soporte De Botellas.....	41
3.5.2.12	Diseño Sistema Dispensador De Vasos.....	46
3.5.2.13	Torque Para Giro Del Dispensador De Vasos.....	50
3.5.2.14	Momento De Inercia De Placa Giratoria	51
3.5.2.15	Soporte De Vaso	52
3.5.2.16	Torque Para Giro De Soporte De Vaso	52
3.5.3	DISEÑO ELECTRÓNICO Y DE CONTROL	54
3.5.3.1	Descripción De Funcionamiento De Los Periféricos Electrónicos.....	56
3.5.3.2	Alimentación De La Máquina	57
3.5.3.3	Diseño Del Regulador De Voltaje A 6v.....	59
3.5.3.4	Elementos De Mando Del Sistema.....	61
3.5.3.5	Drivers Para Controlar Motores Paso A Paso	66
3.5.3.6	Conexiones Del Driver A4988	67
3.5.3.7	Regulación Vref Motores PAP.....	68
3.5.3.8	Control Motores Paso A Paso	69
3.5.3.9	Control Interruptor Final De Carrera.....	70
3.5.3.10	Sistema Dispensado Por Bombas Peristálticas.....	72
3.5.3.11	Control De Bombas Peristálticas.....	74
3.5.3.12	Sistema De Detección De Vaso Mediante Sensor De Fuerza (FSR)	75
3.5.3.13	Control Del Sensor De Fuerza Resistivo	77
3.5.3.14	Iluminación	78
3.5.3.15	Corriente Y Potencia Para Cinta Led Rgb.....	79
3.5.3.16	Control De Iluminación	80
3.5.3.17	Diseño De Circuito Impreso (PCB) Del Sistema De Control	81
3.5.3.18	Cadena Portacables	82
3.6	INTEGRACIÓN DEL SISTEMA	83
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	84
4.1	INTERFAZ GRÁFICA	86
4.2	DISTANCIAS DE RECORRIDO.....	88
4.3	TIEMPOS Y CANTIDADES DE DISPENSADO	89
4.4	PRESENTACIÓN DE LA BEBIDA	91

4.4.1 SHOT MEISTER ON MARS	92
4.4.2 SHOT AFTER EIGHT	92
4.4.3 SHOT STRAWBERRY BLOWJOB	93
4.4.4 SHOT TEQUIBLUE.....	93
4.4.5 SHOT BABY GUINNESS.....	94
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Tiempo de caída de las bebidas por cada 25 ml	18
Tabla 2. Datos de peso para diseño de ejes	22
Tabla 3. Dimensiones rodamiento lineal de bolas	29
Tabla 4. Coeficiente de rozamiento por deslizamiento	30
Tabla 5. Características Motor paso a paso NEMA23 23KM-K250V.....	33
Tabla 6. Características de polea GT2	36
Tabla 7. Mediciones y fuerzas para accionar el dispensador	38
Tabla 8. Datos técnicos servomotor Power HD LF-20MG	41
Tabla 9. Datos de peso de botellas	41
Tabla 10. Datos de peso placa soporte dispensador de vasos	46
Tabla 11. Propiedades del PMMA	47
Tabla 12. Características básicas microcontrolador Arduino Mega 2560....	55
Tabla 13. Características de la fuente de alimentación ATX	58
Tabla 14. Características de bomba peristáltica.....	73
Tabla 15. Posiciones para desplazamiento de plataforma	88
Tabla 16. Medidas de mililitros vertidos al preparar cada bebida	90
Tabla 17. Valores teóricos respecto a la cantidad vertida	90
Tabla 18. Error porcentual en cada shot respecto a la cantidad	90
Tabla 19. Tiempo de preparación de cada shot	91
Tabla 20. Valores teóricos respecto al tiempo de preparación	91
Tabla 21. Error porcentual de cada shot respecto al tiempo	91

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. The Inebriator machine cocktail	7
Figura 2. Botellas con leds en su parte superior (The inebriator).....	8
Figura 3. Bombas y mangueras para líquidos (The Inebriator)	8
Figura 4. Bartendro machine cocktail.....	9
Figura 5. The Cube machine cocktail.....	9
Figura 6. TenderOne machine cocktail	10
Figura 7. Shot Flameado B52	12
Figura 8. Shots edificados.....	12
Figura 9. Modelo en V	14
Figura 10. Diagrama Funcional del sistema Dispensadora de cócteles.....	17
Figura 11. Shot Tequiblue.....	18
Figura 12. Shot After Eight.....	19
Figura 13. Shot Meister on Mars.....	19
Figura 14. Shot Strawberry Blowjob.....	20
Figura 15. Shot Baby Guinness	20
Figura 16. Diseño de la máquina dispensadora de cócteles automatizada	21
Figura 17. Diseño del sistema de guiado por eje	22
Figura 18. Esquema del eje guía para plataforma de vaso.....	23
Figura 19. Diagrama de fuerzas del eje soporte plataforma del vaso	24
Figura 20. Diagrama de fuerza cortante y momento flector del eje.....	25
Figura 21. Deformación viga soporte plataforma de vaso.....	28
Figura 22. Rodamiento lineal SC10UU	29
Figura 23. Diagrama de cuerpo libre en el eje	29
Figura 24. Diagrama sistema de movimiento banda – polea	31
Figura 25. Diagrama de cuerpo libre motor – polea.....	31
Figura 26. Motor paso a paso Nema 23 Minebea Matsushita Motor Corporation	34
Figura 27. Dimensiones Banda GT2.....	35
Figura 28. Banda síncrona GT2.....	35
Figura 29. Polea GT2 20 dientes 8mm	36
Figura 30. Rodamiento 608zz	36
Figura 31. Posición del dispensador inicial y final	37
Figura 32. Dispensador en posición inicial diseñado en Solidworks	37
Figura 33. Fuerza promedio para accionar dispensador.....	38
Figura 34. Posición inicial dispensador (Izq.), posición final dispensador (Der.).....	39
Figura 35. Vista lateral actuador para dispensador.....	39
Figura 36. Teorema de Pitágoras del brazo de palanca servomotor.....	40

Figura 37. Fuerza cortante y momento flector del soporte de botellas.....	43
Figura 38. Material, fuerzas y soportes en viga de AISI 304	45
Figura 39. Análisis de deformación de viga de 3,05 [mm] con platina 1/4" x 1"	45
Figura 40. Análisis de deformación de viga de 0,91 [mm] con platina 3/8" x 1"	46
Figura 41. Fuerza cortante y momento flector del soporte de vasos.....	47
Figura 42. Generación del sistema de coordenadas en la placa giratoria...	51
Figura 43. Especificaciones motor paso a paso KH42JM2	52
Figura 44. Sistema de coordenadas soporte de vaso	53
Figura 45. Especificaciones motor paso a paso KH42KM2	54
Figura 46. Arduino Mega 2560.....	55
Figura 47. Esquema del sistema electrónico y de control del sistema	56
Figura 48. Diagrama de bloques del proceso de control	57
Figura 49. Fuente de alimentación ATX modificada.....	58
Figura 50. Esquema circuito regulador de voltaje con LM317	59
Figura 51. Diseño fuente regulada a 6 V con LM317	60
Figura 52. Diseño PCB de fuente regulada de 6 V	60
Figura 53. Menú inicio display TFT Touch	61
Figura 54. Parámetros modelo TFT usando librería UTFT	62
Figura 55. Parámetros interfaz librería UTouch	62
Figura 56. Parámetros clase principal librería UTFT_Buttons.....	63
Figura 57. Programa convertidor de imágenes ImageConverter565.....	63
Figura 58. Parámetros clase principal librería UTFT_tinyFAT	64
Figura 59. Librerías utilizadas para pantalla TFT	64
Figura 60. Código para creación de imágenes extensión .C.....	65
Figura 61. Código para insertar una imagen en un botón	65
Figura 62. Código para llamar a los diferentes menús.....	65
Figura 63. Creación de matrices para el uso de imágenes en memoria externa.....	66
Figura 64. Código para mostrar imagen con extensión .RAW	66
Figura 65. Driver A4988	66
Figura 66. Esquema de conexión del chip A4988	67
Figura 67. Programación Arduino librería AccelSteper	69
Figura 68. Diagrama de proceso interruptor final de carrera dispensador vasos.....	70
Figura 69. Imagen de información para retiro de vaso.....	71
Figura 70. Diagrama de proceso de Sensor Final de carrera inicial.....	72
Figura 71. Bomba peristáltica.....	73
Figura 72. Rotación de una bomba peristáltica	73
Figura 73. Esquema electrónico para bomba peristáltica	74
Figura 74. Diagrama de proceso para activar bombas peristálticas.....	75

Figura 75. Curva característica FSR resistencia vs fuerza	76
Figura 76. Esquema básico divisor de voltaje para conversión de fuerza a voltaje.....	76
Figura 77. Datos muestreados en monitor serial del rango por presencia de vaso en sensor de fuerza resistiva.....	77
Figura 78. Circuito electrónico para sensor de fuerza resistiva.....	77
Figura 79. Diagrama de proceso sensor de fuerza resistivo (FSR).....	78
Figura 80. Cinta Led RGB	78
Figura 81. Esquema electrónico para iluminación con transistores IRF510	80
Figura 82. Diagrama de proceso para efectos luminosos	81
Figura 83. Diseño de placa PCB control de máquina.....	82
Figura 84. Diseño de placa PCB para control de iluminación y alimentación de Arduino MEGA2560	82
Figura 85. Cadena Portacables.....	83
Figura 86. Pruebas de funcionamiento del sistema de control.....	85
Figura 87. Estructura máquina dispensadora construida totalmente	85
Figura 88. Menú Principal de la interfaz gráfica	86
Figura 89. Submenús pantalla de interfaz gráfica para el usuario	87
Figura 90. Manejo de actuadores por medio de Interfaz gráfica	87
Figura 91. Recorrido de la plataforma.....	88
Figura 92. Dispensador de vasos.....	89
Figura 93. Prueba funcionalidad caída de vaso desde sistema dispensador de vasos.....	89
Figura 94. Shot meister on mars (a) Original vs (b) Preparada.....	92
Figura 95. Shot after eight (a) Original vs (b) Preparada	92
Figura 96. Shot Strawberry blowjob (a) Original vs (b) Preparada	93
Figura 97. Shot tequibblue (a) Original vs (b) Preparada.....	93
Figura 98. Shot baby guinness (a) Original vs (b) Preparada	94

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo 1. Especificaciones motor NEMA23 23KM-K250V.....	104
Anexo 2. Especificaciones motor JAPAN SERVO KH42-KM2.....	104
Anexo 3. Especificaciones motor JAPAN SERVO KH42JM2	106
Anexo 4. Arduino Mega 2560.....	107
Anexo 5. Arduino nano.....	107
Anexo 6. Características Transistor Mosfet IRF510.....	108
Anexo 7. Circuito electrónico y de control máquina dispensadora	109
Anexo 8. Gabinete eléctrico máquina dispensadora de cócteles	110
Anexo 9. Placa PCB control del sistema.....	110
Anexo 10. Placa PCB control de iluminación y Fuente 9V	111
Anexo 11. Conexión pines Arduino 2560 con shield pantalla TFT	111
Anexo 12. Conexiones cables (colores) motores paso a paso a driver A4988	112
Anexo 13. Planos.....	113

RESUMEN

El presente proyecto muestra el proceso de diseño y construcción de una máquina dispensadora de cócteles automatizada que se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En el primer capítulo del proyecto se realiza un estudio acerca de los problemas en la actualidad con respecto a la forma de preparación y consumo de bebidas alcohólicas en lugares de diversión al igual que el alcance el cual se pretende lograr para solucionar la necesidad y el problema detectado.

En el segundo capítulo se realiza una investigación sobre temas acerca de automatización en la industria alimenticia e información enfocada a coctelería que será usada en la elaboración del presente proyecto, al igual que se pretende conocer diseños existentes que se encuentran actualmente en el mercado para tener una idea de lo que se ha hecho al respecto en dicho tema.

En el tercer capítulo se trata sobre la metodología de diseño utilizada para desarrollar el ciclo de vida del proyecto donde se indicará los requerimientos y especificaciones del sistema que servirá como referencia para la generación de la idea. Se desarrollará el diseño de la máquina dispensadora por cada sistema individual que compone la máquina: sistema dispensador de líquido, dispensador de vasos, control de movimiento a las diferentes posiciones, iluminación, al igual que el sistema de comunicación para interactuar con el usuario (HMI). En el diseño se estudió el sistema mecánico, sistema electrónico, sistema eléctrico y sistema de control.

En el cuarto capítulo se realizan pruebas de funcionamiento individual como en conjunto para determinar posibles errores y corregirlos en el proceso de la preparación, donde los shots son preparados por la máquina para medir tiempos y cantidades de líquido dispensado por cada bebida.

En el quinto capítulo se especifican las conclusiones y recomendaciones.

Palabras clave: diseño, máquina, dispensadora, automatización, coctelería, HMI, control, shots.

ABSTRACT

The present project shows the design process and construction of an automated dispensing cocktail machine that is structured as follows:

In the first chapter, a study about of the problems in the current form of preparation and consumption of alcoholic beverages in fun places is realized; Also, the scope that is intended to achieve for give solutions to the need and the problem detected.

In the second chapter, an investigation is performed on topics about automation in the food industry and information focused on cocktails that will be used in the preparation of the present project, just as it intends to meet existing designs currently in the market to have an idea of what has been done related to this topic.

The third chapter, is about the design methodology used to develop the life cycle of the project where it will be indicated system requirements and specifications that help as a reference for idea generation. The design of the dispensing machine will be developed for each individual system that comprises the machine: liquid dispenser, cup dispenser, control movement to different positions, lighting, like the communication system to interact with the user (HMI). In the design, the mechanical system, electronic system, electrical system and control system were studied.

In the fourth chapter, functioning tests to determine and correct errors in the process of preparing, where the shots are prepared by the machine to measure times and amounts of liquid dispensed for each drink.

In the fifth chapter, the conclusions and recommendations are specified.

Keywords: design, machine, dispensing, automation, cocktails, HMI, control, shots.

1. INTRODUCCIÓN

Lugares de diversión como discotecas o bares pagan altos costos a las personas que preparan cocteles por cierto tiempo debido al conocimiento que tiene en ello, por lo que una máquina dispensadora de cocteles automatizada sería la solución, no sería necesaria la presencia de una persona especializada (bartender), al igual que la preparación de la bebida ya estaría controlada por el sistema.

La máquina dispensadora de cocteles automatizada al ser de bajo costo en comparación a un bartender disminuiría costos en el lugar que sea implementado pudiendo ahorrar dinero, además que el tiempo que se ocupa en una persona se lo podría utilizar en otra actividad; De la misma manera personas que no tienen el conocimiento de preparación de bebidas podrán disfrutar sin ningún problema simplemente seleccionando su coctel debido a que todo se encuentra programado y controlado.

En la actualidad pocos sitios de diversión ofrecen cocteles preparados correctamente, debido a que en varios de ellos las preparan con herramientas que no son las adecuadas y que no tienen la precisión necesaria, y por esta razón el sabor de dicha bebida cambia.

Otra razón que es importante mencionar es la higiene con la que han sido preparadas las bebidas, a consecuencia de que las personas que se dedican a preparar las bebidas al mismo tiempo están realizando diferentes actividades, incluida la manipulación de dinero.

Por las razones que se han indicado, la presente investigación y proyecto contribuye con el diseño de un sistema que permita preparar bebidas de forma automatizada, con lo cual resolvería ciertos problemas de precisión, sabor, desperdicio de las bebidas, higiene, ahorro de tiempo y reducción de costos, con lo que se consigue tener un producto de calidad. Así, se ha planteado como objetivo general Construir una máquina dispensadora de cócteles automatizada, donde para poder lograr dicho objetivo fue necesario proponer objetivos específicos los cuales se muestran a continuación:

- Diseñar la estructura donde se incorporará todo el sistema de la máquina dispensadora.
- Diseñar el sistema mecánico, eléctrico y electrónico para la transmisión de movimiento del vaso a las diferentes posiciones.
- Diseñar el sistema mecánico, eléctrico y electrónico de dosificación de bebidas.
- Diseñar el sistema mecánico, eléctrico y electrónico del sistema dispensador de vasos.

- Diseñar e implementar un sistema de control a través de una pantalla táctil.
- Diseñar el sistema de iluminación de la máquina.

La estructura de la máquina se construirá de materiales como acero inoxidable, madera y acrílico; La madera al ser un material que tiene buen aspecto ha sido utilizado en la estructura que no tiene contacto directo con las bebidas por lo que no presentará ningún tipo de contaminación al tratarse de una máquina que es para el consumo humano.

El encargado de la máquina podrá colocar las botellas en los soportes de la misma de manera ágil y sencilla.

El usuario ya no será el encargado de colocar el vaso en la máquina debido a que la misma posee un sistema de dispensado de vasos automatizado, aunque el operario si debe estar pendiente cuando se encuentre vacía para el correcto funcionamiento.

El dispensado de bebidas se lo realizará por medio de válvulas a presión que regularán el líquido dosificado, las válvulas tienen un medidor de líquido el cuál se logrará proporcionar con precisión la cantidad de líquido que se requiere.

Al igual que también se dispensará las bebidas por medio de bombas peristálticas si se requiere, por el motivo que servirán para dosificar otras bebidas como gaseosas, leche, agua tónica, agua, jugos, entre otras o las mismas bebidas alcohólicas si es necesario.

La máquina dispensadora de cócteles automatizada tendrá la capacidad de preparar 5 tipos de shot los cuáles podrán ser elegidos a los gustos del usuario.

La máquina dispensadora podrá preparar shots de tipo edificado el cuál dispensará en forma de capas sin que se mezclen una bebida con otra.

El control del sistema de la máquina se lo realizará a través de una pantalla táctil que por medio de una interfaz gráfica el usuario podrá escoger de una lista de bebidas cuál es la que desea y proceder a prepararla. .

La máquina dispensadora podrá ofrecer efectos luminosos mientras se prepara la bebida escogida por el usuario.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 COCTELERÍA AUTOMÁTICA

La coctelería automática es un sistema automatizado donde se transfieren tareas que realizaba una persona que conoce del arte de la coctelería a un conjunto de elementos mecánicos y electrónicos que van a controlar el proceso automáticamente por medio de un autómeta programable con el objetivo de lograr una combinación precisa de bebidas.

2.2 SISTEMAS MECATRÓNICOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

A medida que la sociedad avanza, lo hacen también las técnicas, conocimiento y máquinas, las cuáles son creadas para enfrentar y poder solucionar algún problema que tenga el hombre.

Al tener el hombre el conocimiento siempre ha buscado la forma de que una herramienta o maquina lo pueda reemplazar sea para facilitar la ejecución de un trabajo peligroso, pesado o repetitivo o también para que la misma sea más ágil en sus procesos y desarrollando una eficiente producción, dando así una reducción de costos y más control por parte de un sistema mecatrónico.

Esta es la razón por la que en los últimos años se ha dado la aparición de máquinas altamente inteligentes dando un gran desarrollo en la automatización y control en ciertos lugares; Siendo automatizados sectores tales como automotriz, manufactura, medicina, industrial, ha llegado también el momento de la automatización y control de procesos en el sector de la industria alimenticia.

Según Pelayo, la automatización de procesos alimenticios en un mundo globalizado es cada vez más competitivo, debido a que productos de calidad y seguridad a mejor precio son los que ganan al mercado. Y la robótica es la que proporciona estos parámetros que son calidad y seguridad alimenticia. Además que la elevada necesidad de mano de obra calificada y entrenada, es cada vez más escasa, por lo que se ha pretendido mejorar automatizando ciertos procesos logrando así el objetivo con más agilidad y menos costos.

Según Pelayo, las ventajas que se ofrece debido a 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)

2.2.1 PROCESOS AUTOMATIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Como se puede ver, el ser humano siempre ha buscado la manera de que una máquina o herramienta lo pueda reemplazar, facilitando la ejecución de un trabajo peligroso, pesado o repetitivo;

En los últimos años se ha dado la aparición de máquinas altamente inteligentes que ha dado un gran desarrollo en la automatización de diferentes sectores siendo uno de ellos el sector de la industria alimenticia. Entre los procesos que se han automatizado se encuentran:

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

Y así como se han automatizado dichos procesos porque no automatizar el sector de la coctelería, un proceso que se considera un arte, conocido por muchos pero que pocos que lo dominan.

Sabiendo que la tecnología en los tiempos actuales es la que gobierna y es la que diferencia de empresa a empresa por su calidad, costos o tiempos de fabricación, pensar en tener procesos automatizados es una gran ventaja y a la vez una gran inversión debido a que sube su nivel de competencia; Empresas que tienen automatización es porque están atentos a los cambios y no quieren estancarse.

Por lo que crear cocteles puede ser sencillo para quienes tienen habilidades adecuadas, pero podría ser un proceso más sencillo y presentado en varios lugares para que lo puedan realizar sin tener conocimiento en ello o que poco lo dominen. Por lo que este proceso también se lo pensó en automatizar y hacer más sencillo preparar un coctel para la gente que guste por este arte.

2.3 DISPENSADORAS DE COCTELES AUTOMÁTICAS

Actualmente en el mercado se encuentran cuatro grandes ejemplos que destacan sobre dichas máquinas automatizadas, entre las cuáles se encuentran el “the Inebriator” (Figura 1), el “Bartendro” (Figura 4), “The Cube” (Figura 5) y “TenderOne” (Figura 6)

2.3.1 THE INEBRIATOR

The Inebriator (Figura 1) se basa en un riel de movimiento lineal controlado mediante un Arduino Mega que mediante la ayuda de una display 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.

La diferencia con otras máquinas es que la posición de las botellas se coloca boca abajo con lo que eliminan el uso de bombas (Figura 3), aunque igual las utiliza pero para otros líquidos (jugos, gaseosas, agua, etc.).

Una característica de esta máquina es el arreglo de leds que tiene en la parte superior de las botellas (Figura 2) al igual que en la plataforma que transporta el vaso. El cuál indica el funcionamiento y finalización del dispensado.



Figura 1. The Inebriator machine cocktail
(The Inebriator, 2016)



Figura 2. Botellas con leds en su parte superior (The inebriator)
(URBAN360, 2012)

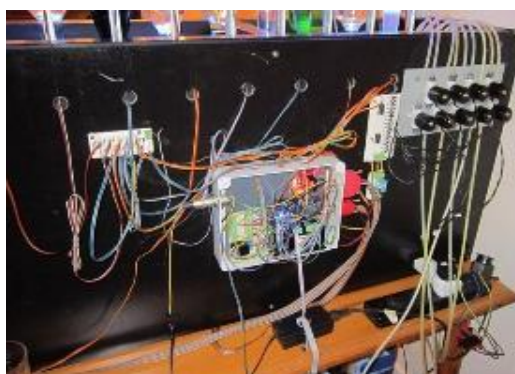


Figura 3. Bombas y mangueras para líquidos (The Inebriator)
(The Inebriator, 2016)

The Inebriator, es capaz de mezclar hasta cinco jugos o líquidos diferentes con otros nueve tipos de licores distintos. Solo hace falta programar primero las mezclas y así después ejecutar directamente el programa seleccionado, el cual mezclará los ingredientes en las dosis justas predefinidas.

2.3.2 BARTENDRO

Party Robotics es la desarrolladora de la máquina Bartendro (Figura 4) que en cuanto a su diseño posee un solo servidor por medio de bombas que le distribuyen al vaso la cantidad exacta de cada botella y con ello mezclar la bebida permaneciendo el vaso estático. Las bombas que posee esta máquina ofrecen efectos luminosos debido a que poseen leds en su interior.

La programación permite gran flexibilidad por el motivo que utiliza la placa Raspberry Pi. La cantidad de bombas depende de cuántas bebidas se requiera colocar en la máquina, por lo que existe flexibilidad.



Figura 4. Bartendro machine cocktail
(Vicespy, 2016)

2.3.3 THE CUBE

The Cube (Figura 5) es una máquina diferente a las anteriores por el motivo de que en esta máquina las botellas giran alrededor de un eje con lo cual el usuario solo tiene que colocar el vaso en su posición para que proceda al dispensado de la bebida. La interfaz gráfica es manejada por medio de una pantalla táctil al igual que posee sensores de seguridad como la posición del vaso y las puertas de las botellas. Para el dispensado de cada botella se realiza por medio de una válvula que se activa.



Figura 5. The Cube machine cocktail
(THE QUBE, 2016)

2.3.4 TENDER ONE

TenderOne (Figura 6) es una máquina dispensadora de bebidas computarizada en donde la bebida se puede preparar en simplemente 5 gracias a la ayuda del uso de bombas; Gracias a la interfaz gráfica que presta este sistema permite al barman mezclar los ingredientes que desee a diferencia de otras máquinas. Se puede llegar a poner hasta 32 bebidas diferentes en la máquina ofreciendo más de 200 combinaciones distintas.



Figura 6. TenderOne machine cocktail
(TENDERONE, 2014)

2.4 COCTELERÍA

La coctelería es el arte de preparar y relacionar bebidas, frutas, flores, hierbas, helados y cualquier otro ingrediente que pueda ser comestible que pueda ser transformado en líquido produciendo un sabor distinto por medio de diferentes tipos de preparación. (Melgar, 2009)

Etimológicamente la palabra proviene del francés en el que Coq se traduce como gallo y Tail como cola, esto es porque era tradicional colocar largas plumas de las colas de los gallos para decorar una bebida. Hoy se lo puede ver igual casi la misma decoración pero utilizando cocteles con sombrillas, frutas, entre otros. (Alvarez, 2015)

Según la International Bartenders Association, un coctel no puede contener más de cinco productos, incluidos los usados para decoración. Normalmente incluye un destilado de base, el cual es el elemento preponderante; dos licores para dar color y endulzarlo a la vez; Puede además llevar gotas de

limón, de amargo o de algún colorante y una fruta para su decoración. (Melgar, 2009).

El contenido normal que debe tener un coctel es de tres onzas. Algunos cócteles pueden tener 6 o más onzas en especial los refrescantes. Pero, en cualquier caso, el contenido de licor de un coctel es de 2 a 2-1/2 onzas, incluyendo el destilado de base más los licores o vinos usados como complemento. Con el hielo que se derrite al mezclar o batir, las gotas o chorritos de aromatizantes, saborizantes y la fruta que se use como decoración se completan las 3 onzas del coctel.

En los tragos largos, los cubos de hielo y la soda, refrescos o jugos alargan el trago a 6, 8 o 10 onzas. (Díaz, 2015)

2.4.1 MÉTODOS PARA PREPARAR UN CÓCTEL

Para la preparación de un coctel existen diferentes métodos los cuáles se van a utilizar dependiendo de los ingredientes que se utilicen en el mismo, entre estos se encuentran (Pintado, 2012):

2.4.1.1 Directo: Se lo prepara directamente en el vaso que se lo va a servir. Dentro de este grupo se encuentra los puosse-café que son formados por capas.

2.4.1.2 Batido: Su preparación se la realiza en una coctelera (shaker), agitando todos sus ingredientes para tener una mezcla uniforme utilizando hielos que ayuden a la mezcla para que se puedan disolver los ingredientes que sean más densos como puede ser huevos o cremas;

2.4.1.3 Licuado: En este método tener una licuadora es algo necesario debido a que se va a procesar el hielo con frutas para mezclarlo sin problemas con el alcohol y se pueda lograr una mezcla homogénea. Como ejemplo tenemos la famosa margarita.

2.4.1.4 Refrescado: Método que consiste en revolver los ingredientes junto con el hielo pero no disolverlo demasiado para que no quede hecho agua. Son bebidas que calman la sed por lo que se combinan con bebidas gaseosas, jugos, o aguas minerales.

2.4.1.5 Flameados: Son tragos que por su alta graduación alcohólica se puede hacer uso del fuego. Un ejemplo es la conocida como la cucaracha o el B52 como se lo muestra en la Figura 7.



Figura 7. Shot Flameado B52
(TRAGOS Y COPAS, 2010)

2.4.1.6 Edificados: Este tipo de preparación requiere cierto conocimiento a causa de que se utilizan ingredientes que se debe conocer su densidad para poder colocarlo uno encima de otro sin que se mezclen creando un matiz de colores. Como ejemplo tenemos los shots mostrados en la Figura 8.



Figura 8. Shots edificados
(ROCK&WINE, 2012)

3. METODOLOGÍA Y DISEÑO

“La palabra mecatrónica se compone de “meca” que significa mecanismo y “trónica” que se refiere a electrónica.”(Yaskawa Electric Corporation, 1969)

El término mecatrónica es usado para describir la integración entre los sistemas de control que se basan en microcontroladores, sistemas eléctricos y mecánicos. Un sistema mecatrónico es la sinergia de todo lo anterior.

Mecatrónica se describe como el diseño unificado de los sistemas mecánico, electrónico, de control e ingeniería informática con el objetivo de lograr menos costos, ser confiables y flexibles. (Bolton, 2006)

3.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO MECATRÓNICO

La metodología mecatrónica se la realizará por medio del modelo en V, el cuál es un proceso que representa la secuencia de pasos para el desarrollo del ciclo de vida de un proyecto, su estructura es de fácil comprensión como se puede ver en la (Figura 9) el cual sigue el siguiente orden: requerimientos, diseño de sistema, diseño específico, integración del sistema, aseguramiento de propiedades (comprobación y verificación) y producto. (Düsseldorf, 2004);

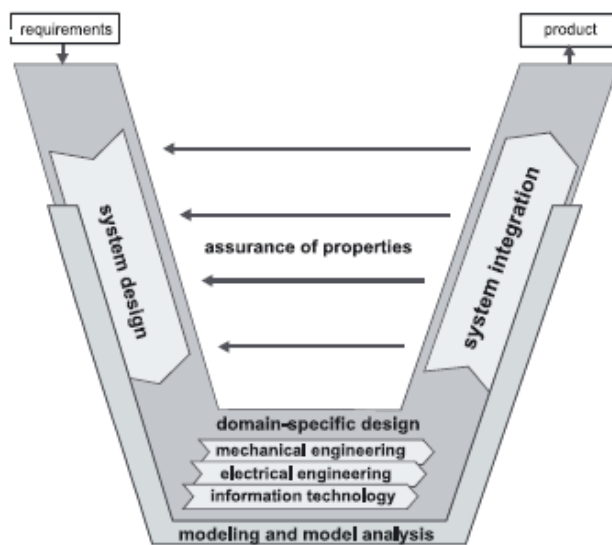


Figura 9. Modelo en V
(Düsseldorf, 2004)

Como un análisis general en la metodología en V se puede observar dos partes importantes en la cual se desarrollará correctamente un proyecto, el lado izquierdo el cual se refiere a las necesidades, requerimientos y

especificaciones del sistema. Mientras que en el lado derecho representa a la integración en donde se verifica y valida el sistema en conjunto.

Inicialmente al utilizar la metodología en V se procede a conocer los requerimientos y especificaciones con los cuales se deberá diseñar y construir la máquina para poder cumplir con las necesidades del cliente.

Como segunda etapa se procede con el diseño del sistema, que es el cual va a guiar para dar solución a los requerimientos vistos en el punto anterior, donde por medio de diferentes opciones como solución al problema, se buscará la más adecuada y analizará si la escogida va a poder cumplir con los requisitos descritos y ver si no tiene ningún inconveniente en integrarse al sistema en conjunto.

En la etapa de diseño específico se pretende estudiar y analizar cada área ingenieril independientemente que será: diseño mecánico, diseño electrónico y diseño de control.

Finalmente se lleva a cabo la etapa de integración del sistema que se entiende como la integración de todos los subsistemas que en el caso mecatrónico será electrónico, mecánico y de control, y es donde se procederá con la verificación y validación del sistema con lo que se comprueba si cumplimos los requisitos para el desarrollo del producto. (Düsseldorf, 2004)

3.2 DISEÑO MECATRÓNICO EN V PARA EL DISEÑO DE UNA DISPENSADORA DE CÓCTELES AUTOMATIZADA

Inicialmente al utilizar la metodología en V se procede a conocer los requerimientos y especificaciones con los cuales se deberá diseñar y construir la máquina para poder cumplir con las necesidades del cliente, por lo que son la medida con la cual van a ser evaluados más adelante.

3.3 REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA

La etapa de requerimientos de acuerdo a la metodología mecatrónica en V, será inicialmente una guía de cómo empezar a desarrollar la máquina dispensadora de cócteles los cuáles posteriormente serán evaluados para saber si se ha cumplido en el diseño y fabricación del producto, por lo que se ha puntualizado los siguientes requisitos:

- Capacidad para transportar vasos de shot de 2 1/2onz
- Capacidad para soportar hasta una cantidad de 6 botellas
- Capacidad para suministrar bebidas por medio de bombas para otras bebidas como leche, jugos, bebidas gaseosas, entre otros.
- Manejo de máquina de forma táctil.
- Reemplazo de botellas manual sea ágil (120 segundos)
- Derrame de líquido sea menor al 1%.
- Modo de limpieza (90 segundos).
- Producir efectos luminosos. (Iluminación)
- Correcta cantidad de líquido dosificado de acuerdo al cóctel. (60 ml)
- Capacidad de suministro de vasos automáticamente (hasta 4 vasos)
- Reemplazo de vasos ágilmente (60 segundos)
- Capacidad para preparar shots edificados, entre los cuáles se preparará hasta 5 shots.

3.4 DISEÑO DEL SISTEMA

Como segunda etapa para dar solución a los requerimientos enlistados, se buscará diferentes formas de hacerlo y se analizará prototipos de máquina de bebidas que se hayan desarrollado para tenerlas en cuenta que en nuestro caso será: el “the Inebriator” , el “Bartendro” , “The Cube” y “TenderOne” investigados anteriormente , puesto que será de gran ayuda, de igual manera se investigará si los elementos electrónicos (fuentes, transistores, resistencias, capacitores, sensores, relés), mecánicos (motores, soportes, ejes, rodamientos, poleas) y materiales que formarán la estructura de la máquina se tienen la accesibilidad para conseguirlos en el mercado.

3.5 DISEÑO ESPECÍFICO

En la etapa de diseño específico se analiza cada área ingenieril así como también el análisis de cada variable que integrará el sistema que en el caso de diseño mecánico se modelará un prototipo que cumpla con los requisitos mediante un Software CAD (Diseño Asistido por Computadora) que sirve para modelado mecánico en 3D, en el cuál se modelará los diferentes componentes mecánicos luego de conocer sus dimensiones.

Al igual que en el diseño electrónico se usará un software que permite diseñar el plano eléctrico del circuito que se desea realizar utilizando los diferentes componentes electrónicos al igual que puede ser simulado para verificar el correcto funcionamiento luego de haber realizado los diferentes cálculos y tomando en cuenta su respectivo datasheet.

Por último para el diseño de control en donde ingresará la programación que manejará el sistema se utilizará la plataforma ARDUINO conjuntamente con un microcontrolador ARDUINO el cual controlará los componentes electrónicos, dicha selección se debió por su sencillez y fácil comprensión en la programación.

La interfaz del usuario (HMI) y manejo de todo el sistema igualmente será controlado por la plataforma y microcontrolador ARDUINO donde se ingresará la programación para el manejo de una pantalla táctil, en donde para el desarrollo del código de programación se debe tener en cuenta el siguiente diagrama funcional que se muestra en la Figura 10, el cual cumplirá con el funcionamiento especificado.

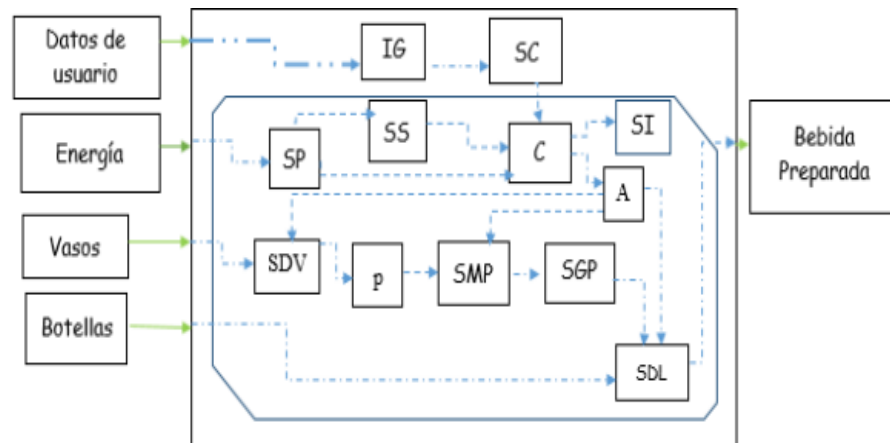


Figura 10. Diagrama Funcional del sistema Dispensadora de cócteles.

IG: Interfaz Gráfica, SC: Sistema de Comunicación, C: Controlador, SS: Sistema de Sensores, SP: Sistema de Potencia, SI: Sistema de Iluminación, A: Actuadores, SDV: Sistema Dispensador de Vasos, P: Plataforma, SMP: Sistema Movimiento Plataforma, SGP: Sistema Guía Plataforma, SDL: Sistema Dispensador de Líquido.

3.5.1 ANÁLISIS DE VARIABLES DEL SISTEMA

3.5.1.1 TIEMPO DE CAÍDA

El tiempo de caída de cada bebida se tomó a partir de la apertura del dispensador hasta que haya llegado al vaso, en la Tabla 1, se observa los tiempos de cada tipo de ingrediente utilizado, en donde al tomar diferentes tiempos se obtendrá un tiempo promedio el mismo que se usará para posteriores cálculos.

Tabla 1. Tiempo de caída de las bebidas por cada 25 ml

BOTELLAS	Licor de café	Granadina	Crema de whisky	Crema de menta	Jagermeister	Tequila
TIEMPOS						
T1	3,21	10,54	2,75	2,53	2,31	2,54
T2	3,32	11,41	2,92	2,48	2,12	2,34
T3	3,17	10,52	2,95	2,52	3,01	2,47
T4	3,56	11,53	3,05	2,45	3,01	2,36
T5	3,19	11,20	3,15	2,40	2,50	2,34
T6	3,29	11,67	3,0	2,60	2,10	2,33
T7	3,42	10,9	2,90	2,70	2,46	2,27
T8	3,71	11,02	2,85	2,23	2,30	2,40
T9	3,3	11,17	3,1	2,25	2,60	2,39
T10	3,2	11,37	2,8	2,40	2,52	2,45
PROMEDIO	3,34	11,13	2,95	2,46	2,49	2,39

3.5.1.2 TIPOS DE SHOT

Conociendo los diferentes métodos que existen para la preparación de un coctel antes mencionado, podemos dar a conocer 5 tipos de shots con los cuales se va a demostrar la funcionalidad:

SHOT TEQUIBLUE – DIABLO DE COLA AZUL

Ingredientes:

Tequila
Curacao Azul



Figura 11. Shot Tequibblue
(Barman in red, 2012)

Preparación:

El shot tequibblue mostrado en la Figura 11, se compone de tequila blanco y curacao azul, primero se tiene que añadir el curacao azul a causa de que es más espeso que el tequila y posteriormente el tequila quedando así este por encima del curacao. Se puede distinguir las dos capas claramente, para este efecto el vaso tiene que estar inclinado o realizarlo con una cucharilla.

Las cantidades deben ser parejas en los dos licores, por lo que se ha usado una onza (30ml) de tequila blanco y (30ml) de curacao azul. (Barman in red, 2012)

SHOT AFTER EIGHT

Ingredientes:

Licor de café
Crema de Menta
Licor de Whisky



Figura 12. Shot After Eight

Preparación:

Para la preparación del shot after eight mostrado en la Figura 12, en primer lugar se añadirá el licor de café seguido por la crema de menta y por último la crema de Whisky. La cantidad a agregar cada bebida será de (0,66 onz) 20ml. (DRINKS MIXER, 2016)

MEISTER ON MARS - JÄGERMEISTER MARCIANO

Ingredientes:

Jagermeister
Granadina
Curacao Azul
Jugo de Naranja



Figura 13. Shot Meister on Mars

Preparación:

El shot Meister on Mars que se muestra en la Figura 13, en primer lugar se agrega jugo de naranja $\frac{3}{4}$ onz (30ml) seguido por el Jagermeister que se

agrega $\frac{1}{4}$ onz (10ml), seguido a esto se agrega Curacao Azul igualmente $\frac{1}{4}$ onz (10ml) y por último la misma cantidad $\frac{1}{4}$ onz (10 ml) de granadina, se espera un tiempo para que las capas de bebidas se definan. (SMALL SCREEN, 2016)

SHOT STRAWBERRY BLOWJOB

Ingredientes:

Licor de Café
Granadina
Crema de Whisky



Figura 14. Shot Strawberry Blowjob

Preparación:

Para preparar el shot Strawberry Blowjob mostrado en la Figura 14, primeramente se agrega (20 ml) de Granadina, luego se agrega licor de café (20 ml) para la siguiente capa y por último (20 ml) de crema de Whisky con lo que de resultado se ofrece un shot dividido en tres capas bien definidas. (Para decoración se lo puede agregar crema en el tope del shot). (barmaninred, 2015)

SHOT BABY GUINNESS

Ingredientes:

Licor de café
Crema de Whisky



Figura 15. Shot Baby Guinness

Preparación:

El shot Baby Guinness (Figura 15) se empieza colocando (40 ml) de Licor de café, y se procede luego a agregar (20 ml) de crema de Whisky con un pequeño giro del vaso para que no se mezclen y se pueda diferenciar las dos bebidas. (The Wathering Mouth, 2014)

3.5.2 DISEÑO MECÁNICO

Previo al diseño de la máquina dispensadora de cócteles automatizada (Figura 16), se realiza un estudio del sistema estructural, soportes, ejes y transmisión de potencia.

Para el diseño mecánico se parte por determinar los parámetros requeridos como son:

- Material de fabricación de la máquina
- Cantidad de botellas que va a soportar
- Tipo y tamaño de vaso a transportar
- Velocidad de movimiento
- Longitud de ejes

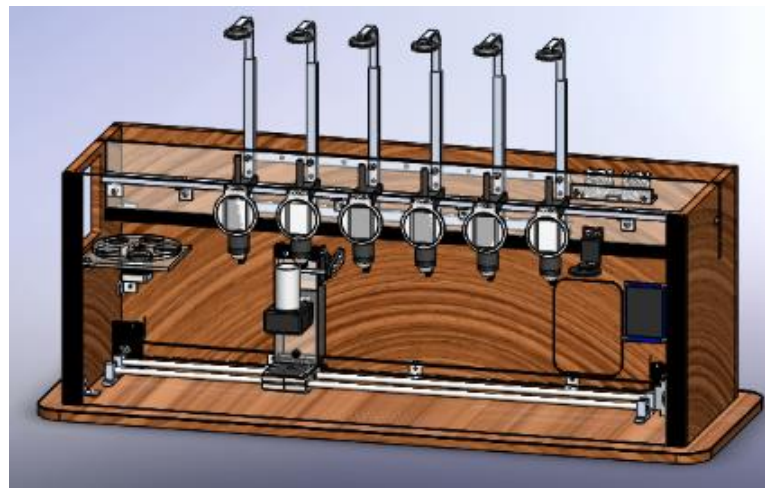


Figura 16. Diseño de la máquina dispensadora de cócteles automatizada

Para el sistema de la máquina dispensadora de cócteles automatizada es necesario diseñar: sistema estructural para transporte del vaso, dispensador de vasos, sistema estructural de soporte de botellas, sistema de actuadores que controlarán el sistema en general.

3.5.2.1 Selección Del Sistema De Guiado

A continuación se indica el diseño del sistema de guía que se ha seleccionado (Figura 17).

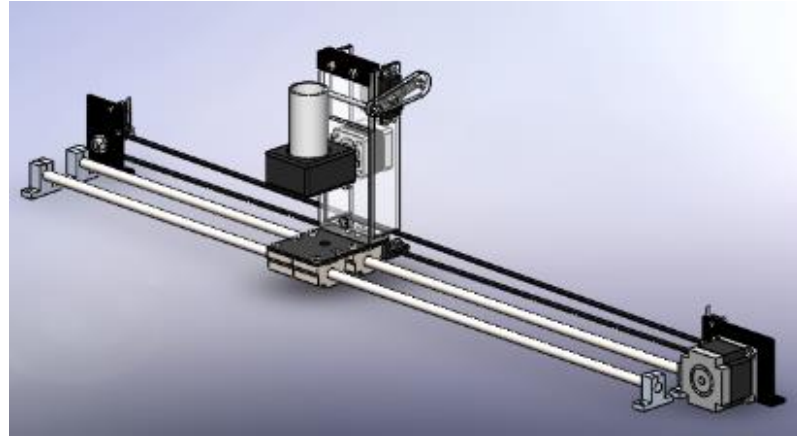


Figura 17. Diseño del sistema de guiado por eje

3.5.2.2. Diseño Y Análisis Del Sistema De Guiado Para Transporte Del Vaso

Los ejes están diseñados para soportar el peso que va a soportar la plataforma que trasladará al vaso a las diferentes posiciones, en donde se encuentra la estructura que forma el soporte para la plataforma del vaso junto con el motor que girará al vaso al igual que un servomotor que accionará cada dispensador.

Para lo cual es importante tomar el peso de cada elemento que va a ser soportado por el eje, en donde el peso de cada elemento se lo muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos de peso para diseño de ejes

Cantidad	Componente	Masa c/u (N)	Peso total (N)
4	Rodamientos lineales	0,882	3,53
1	Plancha plataforma vertical	1,72	1,72
1	Plancha plataforma Horizontal	0,436	0,436
1	Placas acrílico ajuste Cadena portacables	0,381	0,381

Tabla 2. Datos de peso para diseño de ejes (Continuación)			
1	Motor Paso a paso	3,53	3,53
1	Acople servo brazo palanca	0,098	0,098
1	Brazo palanca activador	0,294	0,294
1	Soporte vaso	0,36	0,36
1	Acople motor paso a paso	0,52	0,52
1	Servomotor	0,59	0,59
1	Vaso Cristal	0,225	1,00
1	Líquido en Vaso	0,132	0,59
24	Tornillos	0,027	0,648
1	Fuerza dispensador	37,66	36,28
Peso Total			49.98 [N]

3.5.2.3 Cálculo Del Diámetro Del Eje Que Soporta El Peso De La Plataforma

En la Figura 18, se muestra el esquema del eje guía para transporte de la plataforma del vaso:

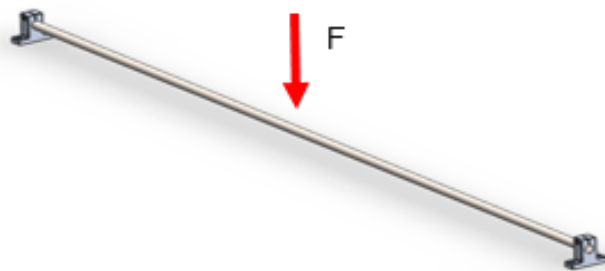


Figura 18. Esquema del eje guía para plataforma de vaso

El peso aproximado que soportará el eje es de 49,98 N (Tabla 2). Por lo tanto cada eje soportará 24,99 N. De acuerdo al diseño de la máquina se selecciona ejes de longitud de $L=840$ mm.

A continuación se realiza el diagrama de fuerzas (Figura 19) en el eje AB y los cálculos para determinar el diámetro del eje de acero necesario para soportar la fuerza flexionante de 24,99 N.

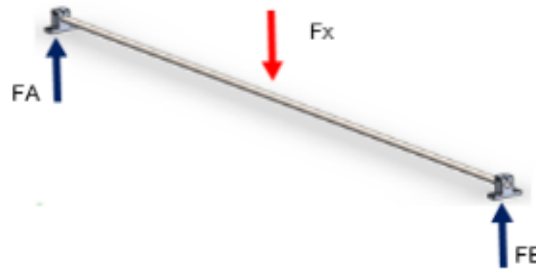


Figura 19. Diagrama de fuerzas del eje soporte plataforma del vaso

Con el diagrama de cuerpo libre de la Figura 19 se procede a realizar el cálculo de sumatoria de fuerzas y cálculo de momentos.

En la figura anterior se procede a realizar la sumatoria de fuerzas en Y que es igual a 0:

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ F_A - F_X + F_B &= 0 \\ F_A + F_B &= 24,99 \text{ N} \end{aligned}$$

Y sumatoria de momentos en el punto A es igual a cero (Sentido anti - horario positivo):

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ (-420 \text{ mm}) * (F_X) + (840 \text{ mm}) * (F_B) &= 0 \\ (-420 \text{ mm}) * (24,99 \text{ N}) + (840 \text{ mm}) * (F_B) &= 0 \\ F_B &= 12,5 \text{ N} \\ F_A &= 24,99 - F_B \\ F_A &= 24,99 - 12,5 \\ F_A &= 12,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Posteriormente se procede a calcular el momento flector máximo que ocurre en el punto medio de la viga circular que viene dada por la (Ecuación 1) (Mott. R, 2006, A-24)

Ecuación 1. Cálculo del momento flector máximo para viga empotrada simple.

$$M_x = \frac{P * L}{8}$$

Donde:

Mx: Momento máximo en el punto medio

P: Fuerza Aplicada

L: Longitud del eje

$$M_x = \frac{24,99 \text{ N} \cdot 840 \text{ mm}}{8}$$
$$M_x = 2623,95 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Con las reacciones obtenidas y el momento máximo que se produce se procede a realizar el diagrama de corte y momentos:

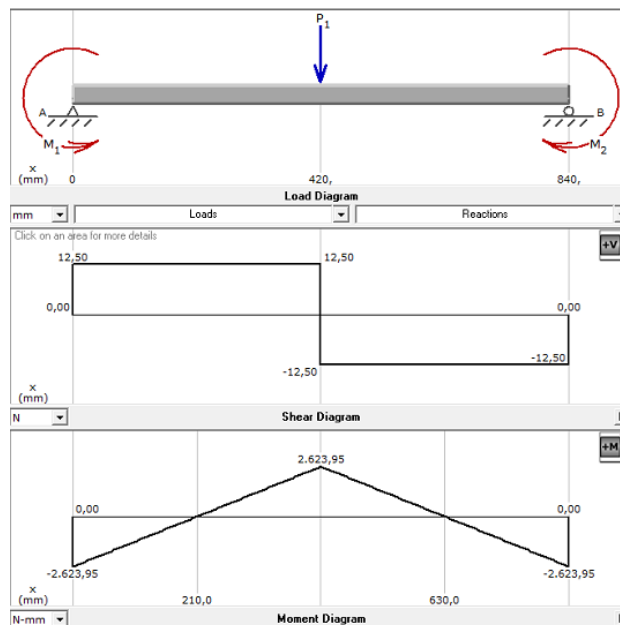


Figura 20. Diagrama de fuerza cortante y momento flector del eje.

En la Figura 20 se obtiene que el momento máximo es de **2623,95 N.mm**.

Posteriormente se procede a indicar el material a utilizarse y calcular el esfuerzo de diseño σ_d o también llamado esfuerzo permisible para más adelante calcular la sección transversal de la barra (S), donde se calcula por medio de la (Ecuación 2) (Mott. R, 2006, pág. 189).

Ecuación 2. Cálculo del esfuerzo de diseño permisible

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

Donde:

σ_d : esfuerzo de diseño

S_y : resistencia a la fluencia del material

N: Factor de seguridad

Para el diseño de la viga circular se asume un factor de seguridad de $N = 2.5$, debido a que trabajará bajo cargas dinámicas y se tiene una confianza en los datos de diseño. (Mott, 2006)

La resistencia a la fluencia del acero K-510 de aceros Bohler es $S_y = 510 \text{ MPa}$ (N/mm^2), este hacer equivale a DIN 115CrV3, N. Mat 1.2210, AISI L2 o Thyrodur 2210. (Efunda, 2016)

Por lo que se procede a reemplazar dichos valores en la ecuación:

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N} = \frac{510 \text{ MPa}}{2.5} = 204 \text{ MPa}$$

Posteriormente utilizando la (Ecuación 2), se calcula el módulo de la sección requerida (S), reemplazando el momento obtenido $M = 2623.95 \text{ N}\cdot\text{mm}$ y el esfuerzo de diseño, con la (Ecuación 3) (Mott. R, 2006, pág.106)

Ecuación 3. Cálculo de módulo de sección requerida

$$S = \frac{M}{\sigma_d}$$
$$S = \frac{2623.95 \text{ N}\cdot\text{mm}}{204 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 12.86 \text{ mm}^3$$

Suponiendo una forma circular, se tiene que la ecuación del módulo para un perfil circular es (Ecuación 4) (Mott. R, 2006, A-1)

Ecuación 4. Cálculo de módulo de sección transversal para perfil circular

$$S = \frac{\pi \cdot D^3}{32}$$

Mediante la anterior ecuación se despeja D, y se obtiene el diámetro del eje.

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot S}{\pi}}$$

Reemplazando los valores se tiene que:

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 * 12.86 \text{ mm}^3}{\pi}}$$
$$D = 5.08 \text{ mm}$$

Pero para seleccionar el espesor óptimo hay que tener en cuenta la deformación que se producirá garantizando una deformación mínima para el correcto funcionamiento de dicha pieza, por lo que se escoge una viga circular con diámetro de $D = 10 \text{ mm}$.

Para conocer la deformación máxima que tendrá el eje cuando soporte considerando como una viga con apoyos empotrados con carga central, se calcula con la (Ecuación 5) (Mott. R, 2006, A-24).

Ecuación 5. Deflexión máxima de una viga con apoyos empotrados

$$y_{\max} = \frac{-P * L^3}{192 * E * I}$$

Donde:

y_{\max} : Deflexión máxima del eje

P: Fuerza ejercida en cada eje $P = 24,99 \text{ N}$

L: Longitud del eje $L = 840 \text{ mm}$

E: Modulo de elasticidad del acero = 210 GPa

I: Momento de inercia de la sección circular del eje

Se calcula la Inercia (I) de la superficie de la viga para sección circular por medio de la (Ecuación 6) (Mott. R, 2006, A-1)

Ecuación 6. Cálculo de Inercia para una superficie circular

$$I = \frac{\pi * D^4}{64}$$

Y se procede a reemplazar el valor de D en la ecuación anterior:

$$I = \frac{\pi * (10 \text{ mm})^4}{64} = 490.87 \text{ mm}^4$$

$$y_{\max} = \frac{-24,99 \text{ N} \cdot (840 \text{ mm})^3}{192 \cdot 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 490.87 \text{ mm}^4} = -0,75 \text{ mm}$$

Calculado la deformación máxima que se producirá se concluye que es aceptable dichas dimensiones en la viga a causa de que la misma es mínima y trabajará adecuadamente.

Dicho cálculo se comprobó por medio del método de elementos finitos que se lo puede ver en la Figura 21.

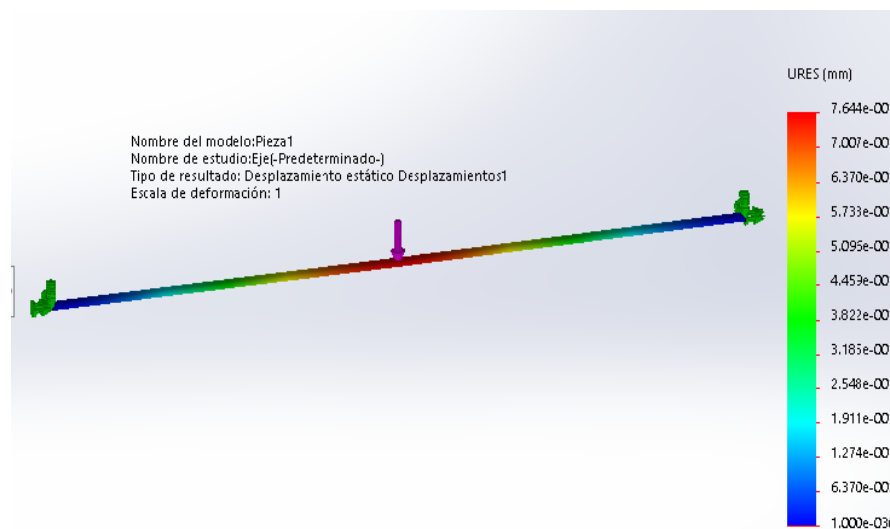


Figura 21. Deformación viga soporte plataforma de vaso

Para el cálculo del desplazamiento o deformación se ubicó la carga de 24,99 [N] en medio de la viga circular como se puede observar en la Figura 21, donde también se muestra el que el desplazamiento que se producirá es de 0,76 [mm], por lo que es similar con los cálculos anteriormente realizados y se puede decir que las dimensiones con respecto a la deformación que se produce son apropiadas para la carga que esta soportada.

3.5.2.4 Selección De Rodamientos Para El Eje

Los rodamientos a utilizar serán apropiados para cumplir con la función de deslizar la plataforma.

De acuerdo al diámetro que se seleccionó del eje se procede a seleccionar las dimensiones del rodamiento que será lineal, que tiene las dimensiones que se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3. Dimensiones rodamiento lineal de bolas

RODAMIENTO LINEAL DE BOLAS		
Diámetro interior	Longitud	Ancho
10 (mm)	35 (mm)	40 (mm)

Los rodamientos lineales que se escogieron fueron los SC10UU (Figura 22) debido a que se ajustan perfectamente al diámetro del eje logrando una mínima fricción con el mismo, alta precisión, velocidades altas.



Figura 22. Rodamiento lineal SC10UU
(Createc3D, 2016)

3.5.2.5 Diseño Del Sistema De Movimiento De La Plataforma Que Transporta Al Vaso

El movimiento de la plataforma que transporta el vaso se lo realiza por medio de un sistema de transmisión banda – polea, el cual cuando se encuentre en movimiento la plataforma del vaso se deslizará por las varillas de acero que servirán como guía las cuales se analizaron anteriormente.

Para el análisis y cálculo de la fuerza que se requiere para mover la plataforma que transporta el vaso se tendrá en cuenta el diagrama de cuerpo libre, el cual muestra las fuerzas que actúan en el sistema, el diagrama de cuerpo libre se observa en la Figura 23.

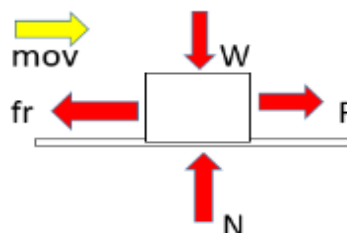


Figura 23. Diagrama de cuerpo libre en el eje

Para el cálculo de la fuerza requerida se procede a utilizar la (Ecuación 7) (Koshkin & ShirKévich, 1975)

Ecuación 7. Cálculo de la fuerza por el deslizamiento de una carga

$$F=N*\left(\frac{V^2}{2*d*g}+uk\right)$$

Donde:

F: Fuerza requerida para mover el objeto

N: Peso del objeto

V: Velocidad de desplazamiento del objeto

d: distancia entre poleas

g: gravedad

uk: coeficiente de rozamiento por deslizamiento

Donde, para conocer el coeficiente de rozamiento que se produce entre los rodamientos de acero que se deslizan por ejes de acero se empleará la Tabla 4, donde se conoce que $uk=0.18$ por la superficie de contacto antes mencionada.

Tabla 4. Coeficiente de rozamiento por deslizamiento

Superficies en contacto	Uk
Acero sobre acero	0,18
Acero sobre hielo (patines)	0,02 – 0,03
Acero sobre hierro	0,19
Hielo sobre hielo	0,028
Patines de madera sobre hielo y nieve	0,035
Goma (neumático) sobre terreno firme	0,4 – 0,6
Correa de cuero sobre metal	0,56
Bronce sobre bronce	0,2
Bronce sobre acero	0,18
Roble sobre roble en la dirección de la fibra	0,48

(Koshkin & ShirKévich, 1975)

Para transportar la plataforma por los ejes de acero, tenemos que tener en cuenta lo siguiente: se conoce que la fuerza normal $N=13,7$ N, la distancia entre poleas es $d=0,84$ m y la velocidad $V=0,24$ $\frac{m}{s}$; Por lo que se concluye que la fuerza que se requiere para mover el mecanismo es:

$$F = N \left(\frac{V^2}{2 \cdot d \cdot g} + \mu_k \right)$$

$$F = 13,7 \text{ N} \left(\frac{\left(0,24 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2}{2 \cdot 0,84 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 0,18 \right)$$

$$F = 2,51 \text{ N}$$

3.5.2.6 Torque Y Potencia De Motor Para Sistema de transmisión banda – polea

Para calcular el torque y la potencia del motor que requiere la plataforma para el transporte a diferentes posiciones del vaso, se realiza el análisis del siguiente diagrama del sistema de transmisión banda-polea que se muestra en la Figura 24.

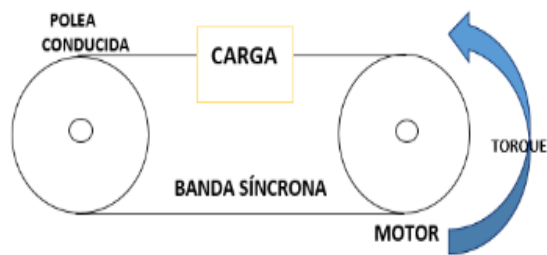


Figura 24. Diagrama sistema de movimiento banda – polea

Para conocer el torque del motor que es basado en el diagrama de cuerpo libre de la Figura 25, en donde se muestra la fuerza que es ejercida en la polea.

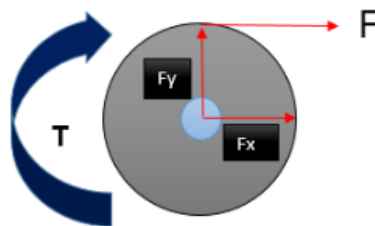


Figura 25. Diagrama de cuerpo libre motor – polea

Para conocer el torque del motor se debe considerar lo siguiente:

- No va existir deslizamiento debido a que la banda es dentada
- El peso de la banda es despreciable.

Teniendo en cuenta el diagrama de la Figura 25, el torque requerido será dado por la (Ecuación 8).

Ecuación 8. Cálculo de torque para el motor de la banda.

$$T = F \cdot r$$

Donde:

T: Torque que requiere el motor

F: Fuerza de la carga a mover

r: radio de la polea

Conociendo que el diámetro de la polea es $D=12,2\text{mm}$, se procede a calcular el radio con la ecuación mostrada a continuación:

Ecuación 9. Cálculo del radio de la polea

$$r = \frac{D}{2}$$
$$r = 12,2\text{mm}/2 = 6,1\text{mm}$$

Y se procede a calcular el torque requerido con los datos calculados:

$$T = F \cdot r$$
$$T = 2,51 \text{ N} \cdot 0,0061\text{m}$$
$$T = 0,015 \text{ N.m}$$

Igualmente se calcula la potencia que se requiere esta será dada por la siguiente ecuación:

Ecuación 10. Cálculo de la potencia requiere el motor

$$P = T \cdot \omega$$

Donde:

P: Potencia que requiere el motor

ω : Velocidad angular

Donde, para el cálculo de la velocidad angular se utiliza la ecuación que se muestra a continuación:

Ecuación 11. Cálculo de la velocidad angular

$$w = \frac{v}{r}$$

Donde:

r: Radio de la polea = 0.0061m

v: velocidad lineal = $0.24 \frac{m}{s}$

Teniendo en cuenta la (Ecuación 11), se tiene que la velocidad angular es equivalente a:

$$w = \frac{v}{r} = \frac{0.24 \frac{m}{s}}{0.0061 \text{ m}} = 39,34 \text{ rad/s}$$

Y por medio de la (Ecuación 10) se tiene que la potencia es igual a:

$$P = T \cdot w = 0,015 \text{ N.m} \cdot 39,34 \text{ rad/s}$$
$$P = 0,6 \text{ W}$$

3.5.2.7 Selección Del Motor Para Sistema De Transmisión Banda – Polea

Con los datos obtenidos de torque y potencia anteriormente calculados, se ha optado por elegir el motor NEMA23 23KM-K250V. Las características del motor que se ha elegido se encuentran en la Tabla 5.

Tabla 5. Características Motor paso a paso NEMA23 23KM-K250V

Características Motor paso a paso 23KM-K250V	
Ángulo de paso	1.8 GRADOS
Voltaje Nominal	3.3 V
Corriente Nominal	1.5 A
Resistencia por bobina	2.20 Ω
Torque	0.36 N.m
Peso	470 g

(NMB Corporation, 2014)

La potencia que proporcionará el motor escogido vendrá dada por la siguiente ecuación:

Ecuación 12. Cálculo de la potencia del motor

$$P_{\text{motor}} = V * I$$

Donde:

V: Voltaje aplicado al motor

I: Corriente nominal del motor

$$P_{\text{motor}} = 12V * 1.5A$$

$$P_{\text{motor}} = 18 \text{ W}$$

Por lo que se procede a comparar el torque que requiere el motor con el torque que puede entregar el motor escogido a dicha velocidad para verificar si cumple con condiciones de torque y potencia, teniendo en cuenta que el torque requerido es de 0,015 N.m:

$$T_{\text{requerido}} \leq T_{\text{motor}}$$

$$0,015 \text{ N.m} \leq 0,22 \text{ N.m}$$

Y igualmente por medio de la siguiente condición se deduce que el motor escogido es el correcto, debido a que:

$$P_{\text{requerida}} \leq P_{\text{motor}}$$

$$0,6 \text{ W} \leq 18 \text{ W}$$

Por lo que se concluye que el motor escogido NEMA23 (Figura 26) es el correcto a causa de que cumple con las condiciones de torque y potencia necesaria para su funcionamiento.



Figura 26. Motor paso a paso Nema 23 Minebea Matsushita Motor Corporation
(NMB Corporation, 2014)

3.5.2.8 Selección De Banda Dentada

La transmisión de movimiento de la plataforma es por medio del sistema de transmisión banda-polea, en la cual se seleccionó una banda sincrónica GT2 fabricada de núcleo de mallado de fibra de vidrio, capa de neopreno y exterior de poliuretano. Las dimensiones se muestran en la Figura 27.

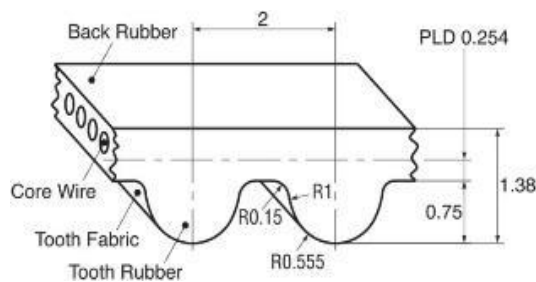


Figura 27. Dimensiones Banda GT2

Las ventajas de este tipo de correa son: innecesario control de tensado, no permite el deslizamiento, no necesita de lubricación, no se estira, transmisión de movimiento eficiente. En la Figura 28 se muestra la banda GT2.



Figura 28. Banda sincrónica GT2

3.5.2.9 Selección De Poleas

Las poleas dentadas que han sido seleccionadas son las poleas GT2 que se muestra en la Figura 29 debido a que favorecen al sistema que se realiza debido a su diseño para movimientos en dos direcciones; Y a su vez la característica más importante que por tener dientes redondos se adapta fácilmente a la banda sincrónica escogida al igual que tiene una gran precisión en el movimiento.

Las características de la polea GT2 que ha sido seleccionada se encuentra en la Tabla 6.

Tabla 6. Características de polea GT2

Características	Dimensiones
Paso métrico	2mm
Número de dientes	20
Ancho de dientes	6mm
Diámetro interior	5mm
Diámetro	12,2mm



Figura 29. Polea GT2 20 dientes 8mm
(Createc3D, 2016)

Al igual es necesario de un rodamiento el cual va a permitir que la banda síncrona gire por dicho elemento libremente, por lo que se ha seleccionado el rodamiento 608ZZ, mostrado en la Figura 30.



Figura 30. Rodamiento 608zz

3.5.2.10 Accionador Del Dispensador De Líquido

El funcionamiento para accionar el dispensador de líquido es simple cuando se presiona para arriba procede a dispensar el líquido dependiendo de la cantidad marcada. Caso contrario si no se acciona o no se presiona hacia arriba no procede a suministrar líquido como se muestra en la Figura 31.



Figura 31. Posición del dispensador inicial y final

Se procede a realizar los cálculos y mediciones debidas para conocer la fuerza requerida para accionar el dispensador por medio del actuador aplicando la fuerza como se muestra en la Figura 32.

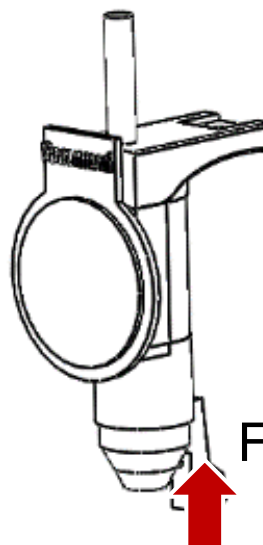


Figura 32. Dispensador en posición inicial diseñado en Solidworks

Se realizará varias mediciones para conocer la fuerza necesaria (F) que se deberá aplicar para accionar el dispensador.

Para la toma de mediciones se optará por el uso de una balanza digital, la cual servirá para conocer la fuerza que requiere para accionar el dispensador, donde para cada medición se colocará el dispensador en la balanza ejerciendo una fuerza en el lado superior del mismo hasta llegar a su posición final.

Se realizaron varias mediciones y los datos que se obtuvieron fueron los mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7. Mediciones y fuerzas para accionar el dispensador

Medida No.	Fuerza [Kgf]
1	3,41
2	3.49
3	3.61
4	3.47
5	3.43
6	3.56
7	3.55
8	3.51
9	3.57
10	3.45

Se obtiene un promedio entre todas las mediciones realizadas para conocer la fuerza con la cual aproximadamente acciona el dispensador (Figura 33).



Figura 33. Fuerza promedio para accionar dispensador
Fuerza Promedio = 3,51 Kgf

Seguidamente se procede analizar el recorrido del dispensador desde su posición inicial a su posición final (Figura 34), es decir la distancia (d) que recorre el mismo al ser accionado.

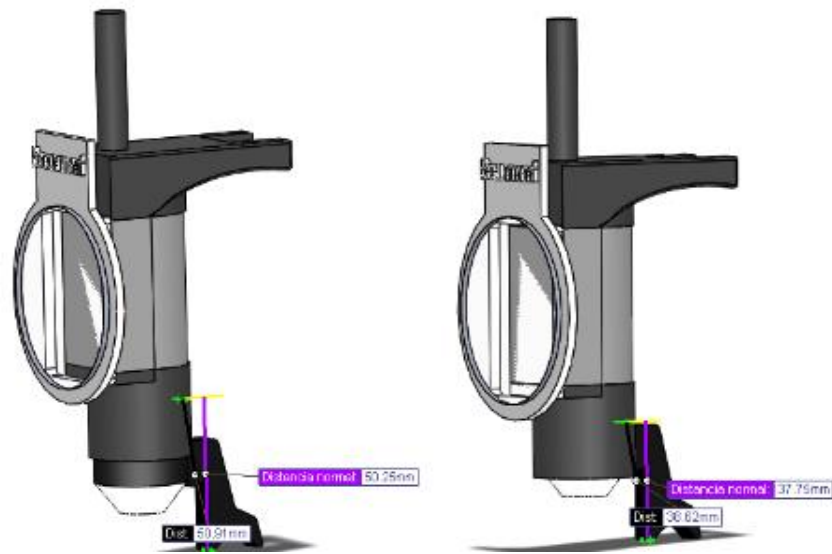


Figura 34. Posición inicial dispensador (Izq.), posición final dispensador (Der.)
 $d1=51.25\text{mm}$, $d2=37.75\text{mm}$ $d\text{recorrido}=d1-d2=12.5\text{mm}$

En la Figura 35, se observa que la distancia entre el servomotor y el dispensador es 44,5 [mm].

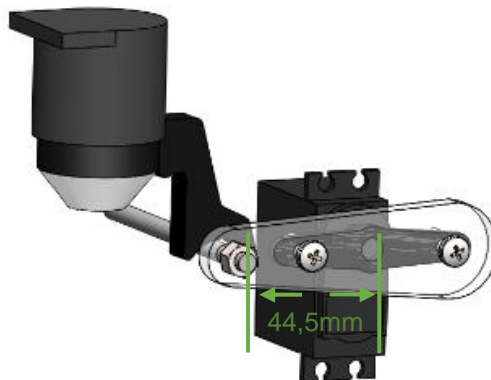


Figura 35. Vista lateral actuador para dispensador

Teniendo en cuenta los datos vistos anteriormente, se procede a calcular el torque que requiere el servomotor con la (Ecuación 13).

Ecuación 13. Cálculo del torque requerido para el servomotor

$$T=F*b$$

Donde:

T: Torque

F: Fuerza para accionar el dispensador

b: Brazo de palanca

Para conocer cuánto debe medir la distancia de brazo de palanca para activar el dispensador en el extremo se lo realiza por medio del teorema de Pitágoras que se lo observa en la Figura 36 y se lo calcula por medio de la (Ecuación. 14).

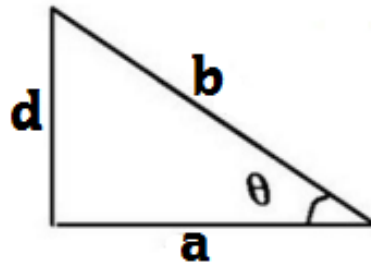


Figura 36. Teorema de Pitágoras del brazo de palanca servomotor

Ecuación 14. Cálculo del brazo de palanca para el accionador del dispensador

$$b = \sqrt{d^2 + a^2}$$

Donde:

a= Distancia del eje del servomotor al eje del dispensador (44,5 [mm])

d= Distancia recorrida del dispensador (12.5 [mm])

b= Brazo de palanca en el extremo del dispensador

$$b = \sqrt{12,5^2 + 44,5^2} = 46,2 \text{ mm}$$

Al igual que se obtiene la carrera angular (θ) que recorrerá el servomotor para activar el dispensador y se obtiene por medio de la (Ecuación 15).

Ecuación 15. Cálculo de la carrera angular que recorre el dispensador.

$$\tan \theta = \frac{d}{a}$$
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{12,5 \text{ mm}}{46,2 \text{ mm}} \right) = 15,13 \text{ [}^\circ\text{]}$$

Posteriormente calculado el brazo de palanca, se procede a calcular el torque del servomotor para accionar el dispensador (T) utilizando la (Ecuación 13) y se obtiene lo siguiente:

$$T = F \cdot b$$

$$T = 3,51[\text{kgf}] \cdot 4,62 [\text{cm}]$$

$$T = 16,21 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Al buscar servomotores que posean un torque de igual o mayor, se ha considerado precio, torque y voltaje nominal. Por lo que se eligió el servomotor Power HD LF-20MG.

Las características del servomotor elegido se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Datos técnicos servomotor Power HD LF-20MG

Power HD LF-20MG Servo Digital	
DATOS TÉCNICOS	
Dimensiones	40.7 x 20.5 x 39.5mm
Velocidad de operación (4.8 V)	0.18 seg
Velocidad de operación (6V)	0.16 seg
Torque (4.8 V)	(16.5 kg-cm)
Torque (6.0 V)	(20.0 Kg-cm)
Voltaje de operación	4.8 ~ 6.6 DC V
Peso	60 g
Rango de temperatura	-20 a +60 grados C

(Power HD, 2016)

3.5.2.11 Viga De Soporte De Botellas

Se procede a analizar la viga que soportará el peso de las botellas y de los dispensadores de cada una, con lo que primero se calculará el peso que soportará aproximadamente, por lo que es necesario conocer el peso de cada botella que va a ser colocada (Tabla 9).

Tabla 9. Datos de peso de botellas

Peso (g)	Bebida
1800	Granadina
1300	Crema de Menta
1250	Tequila
1300	Licor de café
1750	Jagermeister
1350	Crema de Whisky

Con respecto a la (Tabla 9) , se conoce que el peso del dispensador de cada botella es de 100 g, y que el peso aproximado promedio de cada botella es de 1460 g se deduce que cada botella con su respectivo dispensador soportará un peso de 1560 g (15,3 N).

Posteriormente se procede a analizar a la viga como viga empotrada - empotrada para calcular los momentos y fuerzas de reacción que se producen para el cálculo de dimensiones que tendrá la viga que soportará el peso de las botellas, con lo que se utilizará para el cálculo del momento flector máximo la (Ecuación 16) (Mott. R,2006, A-24).

Ecuación 16. Cálculo de Momento flector máximo para viga empotrada bajo diferentes cargas

$$MA = \frac{-P \cdot a \cdot b^2}{L^2}$$

Donde, MA se calculará de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} MA &= MAC + MAD + MAE + MAF + MAG + MAH \\ MA &= 2044,65 + 2198,16 + 2041,73 + 1672,94 + 1189,34 + 688,51 \\ MA &= 9835,33 \text{ [N.mm]} \end{aligned}$$

Al igual que se calculará por medio de la (Ecuación 16) para el momento que se produce en el punto B en la viga con las diferentes cargas:

$$MB = \frac{-P \cdot a^2 \cdot b}{L^2}$$

Donde, MB se calculará en las diferentes fuerzas que se ejerce en la viga:

$$\begin{aligned} MB &= MBC + MBD + MBE + MBF + MBG + MBH \\ MB &= 631,88 + 1128,23 + 1619,05 + 2006,77 + 2193,83 + 2082,67 \\ MB &= 9662,43 \text{ [N.mm]} \end{aligned}$$

Con la ayuda del software MdSolid se procede a colocar las fuerzas que se aplican en la viga al igual que los momentos calculados en los extremos, el mismo apoyará para conocer cuál es el momento máximo que se produce en toda la viga.

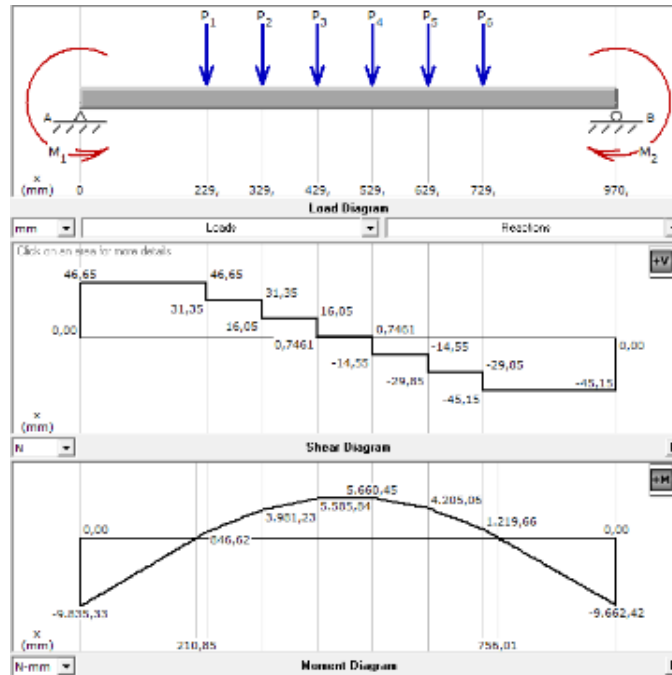


Figura 37. Fuerza cortante y momento flector del soporte de botellas

Analizando la Figura 37, se conoce que el momento máximo que se da en la viga es $M_{\max} = 9835,33 \text{ N}\cdot\text{mm}$, con lo que se procede a calcular el esfuerzo máximo que sufrirá la viga con la (Ecuación 2).

$$\sigma_{\max} = \frac{sy}{N}$$

Donde:

S_y = Resistencia a la fluencia del material AISI 304

N = Factor de seguridad para el diseño $N=2,5$

De acuerdo a los datos del Acero AISI 304, el valor de la resistencia a la fluencia es: $s_y = 205 \text{ MPa}$. (ACEROS OTERO, 2016)

Entonces:

$$\sigma_{\max} = \frac{205 \text{ Mpa}}{2,5}$$

$$\sigma_{\max} = 82 \text{ Mpa}$$

Posteriormente se usará la (Ecuación 3), para calcular el módulo de sección S necesario:

$$S = \frac{M}{\sigma_{\text{máx}}}$$

$$S = \frac{9835,33 \text{ N.mm}}{82 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 119,94 \text{ mm}^3$$

Se calcula la sección que deberá tener la viga para el soporte de botellas, donde se escogió un módulo de sección rectangular, en donde se utilizará la (Ecuación 17) (Mott.R, 2006, A-1).

Ecuación 17. Cálculo de módulo de sección para un área rectangular

$$S = \frac{B \cdot H^2}{6}$$

Donde:

B: ancho de la sección rectangular

H: altura de la sección rectangular

$$B \cdot H^2 = 119,94 \cdot 6$$

$$B \cdot H^2 = 719,64 \text{ mm}^3$$

El valor que se ha calculado es la sección mínima que deberá tener la viga rectangular, en donde se procede a analizar las dimensiones de platinas estándar que se encuentran en el mercado. Tomando en cuenta que se escogerá una platina de ancho de $B=25,4\text{mm}$, por lo que se procede a despejar la altura de la ecuación anterior:

$$H^2 = \frac{719,64}{25,4} = 28,33\text{mm}$$

$$H \approx 5,32\text{mm}$$

Se escoge una platina aproximada dependiendo de las medidas que se encuentran en el mercado entre las medidas estándar.

Para escoger dicha platina se procede a realizar un análisis de deflexión por medio de un software CAD que permitirá conocer la deformación que se produce en la misma, por lo que se escogerá una platina que se deforme lo mínimo posible teniendo en cuenta las dimensiones anteriormente calculadas.

Por medio de elementos finitos utilizando un software CAD se procede analizar la deformación que se producirá por la carga o peso de las botellas, en donde se distribuye la fuerza, sentido y magnitud de la misma en la viga de acero AISI 304 (Figura 38), donde primeramente se analizará una viga de $\frac{1}{4}$ " x 1".

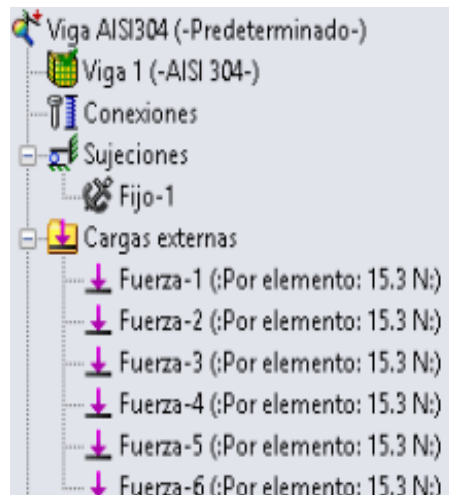


Figura 38. Material, fuerzas y soportes en viga de AISI 304

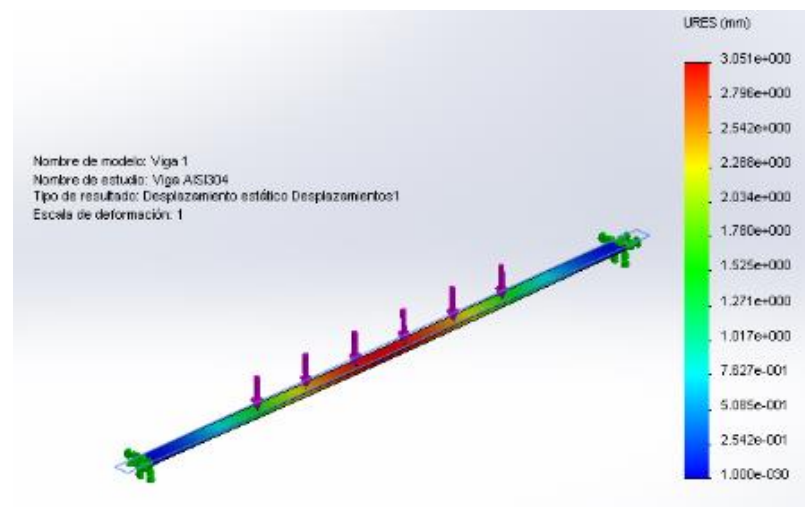


Figura 39. Análisis de deformación de viga de 3,05 [mm] con platina $\frac{1}{4}$ " x 1"

Al realizar el análisis de deformación de la platina $\frac{1}{4}$ " x 1", se observa en la Figura 39 que dicha platina produce una deformación alta y debido a que la máquina necesita precisión esto puede causar que no sea precisa por lo que se procede a analizar la platina de dimensiones inmediatas que es la platina AISI 304 de $\frac{3}{8}$ " X 1".

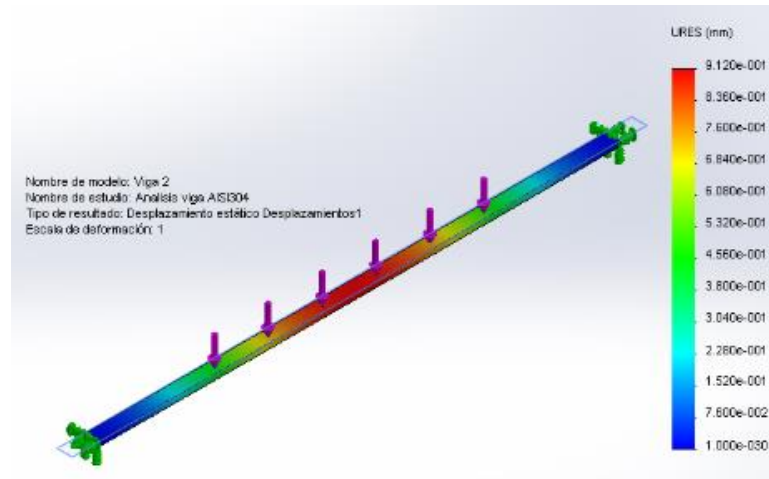


Figura 40. Análisis de deformación de viga de 0,91 [mm] con platina 3/8" x 1"

Realizado el análisis de la viga de 3/8" x 1" se concluye que la deformación en la viga es mínima como se puede observar en la Figura 40 y que el material utilizado y sus dimensiones son los apropiados para funcionar como soporte de las botellas.

Por lo que se escoge una platina de 3/8" X 1" o su equivalente 9,5mm X 25,4mm debido a que es el aproximado que se encuentra en el mercado actual.

3.5.2.12 Diseño Sistema Dispensador De Vasos

PLACA SOPORTE DE VASOS

Se procede analizar la placa que soportará el peso de los vasos que se encontrarán sostenidos en su parte superior al igual que el motor que los hará girar para poder ser colocados en la plataforma móvil.

Tabla 10. Datos de peso placa soporte dispensador de vasos

Detalle	Peso(N)
Vaso cristal	1,00
Motor paso a paso	1,84
Placa giratoria	0,57

Conociendo los pesos de los vasos, motor paso a paso que girara el dispensador, al igual que la placa giratoria que se muestra en la Tabla 10, se procede a realizar el diagrama de cortes y momentos para conocer donde es lo que se produce el momento máximo.

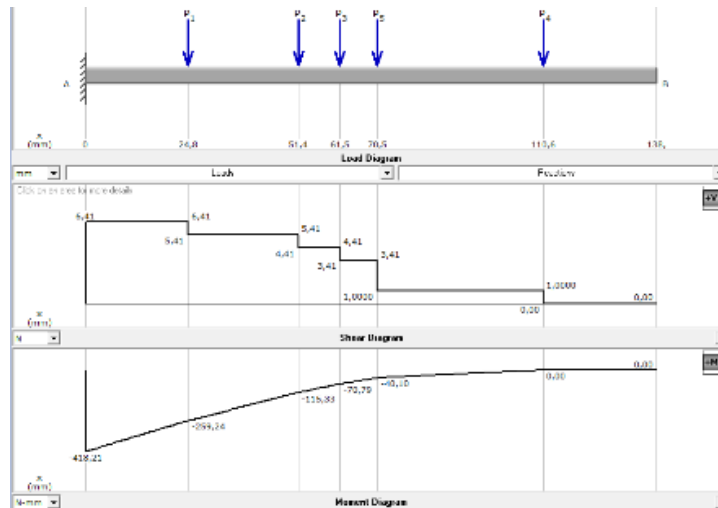


Figura 41. Fuerza cortante y momento flector del soporte de vasos

De acuerdo a la Figura 41, se conoce que el momento máximo que se da en el extremo de la placa es $M_{\max}=418,21 \text{ N}\cdot\text{mm}$; Se procede a calcular el esfuerzo máximo que sufrirá la viga por medio de la (Ecuación 2).

$$\sigma_{\max} = \frac{s_y}{N}$$

Donde:

s_y = Resistencia a la fluencia del acrílico

N = Factor de seguridad para el diseño $N=2,5$

Donde de acuerdo a los datos del polimetilmetacrilato (PMMA) o acrílico, el valor de la resistencia a la fluencia es: $s_y=53,8 \text{ MPa}$, que se lo identificó en las propiedades del mismo material (Tabla 11).

Tabla 11. Propiedades del PMMA

Propiedades generales	
Densidad (g/cm ³)	1,17 – 1,2
Precio (€/Kg)	1,91 – 2,1
Propiedades mecánicas	
Resistencia a tracción (MPa)	48,3 – 72,4
Módulo de Young (GPa)	2,24 – 2,34
Límite elástico (MPa)	53,8 – 72,4
Alargamiento a la rotura (%)	2 – 5,5
Propiedades eléctricas	
Resistividad eléctrica (Ω.m)	$3,3 \times 10^{15} - 3 \times 10^{16}$

(Luckwu, 2016)

Entonces:

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{53,8 \text{ Mpa}}{2,5}$$
$$\sigma_{\text{máx}} = 21,52 \text{ Mpa}$$

Se usará la (Ecuación 3) del módulo de la sección S, para calcular el módulo de sección mínimo necesario:

$$S = \frac{M}{\sigma_{\text{máx}}}$$
$$S = \frac{418,21 \text{ N.mm}}{21,52 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 19,43 \text{ mm}^3$$

En donde por medio de la (Ecuación 17), se calcula la sección que debería tener la placa para el soporte de los vasos, donde se escogió un módulo de sección rectangular, en donde se usará

$$S = \frac{B \cdot H^2}{6}$$

Donde:

B: dimensión de la base de la placa

H: espesor de la placa

Se conoce que la dimensión de la base de la placa es: B=135mm, por lo que se procede a calcular la dimensión del espesor mínimo. Se procede a despejar el espesor de la placa (H):

$$H^2 = \frac{6 \cdot S}{B} = \frac{6 \cdot 19,43}{135} = 0,86 \text{ mm}^2$$
$$H = 0,93 \text{ mm}$$

Dependiendo de las dimensiones y espesores que se va a utilizar en la máquina dispensadora se escoge una placa de 135mm*6mm a causa de que se pretende lograr una deformación en la misma que sea mínima, y se procede a calcular la deformación que se produce en esta placa con estas dimensiones.

Para conocer la deformación en la placa se calculará cada una de las posiciones analizándola como viga empotrada - voladizo con el uso de la (Ecuación 18) (Mott.R, 2006, A-21).

Ecuación 18. Cálculo deformación máxima para vigas en voladizo

$$y_{\text{máx}} = \frac{-P \cdot x^2}{6 \cdot E \cdot I} \cdot (3L - x)$$

Donde:

P: Fuerza que es aplicada

x: Distancia entre el soporte y la fuerza que es aplicada

E: Módulo de elasticidad del acrílico E = 2240MPa

I: Inercia de la placa

L: longitud de la placa L=138mm

Se procede primeramente a calcular la inercia para una sección rectangular que tiene la placa con la (Ecuación 19) (Mott.R, 2006, A-1).

Ecuación 19. Cálculo de inercia en una sección rectangular

$$I = \frac{B \cdot H^3}{12}$$

$$I = \frac{135 \cdot (6^3)}{12} = 2430 \text{mm}^3$$

Por lo que se calcula la deformación en cada posición:

$$y_{\text{máx}1} = \frac{-1 \cdot 24,81^2}{6 \cdot 2240 \cdot 2430} \cdot (3 \cdot 138 - 24,81) = -0,0073 \text{mm}$$

$$y_{\text{máx}2} = \frac{-1 \cdot 51,43^2}{6 \cdot 2240 \cdot 2430} \cdot (3 \cdot 138 - 51,43) = -0,0294 \text{mm}$$

$$y_{\text{máx}3} = \frac{-1 \cdot 61,5^2}{6 \cdot 2240 \cdot 2430} \cdot (3 \cdot 138 - 61,5) = -0,0408 \text{mm}$$

$$y_{\text{máx}4} = \frac{-2,41 \cdot 70,5^2}{6 \cdot 2240 \cdot 2430} \cdot (3 \cdot 138 - 70,5) = -0,0523 \text{mm}$$

$$y_{\text{máx}5} = \frac{-1 \cdot 110,61^2}{6 \cdot 2240 \cdot 2430} \cdot (3 \cdot 138 - 110,61) = -0,1137 \text{mm}$$

Consecutivamente al calcular la deformación que se produce por las diferentes cargas se procede a sumar cada una de ellas para tener una deformación total que se produce en la placa.

$$y_{\text{máx}} = y_{\text{máx}1} + y_{\text{máx}2} + y_{\text{máx}3} + y_{\text{máx}4} + y_{\text{máx}5} = -0,24\text{mm}$$

Con los cálculos que han sido realizados, se puede concluir que la deformación de la placa es mínima y es aceptable, por lo que se concluye que el material escogido al igual que las dimensiones son las apropiadas para ser el soporte de los vasos.

3.5.2.13 Torque Para Giro Del Dispensador De Vasos

Para el cálculo del torque del motor paso a paso que girará a la placa del dispensador de vasos, se empezará calculando la aceleración angular la cual más adelante la ocuparemos para el cálculo de torque, donde se utiliza la (Ecuación 20).

Ecuación 20. Cálculo de aceleración angular

$$\alpha = \frac{w_f - w_o}{t}$$

Donde:

w_f : velocidad angular de la placa giratoria $[\text{rad/s}]$

w_o : velocidad angular en reposo

t : tiempo que toma al motor a llegar a la velocidad de giro $[\text{s}]$

En donde se reemplazan en la ecuación vista anteriormente los valores de velocidad angular y tiempo.

$$\alpha = \frac{1,884 - 0}{0,0075}$$

$$\alpha = 251,33 \text{ [rad/s}^2\text{]}$$

Consecutivamente se procede a calcular el momento de inercia que produce la placa giratoria junto con los vasos, el cuál es otro dato que permitirá realizar el cálculo de torque necesario para el giro de la placa del dispensador de vasos.

3.5.2.14 Momento De Inercia De Placa Giratoria

Para el cálculo del momento de inercia de la placa giratoria se utilizará un software CAD por el motivo que la pieza presenta una geometría complicada por el conjunto que compone los vasos y la facilidad que permite este programa para calcular dicho requerimiento.

Por lo que para el cálculo del momento de inercia primeramente se procede a crear un sistema de coordenadas en el centro de la pieza como se puede ver en la Figura 42.

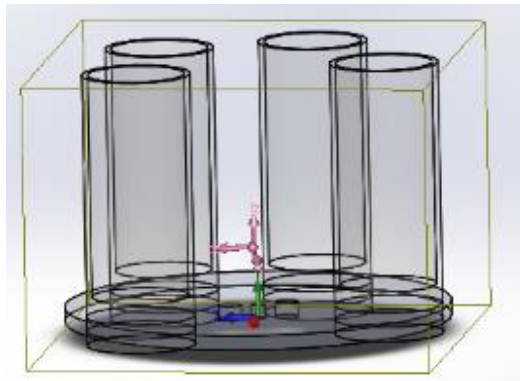


Figura 42. Generación del sistema de coordenadas en la placa giratoria

Posteriormente creado el sistema de coordenadas se procede a generar dicho cálculo por medio del software, donde el momento de inercia de la placa giratoria es:

$$I=759548,82 \text{ g.mm}^2 = 0,00076 \text{ Kg.m}^2$$

Por lo que se calcula el torque con la (Ecuación 21).

Ecuación 21. Cálculo de torque con el momento de inercia del cuerpo

$$T=I*\alpha$$
$$T=(0,00076 \text{ kg.m}^2)*(251,33 \text{ rad/s}^2) = 0,191[\text{N.m}]$$

Se concluye que para el movimiento giratorio de la placa se necesitará un torque de 0,191[N.m].

De acuerdo a los resultados anteriores se optó por usar un motor paso a paso KH42JM2-951 de JAPAN SERVO CO. (Figura 43) el cuál presenta las siguientes características:

M O D E L	KH42JM2				
	SINGLE SHAFT	-901	-902	-903	-951
	DOUBLE SHAFT	-911	-912	-913	-961
DRIVE METHOD	————	UNI-POLAR			BI-POLAR
NUMBER OF PHASES	————	2			2
STEP ANGLE	deg./step	1.8			1.8
VOLTAGE	V	3.42	4.4	9.25	4.59
CURRENT	A/PHASE	1.2	0.88	0.5	0.85
WINDING RESISTANCE	Ω/PHASE	2.85	5.5	18.5	5.4
INDUCTANCE	mH/PHASE	2.5	5.1	16.3	9.3
HOLDING TORQUE	mN · m	236	236	236	314
	oz · in	33	33	33	44
DETENT TORQUE	mN · m	14.7	14.7	14.7	14.7
	oz · in	2.1	2.1	2.1	2.1
ROTOR INERTIA	g · cm ²	56	56	56	56
	oz · in ²	0.3	0.3	0.3	0.3
WEIGHTS	g	260	260	260	260
	lb	0.57	0.57	0.57	0.57
INSULATION RESISTANCE	————	500VDC 100MΩmin.			
DIELECTRIC STRENGTH	————	500VAC 50HZ 1min.			
OPERATING TEMP. RANGE	°C	0 to 50			
ALLOWABLE TEMP. RISE	K	70			

Figura 43. Especificaciones motor paso a paso KH42JM2
(JAPAN SERVO, 2015)

Donde se procede a comparar el torque requerido con el torque que permite el motor escogido a dicha velocidad:

$$T_{\text{motor}} \geq T_{\text{requerido}}$$

$$0,23 \text{ [N*m]} \geq 0,191 \text{ [N.m]}$$

Con lo que se concluye que el motor soportará el torque que es requerido, por lo que ha sido escogido correctamente.

3.5.2.15 Soporte De Vaso

Para el diseño de soporte del vaso se optó por realizarlo en impresión 3D por ser de bajo costo y precisión en sus dimensiones, el cual se escogió que se imprima con PLA, el cual al mismo tiempo de sujetar el vaso va a servir de soporte para un sensor de fuerza el cuál va a ser colocado en el mismo.

3.5.2.16 Torque Para Giro De Soporte De Vaso

Para el cálculo del torque del motor paso a paso que hará girar el soporte de vaso para preparar shots edificados, como en casos anteriores teniendo como dato la velocidad angular, se procederá a calcular la aceleración angular con la que gira el soporte con la (Ecuación 20):

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_o}{t}$$

Donde:

wf: velocidad angular de la placa giratoria [rad/s]

w0: velocidad angular en reposo

t: tiempo que toma al motor a llegar a la velocidad de giro [s]

Entonces:

$$\alpha = \frac{1,2566-0}{0,0039}$$
$$\alpha = 314,16 \text{ [rad/s}^2\text{]}$$

Para el momento de inercia se usará un software CAD en donde por medio de la creación del sistema de coordenadas en la pieza generará el valor del momento de inercia como se lo muestra en la Figura 44:

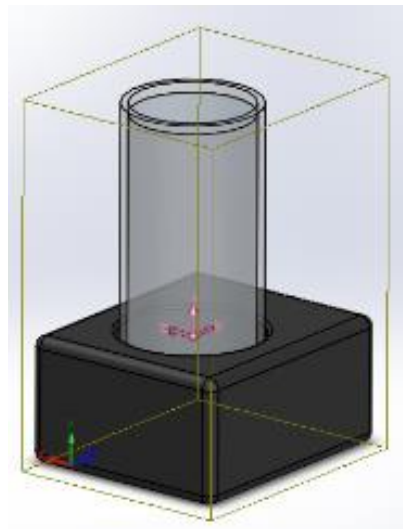


Figura 44. Sistema de coordenadas soporte de vaso

Donde, respecto al sistema de coordenadas el momento de inercia del soporte del vaso es:

$$I = 258112,13 \text{ g.mm}^2 \approx 0,258 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.m}^2$$

Por lo tanto:

$$T = (0,258 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.m}^2) \cdot (314,16 \text{ rad/s}^2)$$
$$T = 0,0810 \text{ [N.m]}$$

Por lo que se concluye que para el movimiento giratorio del soporte del vaso se necesitará un torque de **0,0810[N.m]**

Conocido el torque, se escogerá un motor paso a paso de la compañía Japan Servo Co. LTD tipo KH42KM2-901, el cual posee las especificaciones que se muestra en la Figura 45:

M O D E L	KH42KM2		
	SINGLE SHAFT	-901	-951
	DOUBLE SHAFT	-911	-961
DRIVE METHOD	-----	UNI-POLAR	BI-POLAR
NUMBER OF PHASES	-----	2	2
STEP ANGLE	deg./step	1.8	1.8
VOLTAGE	V	3.72	2.76
CURRENT	A/PHASE	1.2	1.2
WINDING RESISTANCE	Ω/PHASE	3.1	2.3
INDUCTANCE	mH/PHASE	3.1	4.0
HOLDING TORQUE	mN · m	340	403
	oz · in	48	57
DETENT TORQUE	mN · m	19.6	19.6
	oz · in	2.8	2.8
ROTOR INERTIA	g · cm ²	85	85
	oz · in ²	0.46	0.46
WEIGHTS	g	360	360
	lb	0.79	0.79
INSULATION RESISTANCE	-----	500VDC 100MΩmin.	
DIELECTRIC STRENGTH	-----	500VAC 50HZ 1min.	
OPERATING TEMP. RANGE	°C	0 to 50	
ALLOWABLE TEMP. RISE	K	70	

Figura 45. Especificaciones motor paso a paso KH42KM2 (JAPAN SERVO, 2015)

Donde se realiza la comparación entre el torque del motor escogido con el torque que se requiere para girar el soporte del vaso a dicha velocidad la cual se muestra a continuación:

$$T_{\text{motor}} \geq T_{\text{requerido}}$$

$$0,3 \text{ [N*m]} \geq 0,0810 \text{ [N.m]}$$

Con este resultado se concluye que el motor soportará el torque que es requerido para girar el soporte del vaso, por lo que ha sido elegido correctamente.

3.5.3 DISEÑO ELECTRÓNICO Y DE CONTROL

Previo al diseño se estudia la capacidad funcional de los componentes electrónicos para lograr una sinergia entre la parte mecánica de la máquina con la electrónica.

Los parámetros requeridos para el diseño electrónico y de control es la compatibilidad que se tiene con los drivers, con la interfaz gráfica y con los dispositivos electrónicos a controlar.

Para seleccionar el controlador de la máquina dispensadora de cócteles automatizada se consideró características de cada uno de los controladores existentes en el mercado considerando funcionalidades de cada uno, donde se optó por utilizar Arduino Mega 2560 (Figura 46) debido a que ofrece varias ventajas como son las siguientes:

- Compatibilidad con varios módulos
- Cantidad necesaria de pines de entrada y salida
- Control total del sistema
- Software libre
- Costo del hardware

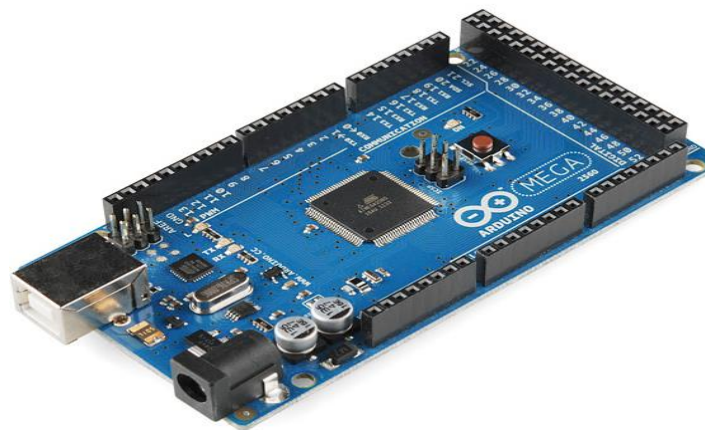


Figura 46. Arduino Mega 2560
(Arduino, 2016)

Las características básicas del microcontrolador MEGA 2560 se presentan a continuación (Tabla 12).

Tabla 12. Características básicas microcontrolador 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

Tabla 12. Características Arduino Mega 2560 (Continuación)	
Memoria Flash	256 KB (de los cuales 8 KB son usados para bootloader)
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidad del reloj	16MHz

(Arduino, 2016)

El diseño del circuito electrónico y de control se muestra en el Anexo 7.

3.5.3.1 Descripción De Funcionamiento De Los Periféricos Electrónicos

Los dispositivos electrónicos y de control utilizados en este proyecto son parte significativa para lograr el movimiento de la banda de transmisión, dispensado de líquido al igual que el dispensado correcto de vasos.

El diseño electrónico y de control está conformado por un microcontrolador Arduino el cuál controlará motores paso a paso que ejecutarán los movimientos del sistema.

Consta de una pantalla TFT touch que despliega las opciones de bebidas para preparar por medio de un menú mostrado en la misma.

El microcontrolador controlará igualmente un servomotor el cuál accionará los dispensadores, bombas peristálticas para dispensar líquidos, sensores de fin de carrera y un sensor de fuerza para detectar la presencia del vaso, al igual la iluminación de la máquina. El sistema será alimentado por una fuente de voltaje DC que permite obtener voltajes de 5V, 6V y 12V.

Para una mejor comprensión, se presenta las distintas etapas que compone el sistema electrónico y de control de la máquina dispensadora de cócteles automatizada en la Figura 47.

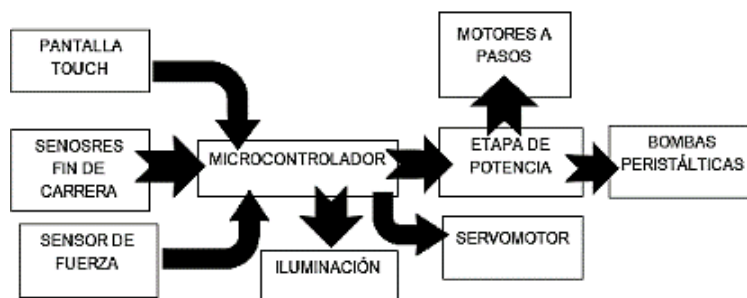


Figura 47. Esquema del sistema electrónico y de control del sistema

Para generar la programación que controlará el sistema se debe tener en cuenta el diagrama de proceso de control el cuál se lo muestra en la Figura 48, con lo cual será capaz de realizar actividades autónomas para la preparación de bebidas.

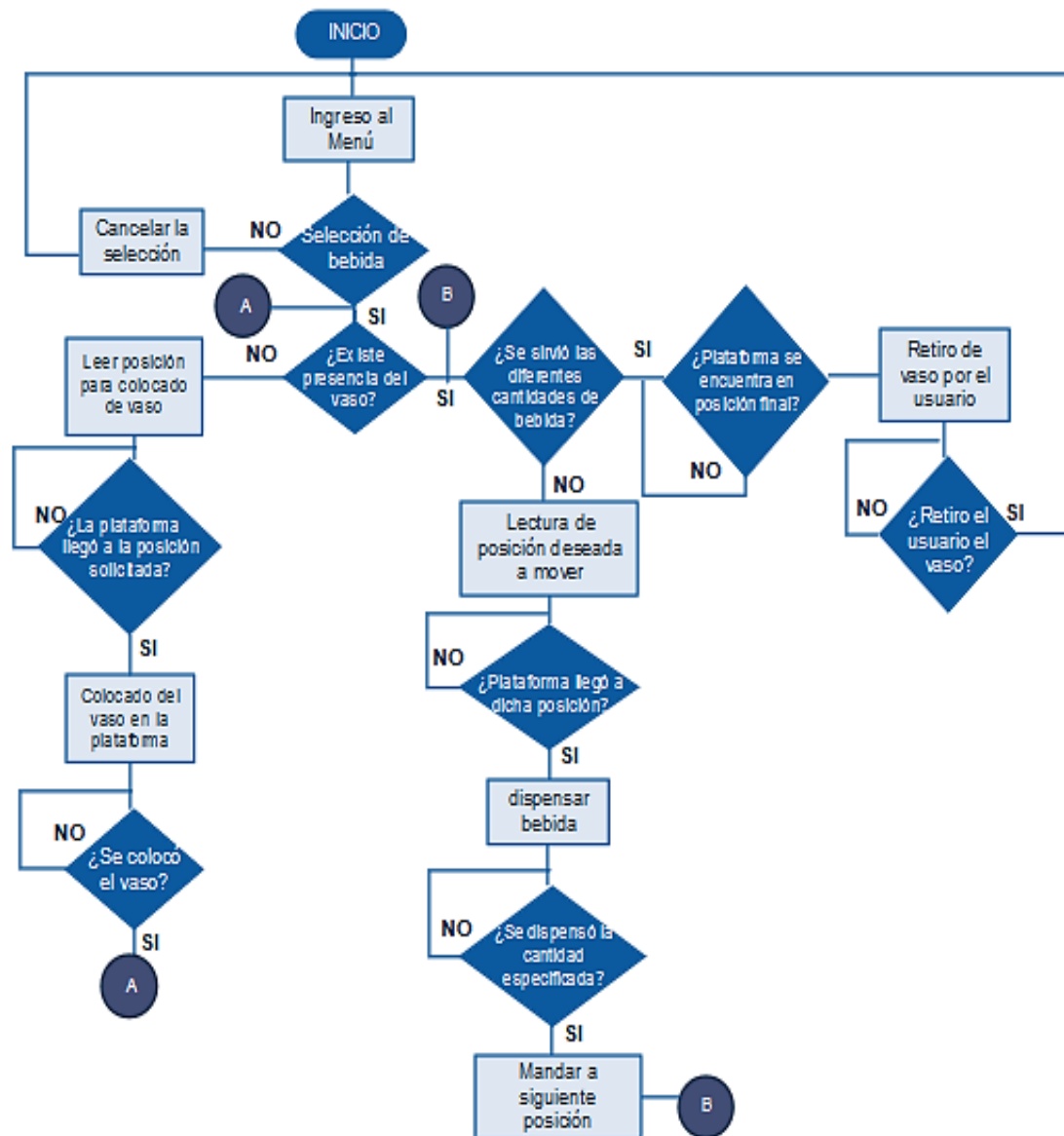


Figura 48. Diagrama de bloques del proceso de control

3.5.3.2 Alimentación De La Máquina

Para alimentar el circuito, se va a utilizar una fuente común de computadora ATX para suministrar diversos voltajes puesto que convierte la corriente alterna en corriente continua y proporciona voltajes DC de 3.3V, 5V, -5V, 12V y -12V y al igual que se puede conseguir corrientes altas.

Primeramente se tiene que tener en cuenta las características de la fuente de alimentación la cual se observa en la Tabla 13.

Tabla 13. Características de la fuente de alimentación ATX

CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE ATX		
Color	Voltaje	Corriente
Rojo	+5V	29A
Naranja	+3.3V	26A
Amarillo	+12V	34A
Azul	-12V	0.3A
Morado	+5VSB	2.5A
Negro	GND	
Verde	PS-ON	

(PROMETEC, 2015)

Por el motivo de que la máquina dispensadora de cócteles automatizada requiere voltajes de 5V, 6V y 12V, se tuvo la necesidad de realizar una modificación en la fuente ATX para poder sacar de ella únicamente los voltajes mencionados. La fuente modificada se la observa en la Figura 49.



Figura 49. Fuente de alimentación ATX modificada

Debido a que se tiene la necesidad de tener un voltaje de 6 voltios se optó por hacerlo con un regulador de voltaje el cual se encuentra al interior de la misma.

La variación de la fuente ATX se la va a realizar colocando dos leds (verde y rojo), un switch y 4 bornes en las cuales van a estar los tres diferentes voltajes y el borne sobrante para tierra (GND).

Para las conexiones se realizará de la siguiente manera:

El switch irá conectado con el cable verde (PS-ON) y cable negro (GND), el cual va a permitir el encendido y el apagado de la fuente. El led verde en la pata positiva irá soldado una resistencia de 330ohm e irá soldado con los cables rojo (5v) y cable negro (GND) para que indique que la fuente está trabajando.

El led rojo igualmente se conectará en la pata positiva una resistencia de 330 ohm e irá conectada con los cables morado (+5VSB) y negro (GND) el cual se va a encender cuando la fuente de poder de corriente y el switch de la parte posterior se encuentre activado.

Posteriormente, se va a proceder a soldar en los bornes los cables negros para GND, los cables rojos para +5V y los cables amarillos para +12V, dejando un cable amarillo (+12V) y negro (GND) para ser conectado en la placa de regulador de voltaje el cual servirá para obtener 6V.

3.5.3.3 Diseño Del Regulador De Voltaje A 6v

Para el diseño del regulador de voltaje a 6v se ha utilizado un LM317 el cuál es un regulador de voltaje con tres terminales el cuál es capaz de operar hasta 1.5 [A] y trabaja en un rango de voltaje desde 1.2 hasta 35 voltios;

Los pines del LM317 son ADJ que se refiere a tierra, el Vout que es el voltaje de salida y el Vin que es el voltaje que ingresa al regulador. El esquema del circuito regulador se muestra en la Figura 50.

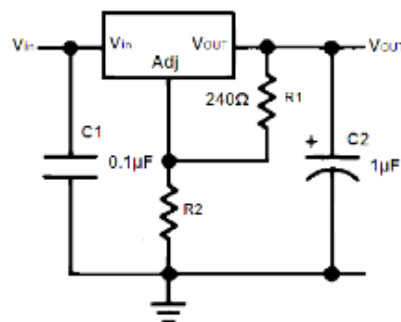


Figura 50. Esquema circuito regulador de voltaje con LM317
(Learning About Electronics, s.f)

Para obtener el voltaje de salida de 6v, se tiene que calcular las resistencias por medio de la (Ecuación 22).

Ecuación 22. Cálculo de resistencia para salida de voltaje regulable

$$V_{out} = 1.25 \text{ V} * \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

Debido a que normalmente el valor de R1 es 240 ohm y conociendo el voltaje de salida que es 6 V, se procede a calcular R2 despejando de la ecuación anterior:

$$R2 = R1 * \left(\frac{V_{out}}{1.25 \text{ V}} - 1 \right)$$

Por lo que se reemplazan los valores de R1 y Vout en la ecuación anterior:

$$R2 = 240 * \left(\frac{6 \text{ V}}{1.25 \text{ V}} - 1 \right)$$

$$R2 = 912 \text{ ohm}$$

Por lo que las resistencias que se usarán en el circuito serán de R1 igual a 240 ohm y R2 igual a 910 ohm debido a que son resistencias estándar como se puede observar el diseño de la fuente regulada a 6v en la Figura 51.

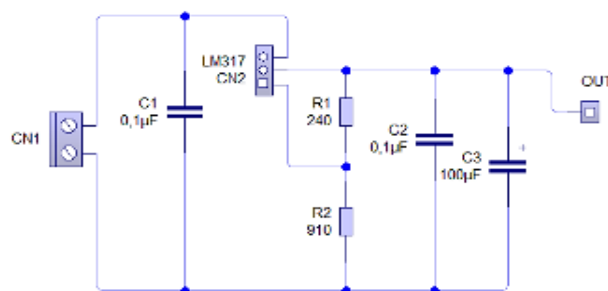


Figura 51. Diseño fuente regulada a 6 V con LM317

Donde al tener probado el circuito se procede a realizar el diseño PCB y fabricar la placa reguladora de voltaje a 6V, el cual se muestra en la Figura 52.

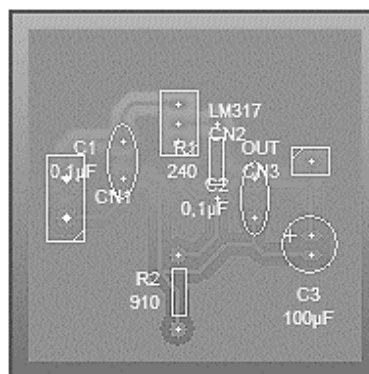


Figura 52. Diseño PCB de fuente regulada de 6 V

3.5.3.4 Elementos De Mando Del Sistema

Para el control del sistema se utilizó una pantalla LCD con interfaz táctil, la cual en la Figura 53 mostrando el menú principal.



Figura 53. Menú inicio display TFT Touch

Mediante comparaciones y áreas de contacto con el display, en el software de programación se establece parámetros requeridos para el envío de señales a cada subsistema el cuál serán accionados.

El sistema de mando interfaz táctil permitirá escoger diferentes opciones de bebidas en donde se accionará diferentes actuadores sea para el dispensado de vaso o líquido, al igual que controlar la posición.

Las características que presenta la pantalla se muestra a continuación:

- 320 x 240 pixeles, 3.2"
- 65K colores
- Backlight a LED blanco
- Permite control total para crear formas gráficas, texto y números
- Controlador del LCD SSD1289 on-board
- Controlador touch XPT2046 on-board
- Conector para tarjetas de memoria SD
- Conector de 40 pines que proporciona las señales de los buses del LCD, touchscreen, tarjeta SD
- Interface en modo de 16 bits
- Voltaje de alimentación: 3.3 V
- Tamaño total: 94 mm x 65 mm x 16 mm aprox.

Para la realización del programa en Arduino se utilizaron las siguientes librerías:

- ✓ UTFT: Maneja el aspecto gráfico del módulo TFT, se utiliza esta librería para lo siguiente:
- Modelo del TFT: (Model, SDA, SCL, CS, RST[, RS]);

```
Parameters:      Model:  See the separate document for the supported display modules
                  SDA:    Pin for Serial Data
                  SCL:    Pin for Serial Clock
                  CS:     Pin for Chip Select
                  RST:    Pin for Reset
                  RS:    <optional> Only used for 5pin serial modules
                   Pin for Register Select
```

Figura 54. Parámetros modelo TFT usando librería UTFT
(Karlsen, 2014)

- Inicializar la pantalla LCD (InitLCD(orientación));
- Obtener posición en eje “x” y “y” [getDisplayXSize()] [getDisplayYSize()];
- Limpieza de la pantalla, color fondo de la pantalla [clrScr()];fillScr(R,G,B);
- Escritura en la pantalla, fuente de la pantalla y colocar colores [print(texto, x, y, ang)]; setFont(“SmallFont”, “BigFont”); myGLCD.setColor(R, G, B); myGLCD.setBackColor(R,G,B);
- Dibujar botones, cuadros y colocar colores. drawRoundRect(x1,y1,x2,y2); fillRoundRect(x1,y1,x2,y2); setColor(R,G,B);
- Mostrar una imagen en la pantalla [drawBitmap (x, y, sx, sy, data)];
- ✓ UTouch: Es utilizado para habilitar el módulo Touch del TFT, con lo cual se puede manejará la interfaz HMI. Se utilizó dicha librería para lo siguiente:
- Selección del tipo de interfaz: UTouch (TCLK, TCS, TDIN, TDOUT, IRQ);

Parameters:	TCLK: Pin for Touch Clock (D_CLK)
	TCS: Pin for Touch Chip Select (D_CS)
	TDIN: Pin for Touch Data input (D_DIN)
	TDOUT: Pin for Touch Data output (D_OUT)
	IRQ: Pin for Touch IRQ (DPenirq)

Figura 55. Parámetros interfaz librería UTouch
(Karlsen Henning, 2014)

- Inicializar el touch screen con las coordenadas especificadas en la librería UTFT: [InitTouch(orientación);]
- Conseguir las coordenadas de la posición en “x” o “y” leída del touch screen: [getX();] [getY();]

- ✓ UTFT_Buttons: Manejo de botones en la pantalla TFT, se utiliza esta librería para lo siguiente:
 - Crear una clase principal para contener los botones a usar en donde se requerirá conjuntamente usar la librería UTFT y UTouch: UTFT_Buttons(UTFT, UTouch);

```

The main class constructor.

Parameters:      UTFT : A reference to an already created UTFT object
                  UTouch: A reference to an already created UTouch object

Usage:          UTFT_Buttons myButtons(&myGLCD, &myTouch); // Start an instance of the UTFT_Buttons class

Notes:          Remember the '&' in front of the object names
  
```

Figura 56. Parámetros clase principal librería UTFT_Buttons (Karlsen, 2016)

- Crear un botón que contenga mapa de bits: addButton(x, y, width, height, data, [flags]);
- Borrar todos los botones que se muestran en pantalla: deleteAllButtons();
- ✓ UTFT_tinyFAT: Esta librería permite cargar imágenes de las tarjetas SD. Las imágenes deben estar en formato .raw. Para que las imágenes pueden ser convertidas a formato .raw puede ser utilizado el software ImageConverter565 (Figura 57).

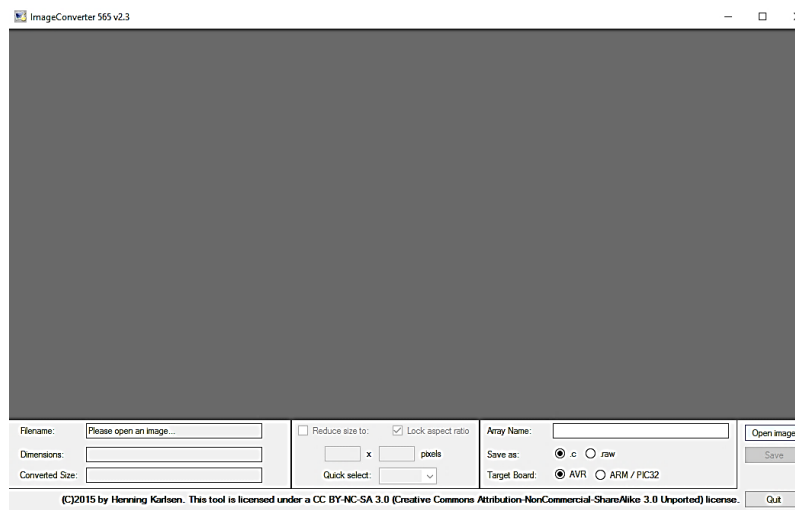


Figura 57. Programa convertidor de imágenes ImageConverter565

La librería UTFT_tinyFAT para lo siguiente:

- Crear la clase principal para el uso de imágenes por memoria SD: UTFT_tinyFAT(UTFT);

The main class constructor.	
Parameters:	UTFT : A reference to an already created UTFT object
Usage:	UTFT_tinyFAT myFiles(&myGLCD); // Start an instance of the UTFT_tinyFAT class
Notes:	Remember the '&' in front of the UTFT object name

Figura 58. Parámetros clase principal librería UTFT_tinyFAT (Karlsen, 2014)

- Cargar una imagen de la memoria SD para que se muestre en la pantalla: loadBitmap (x, y, sx, sy, filename); El nombre de archivo escrito debe terminar con .raw .

Se establecieron las librerías que se usará para permitir mostrar la interfaz gráfica para el correspondiente control del sistema (Figura 59).

```
#include <UTFT.h>
#include <UTouch.h>
#include <UTFT_Buttons.h>
#include <UTFT_tinyFAT.h>
#include <tinyFAT.h>

UTFT myGLCD (SSD1289, 38, 39, 40, 41);

UTouch myTouch (6, 5, 4, 3, 2);

UTFT_Buttons myButtons (&myGLCD, &myTouch);

UTFT_tinyFAT myFiles (&myGLCD);
```

Figura 59. Librerías utilizadas para pantalla TFT

Para mostrar una imagen como se observó en el programa ImageConverter565 se lo puede realizar de dos formas:

La primera se realiza con el uso de la memoria del microcontrolador obteniendo el archivo de imagen en extensión .C, para mostrarlo como botones con la imagen.

En este caso se debe crear pestañas en el software para que sea ingresada la programación .C, como se lo puede observar en la Figura 60. Las dimensiones de la imagen es de 72X77 pixeles y el peso es de 9.548 Bytes.

```

DISPENSADORA_DE_COCTELES Arduino 1.6.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

DISPENSADORA_DE_COCTELES $  shot1.c  shot2.c  shot3.c  shot4.c  shot5.c

#include <UTFT.h>
#include <UTouch.h>
#include <UTFT_Buttons.h>
#include <UTFT_tinyFAT.h>
#include <tinyFAT.h>

#define imagedatatype unsigned int
extern imagedatatype shot1[];
extern imagedatatype shot2[];
extern imagedatatype shot3[];
extern imagedatatype shot4[];
extern imagedatatype shot5[];

```

Figura 60. Código para creación de imágenes extensión .C

Con el uso de la librería UTFT_Buttons, permite crear botones con imágenes con el tamaño que se estableció la imagen (Figura 61).

```

but1 = myButtons.addButton(65, 10, 62,77,shot1,BUTTON_NO_BORDER);
but2 = myButtons.addButton(145, 10,62,77,shot2,BUTTON_NO_BORDER);
but3 = myButtons.addButton(65, 100, 62,77,shot3,BUTTON_NO_BORDER);
but4 = myButtons.addButton(145, 100, 62,77,shot4,BUTTON_NO_BORDER);
but5 = myButtons.addButton(100, 190, 62,77,shot5,BUTTON_NO_BORDER);

```

Figura 61. Código para insertar una imagen en un botón

Creado los botones para los diferentes menús se puede observar el código que se utiliza para llamar a cada menú dependiendo el que se escoja, se lo puede observar en la Figura 62.

```

pact=0;

while(pact==0)
{
  if(myTouch.dataAvailable()==true)
  {
    boton_presionado = myButtons.checkButtons();

    if(boton_presionado==but1){
      menu_bebida1();
    }else if(boton_presionado==but2){
      menu_bebida2();
    }else if(boton_presionado==but3){
      menu_bebida3();
    }else if (boton_presionado==but4){
      menu_bebida4();
    }else if(boton_presionado==but5){
      menu_bebida5();
    }
  }
}

```

Figura 62. Código para llamar a los diferentes menús

La segunda forma para mostrar una imagen en la pantalla se lo realiza por medio del uso de una memoria externa micro SD, la cual se recomienda cuando se usan imágenes de gran tamaño en memoria.

Para insertar una imagen se crean diferentes matrices dependiendo de las dimensiones que ocupa cada imagen para posteriormente hacer un llamado a cada imagen, como se lo puede observar en la Figura 63. La memoria que ocupan dichas imágenes son 59,3 Kb y 145 Kb respectivamente.

```
char* files95[]={ "shot1.RAW", "shot2.RAW", "shot3.RAW", "shot4.RAW", "shot5.RAW"}; //95X320
char* files236[]={ "espera.RAW", "retiro.RAW", "", "", ""}; //236X316
char* files[5];
```

Figura 63. Creación de matrices para el uso de imágenes en memoria externa

Para mostrar la imagen de cada matriz, se realiza el código mostrado a continuación el cual corresponde en este caso a mostrar la imagen perteneciente a retiro.RAW (Figura 64).

```
picsize_x=myGLCD.getDisplayXSize();
picsize_y=myGLCD.getDisplayYSize();

switch(picsize_x){
  case 240:
    for(int z=0; z<sizeof(files236)/sizeof(*files236); z++)
      files[z]=files236[z];
    break;
}
res=myFiles.loadBitmap(2,2,236, 316, files[1]);

}
```

Figura 64. Código para mostrar imagen con extensión .RAW

3.5.3.5 Drivers Para Controlar Motores Paso A Paso

Uno de los drivers que se usará para controlar los motores PAP son los chips A4988 de Pololu como el que se muestra en la Figura 65, los cuales son drivers electrónicos que permiten controlar motores paso a paso bipolares de hasta 2 [A] de corriente en donde permite controlar la dirección de giro , número de pasos y velocidad, el cual lleva un potenciómetro en su integrado para regular el límite de corriente para el motor PAP.



Figura 65. Driver A4988
(Pololu, 2016)

3.5.3.6 Conexiones Del Driver A4988

El microcontrolador que controlará los chips A4988 será Arduino mediante el uso de los pines digitales del mismo, donde las entradas que se van a controlar de los A4988 son (DIR, STEP y SLEEP), en donde cuando Arduino envíe un pulso a STEP el motor paso a paso se moverá un paso, cuando DIR reciba un pulso el motor se moverá en sentido de las manecillas del reloj, y cuando se reciba una señal a SLEEP el Arduino lo pondrá en un estado el cual el chip consumirá poca energía.

La entrada RESET del A4988 debe tener un HIGH para que la placa funcione por lo que se debe conectar a Vcc, al igual que otra forma es conectarlo a SLEEP en donde trabajaría de la misma manera.

A continuación en la Figura 66 se muestra el esquema de conexión del chip A4988, en donde para que la parte lógica del chip funcione se necesita alimentar los pines VDD y GND con una fuente de 3 V a 5 V;

Al igual que para que funcione el motor se necesita una fuente a parte la cual irá conectada en los pines VMOT y GND con una fuente entre 8 V y 35 V. (Pololu, 2016)

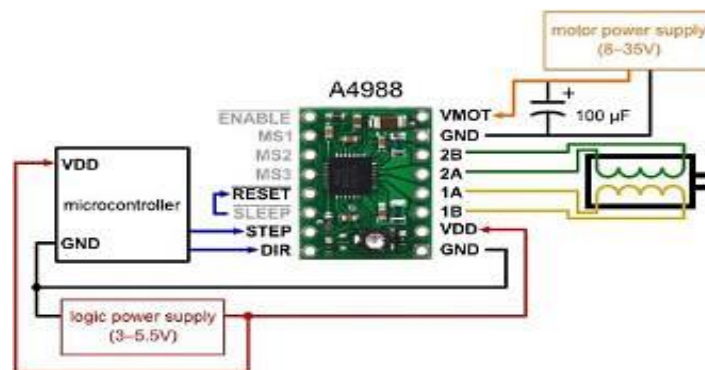


Figura 66. Esquema de conexión del chip A4988
(Pololu, 2016)

Por ser un driver totalmente compatible con Arduino se utiliza en los motores paso a paso, donde para ponerlos en funcionamiento previamente se procede a regular el límite de corriente el cual se refiere a la tensión de referencia para cada motor lo cual se utiliza la (Ecuación 23) (Pololu, 2016):

Ecuación 23. Cálculo de límite de corriente para motor con A4988

$$\text{Current Limit} = V_{REF} \times 2.5$$

Donde:

Current Limit: Límite de corriente del motor

VREF: Voltaje de referencia al cual hay que regular el chip A4988

Por Lo que se procede a despejar VREF para su respectivo cálculo:

$$VREF = \frac{\text{Current Limit}}{2.5}$$

Es conveniente que si el límite de corriente del motor es mayor a 1[A] se utilice un disipador del calor el cual impedirá que el chip A4988 se sobrecaliente.

Si el controlador A4988 trabaja en modo de paso completo al medir el límite de corriente se debe tener en cuenta que la corriente se limita al 70% del límite actual. Por lo que para conseguir una corriente completa de bobina debe ser dividida para 0,7 el límite de corriente requerido.

3.5.3.7 Regulación Vref Motores PAP

Motor PAP Dispensador De Vasos

El límite de corriente del motor PAP que se usará en el dispensador de vasos que es 0,85 [A] se procede a calcular el voltaje de referencia que deberá regularse en el chip A4988 por medio de la (Ecuación 23):

$$\frac{\text{Current Limit}}{0,7} = \frac{0,85}{0,7} = 1,21$$
$$VREF = \frac{\text{Current Limit}}{2.5} = \frac{1,21}{2,5} = 0,48$$

Motor PAP Giro Vaso

El límite de corriente del motor PAP que hará girar al vaso es 1,7 [A], se calculará el voltaje de referencia como se realizó anteriormente:

$$\frac{\text{Current Limit}}{0,7} = \frac{1,7}{0,7} = 2,43$$
$$VREF = \frac{\text{Current Limit}}{2.5} = \frac{2,43}{2,5} = 0,97$$

Motor PAP Sistema De Transmisión Banda – Polea

Igualmente como en casos anteriores al conocer el límite de corriente del motor PAP que permitirá el movimiento del sistema de transmisión banda – polea el cuál es 1,5 [A], se calcula el VREF por medio de la (Ecuación 23):

$$\frac{\text{Current Limit}}{0,7} = \frac{1,5}{0,7} = 2,14$$
$$\text{VREF} = \frac{\text{Current Limit}}{2,5} = \frac{2,14}{2,5} = 0,85$$

Calculado VREF se regula el potenciómetro del chip A4988 a 0.85. Es necesario de un disipador de calor para evitar el sobrecalentamiento.

3.5.3.8 Control Motores Paso A Paso

El control de los motores paso a paso para los diferentes sistemas mencionados anteriormente se controlará por Arduino por medio de códigos de programación la cuál a través de una pantalla TFT touch enviará una señal a Arduino de (5 voltios) que activará la salidas digitales del driver A4988 (DIR, STEP, SLEEP) y gracias a dicho driver mover un motor paso a paso.

Para el movimiento de los motores paso a paso en el código de programación (Figura 67) se utilizó la librería: AccelStepper la cual permite controlar más de un motor paso a paso a la vez en configuración de modo DRIVER y se establece los pines (STEP y DIR) de cada driver.

La librería AccelStepper permite manejar aceleraciones, velocidades, comandos de posicionamiento absoluto o relativo. (AIRSPAYCE, 2016).

```
#include <AccelStepper.h>

AccelStepper stepper1(AccelStepper::DRIVER,14,13);//pin step 14, pin dir 13
AccelStepper stepper2(AccelStepper::DRIVER,16,12);//pin step 16, pin dir 12
AccelStepper stepper3(AccelStepper::DRIVER,18,11);//pin step 18, pin dir 11
```

Figura 67. Programación Arduino librería AccelSteper

Las funciones que se usaron de dicha librería son las siguientes:

SetMaxSpeed (): Se establece la velocidad máxima que se va a permitir por medio de la aceleración que sea indicada, La velocidad máxima indicada será dada en pasos por segundo.

SetAcceleration (): Establece la aceleración deseada en pasos por segundo al cuadrado. Es la aceleración con la cual va alcanzar cierta velocidad.

runToNewPosition(): Mueve el motor a una posición deseada con la aceleración y velocidades indicadas recordando la posición inicial por lo que se controla los movimientos por medio de posiciones relativas.

move(): Ajusta la posición de destino para mover el motor posiciones que sean absolutas al llamar la función run(). Moverá el motor los pasos que han sido establecidos por cada llamada.

run(): Permite mover el motor a una posición deseada sin recordar la posición inicial por medio de posiciones absolutas.

3.5.3.9 Control Interruptor Final De Carrera

El sistema consta de un par de interruptores finales de carrera los cuales son ubicados en los extremos, en donde posteriormente se muestran los diagramas de flujo de cada uno.

El diagrama de proceso del interruptor final de carrera ubicado en la posición del dispensador de vasos se muestra a continuación (Figura 68):

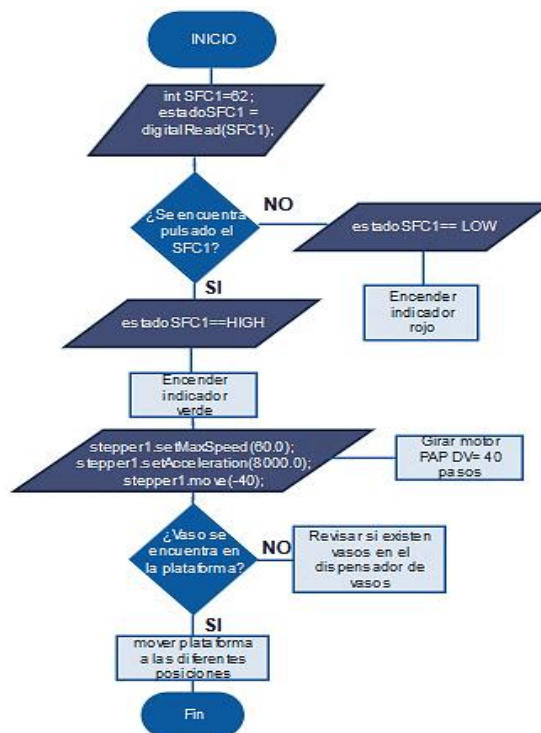


Figura 68. Diagrama de proceso interruptor final de carrera dispensador vasos

Para obtener la posición a girar el motor paso a paso se lo realizó de la siguiente manera:

Se debe tener en cuenta se va a colocar 5 vasos en la plataforma, por lo que se calcula el ángulo para cada posición de vaso con la (Ecuación 24).

Ecuación 24. Cálculo de ángulo de giro para caída de vaso

$$\theta = \frac{360}{5} = 72^\circ$$

Donde θ es el ángulo para la posición de cada vaso en la plataforma, donde se conoce que el motor paso a paso a utilizar tiene 200 pasos por lo que se calcula cuantos pasos debe dar dicho motor para recorrer este ángulo con la (Ecuación 25).

Ecuación 25. Cálculo de número de pasos de giro para caída de vaso

$$\text{Pasos} = \frac{72^\circ * 200 \text{ pasos}}{360^\circ} = 40 \text{ pasos}$$

Por lo que se deduce que para girar 72° el motor paso a paso debe dar 40 pasos, por lo que es el valor que se colocó en el diagrama de proceso.

El siguiente interruptor final de carrera que se encuentra ubicado en el inicio permitirá cuando se encuentra en estado alto (HIGH) y exista presencia del vaso hasta que se lo retire, mostrar en la pantalla gráfica una imagen (Figura 69) para indicar al usuario que retire su bebida como se muestra a continuación:



Figura 69. Imagen de información para retiro de vaso

El diagrama de proceso de dicho interruptor final de carrera se muestra en la Figura 70.

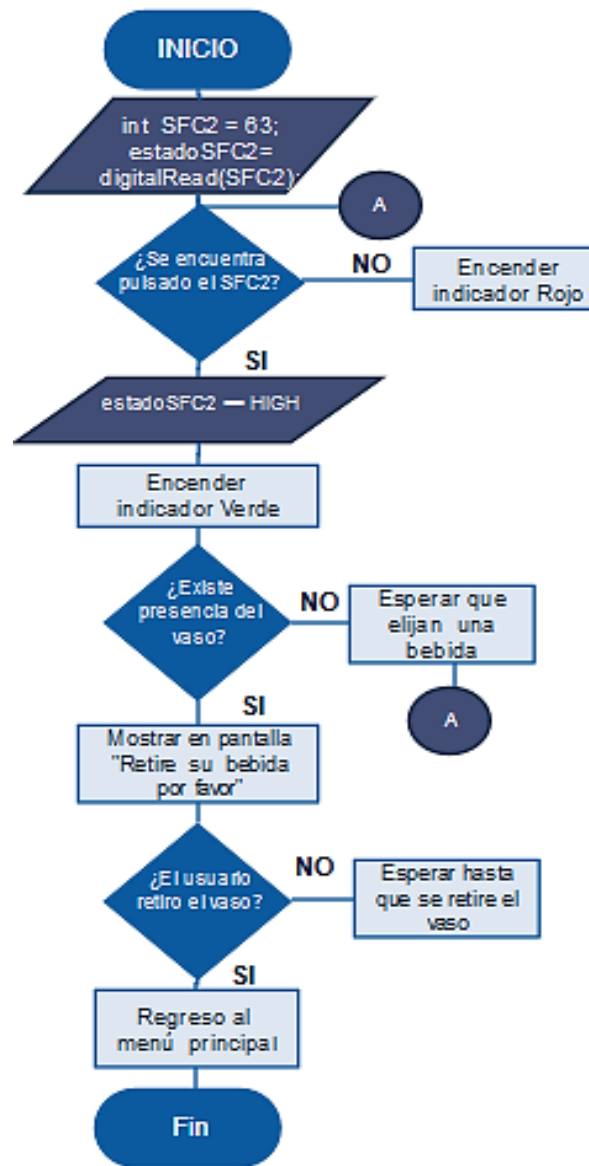


Figura 70. Diagrama de proceso de Sensor Final de carrera inicial

3.5.3.10 Sistema Dispensado Por Bombas Peristálticas

Por la necesidad de ocupar más botellas y por el aspecto de la máquina por la razón que se ocuparán otras bebidas a parte de las alcohólicas (gaseosas, agua, leche, jugos, entre otros) para la preparación de las diferentes clases de shots se optó por utilizar dos bombas peristálticas la cual se muestra en la Figura 71.



Figura 71. Bomba peristáltica
(Banggood, 2016)

Las características de la bomba peristáltica utilizada se muestran a continuación (Tabla 14):

Tabla 14. Características de bomba peristáltica

Características de la bomba peristáltica	
Voltaje	6VDC
Corriente	30mA
Caudal	20 – 60 ml/min
Velocidad de rotación	0.1 – 60 RPM
Temperatura de trabajo	0 - 40°C

(Banggood, 2016)

El funcionamiento que tiene es parecido al sistema de digestión de los seres vivos en donde se produce contracción y relajación de un músculo para transportar el contenido. En este caso se utiliza rodillos donde por medio del movimiento de los mismos se genera un vacío donde la manguera recupera su diámetro original y esta transmite el líquido (Figura 72). (QuimiNet, 2016)

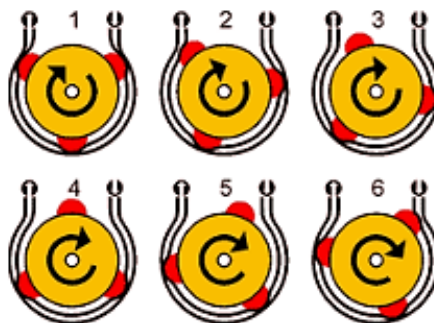


Figura 72. Rotación de una bomba peristáltica
(QuimiNet, 2016)

3.5.3.11 Control De Bombas Peristálticas

Para el control de las bombas peristálticas se optará por el uso de relés los cuales permiten activar un sistema como un interruptor mediante una señal eléctrica enviada por un microcontrolador.

Para activar el relé por medio del circuito de control (Arduino) se lo realizará a través de un transistor NPN el cuál cerrará el circuito poniendo a tierra el terminal de la bobina mientras que el otro terminal se encontrará conectado a positivo, el circuito electrónico se lo puede observar en la Figura 73.

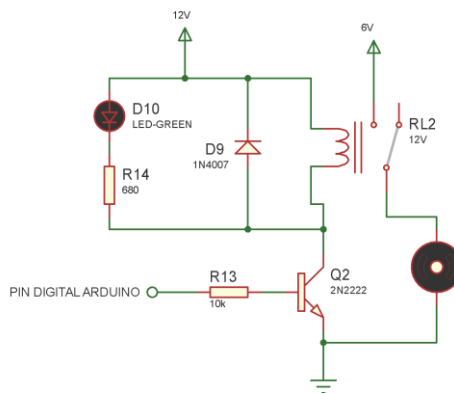


Figura 73. Esquema electrónico para bomba peristáltica

Para proteger el transistor de picos de tensión se utiliza un diodo rectificador polarizado inversamente el cuál va absorber el voltaje que se produce por el campo magnético presente en la bobina cuando se desactiva el relé en donde se utiliza un diodo 1N4007; Es colocado paralelo al relé.

Cada bomba peristáltica incluye un led indicador paralelo al relé para verificar cuando el mismo está activando a la bomba peristáltica donde se utilizó un led verde y es necesaria una resistencia para el mismo para que no se queme por lo que se procede a calcular dicha resistencia con la (Ecuación 26).

Ecuación 26. Cálculo de resistencia para indicador led

$$R_{led} = \frac{(V_{in} - V_{led})}{I_{led}}$$

Donde:

Rled: Valor de la resistencia

Vin: Tensión de alimentación de entrada

Vled: Tensión requerida por el led = 2.1 V
 Iled: Corriente requerida por el led = 15 mA

Entonces:

$$R_{led} = \frac{(12V - 2.1V)}{0,015 A} = 660[\text{ohm}]$$

Por lo que se escoge una resistencia equivalente a dicho valor que sea comercial la cuál es de 680 [ohm].

El diagrama de flujo del control de las bombas peristálticas se lo muestra en la Figura 74.

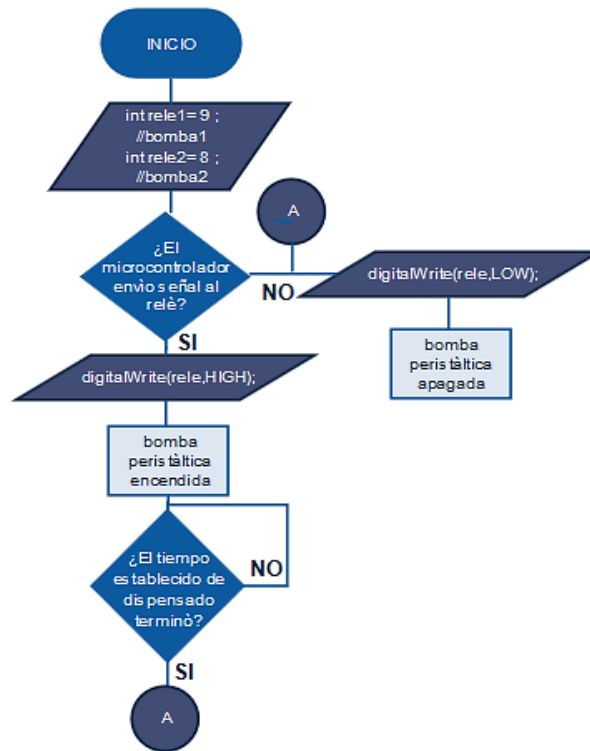


Figura 74. Diagrama de proceso para activar bombas peristálticas

3.5.3.12 Sistema De Detección De Vaso Mediante Sensor De Fuerza

Para detectar la presencia del vaso en la plataforma se optará por el uso de un sensor de fuerza resistivo (FSR) que el funcionamiento básico de dicho sensor es la disminución de su resistencia por medio de una fuerza que será aplicada en el área de contacto del sensor.

La curva característica de fuerza vs resistencia se muestra en la Figura 75.

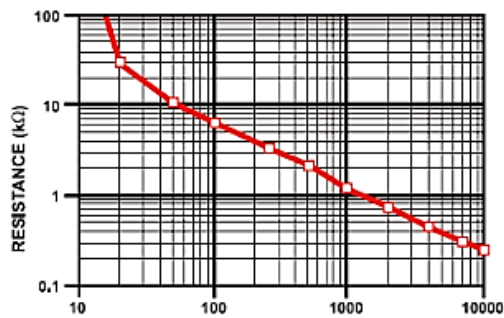


Figura 75. Curva característica FSR resistencia vs fuerza (INTERLINK ELECTRONICS, 2016)

Teniendo en cuenta la curva característica y el peso del vaso que va a ser colocado en el sensor que es de aproximadamente 100 [g] se puede decir que cuando el vaso se encuentra colocado en el sensor su resistencia varía a 9.4 [Kohm] al ser medido con un multímetro y verificado con la curva característica.

Para la conversión de fuerza a voltaje se ha utilizado un amplificador operacional LM358 en donde el esquema eléctrico sugerido para dicho sensor es el mostrado en la Figura 76, el cual dependiendo al valor de la resistencia fija se puede conocer su comportamiento.

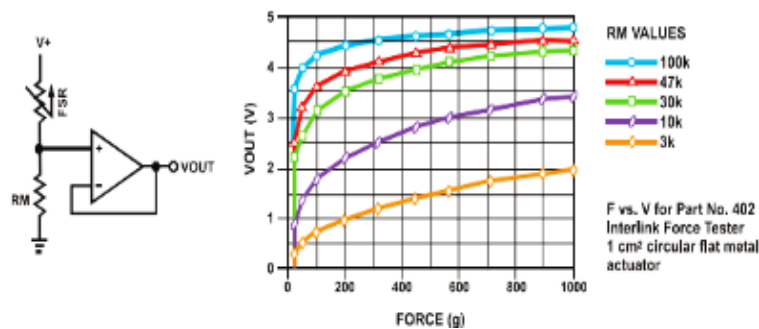


Figura 76. Esquema básico divisor de voltaje para conversión de fuerza a voltaje (INTERLINK ELECTRONICS, 2016)

Dependiendo al comportamiento de la Figura 76, se escogió un valor para la resistencia fija (RM) de 10 [Kohm], por lo que se decidió tomar el divisor de voltaje en forma invertida por lo que el resultado será igualmente inverso al tomar los datos que se generará por el microcontrolador.

Por medio del uso del monitor serial se procedió a calcular un rango al tomar datos de muestra para hacerlo trabajar al sensor como un sensor de presencia, dichos datos se muestra en la Figura 77.

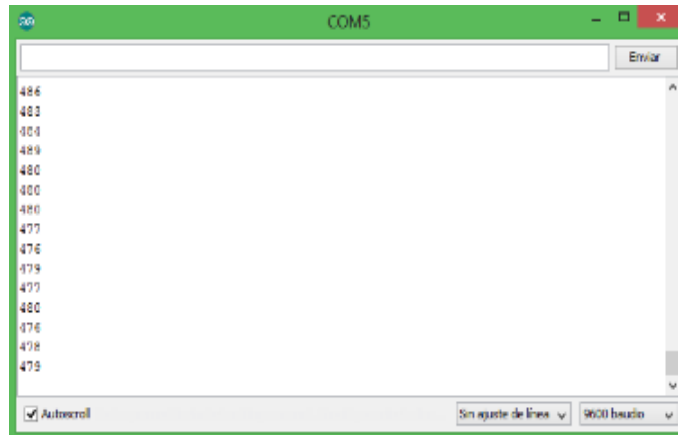


Figura 77. Datos muestreados en monitor serial del rango por presencia de vaso en sensor de fuerza resistiva

En donde el circuito electrónico usado para el sensor de fuerza para detectar el vaso es el mostrado en la Figura 78.

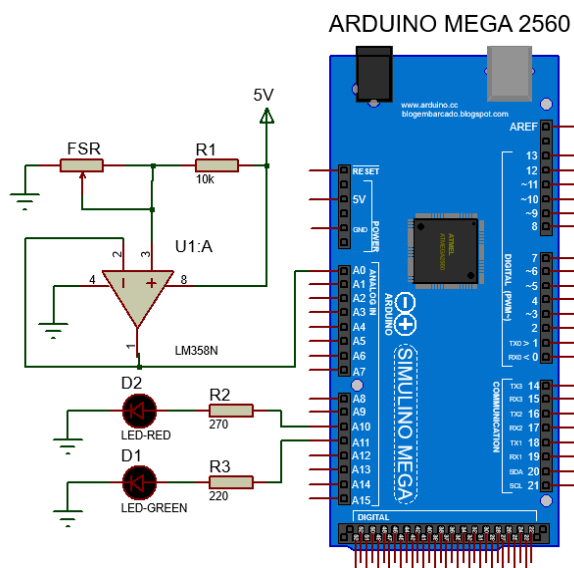


Figura 78. Circuito electrónico para sensor de fuerza resistiva

Donde en el esquema electrónico de la Figura 78 se utilizó indicadores de para detectar la presencia del vaso en el sensor.

3.5.3.13 Control Del Sensor De Fuerza Resistivo

Como se mostró anteriormente en la Figura 78, el microcontrolador que controlará el sensor de fuerza resistivo (FSR) será Arduino, en donde el rango que se estableció para detectar el vaso es entre (330 - 440), por lo que el diagrama de proceso se muestra en la Figura 79.

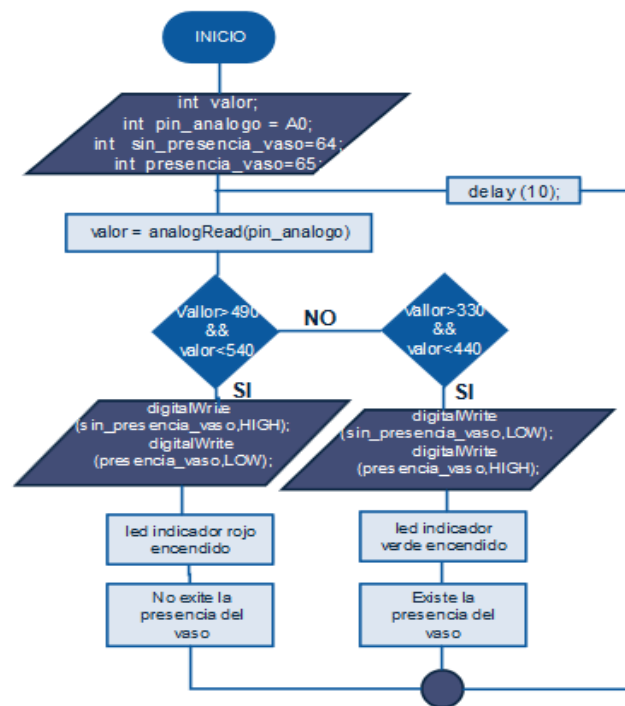


Figura 79. Diagrama de proceso sensor de fuerza resistivo (FSR)

3.5.3.14 Iluminación

Para la iluminación de la máquina dispensadora de cócteles automatizada se ha optado por utilizar una cinta de leds RGB, la cual se muestra en la Figura 80.



Figura 80. Cinta Led RGB
(INEVITABLE.eu, 2011)

Las cintas de leds RGB están compuestas por leds llamados RGB (Rojo, verde, azul) porque en el mismo se encuentran los tres diferentes leds de los colores mencionados. La cinta de led RGB posee 4 contactos entre los cuales son para los distintos canales (R, G, B) además del común para todos que va conectado a positivo.

Se podrá controlar la intensidad de cada color por medio de salidas PWM (modulación por ancho de pulso), donde se podrá obtener diferentes combinaciones de colores.

3.5.3.15 Corriente Y Potencia Para Cinta Led RGB

Para el cálculo de la corriente y potencia requerida por la cinta led RGB se debe tener en cuenta lo siguiente:

$$3 \text{ leds} * 5[\text{cm}] = 1 \text{ TRAMO}$$

Ecuación 27. Cálculo de corriente total requerida por led RGB

$$\begin{aligned} I_{\text{total}} &= \# \text{tramos} * \text{corriente} \\ 1 \text{ TRAMO} &= 60 [\text{mA}] \end{aligned}$$

Por lo que se conoce que se va a usar 17 TRAMOS de la cinta led RGB por lo que la corriente total que se requiere se calcula con la (Ecuación 27):

$$\begin{aligned} I_{\text{total}} &= 17 \text{ TRAMOS} * 60[\text{mA}] = 1020[\text{mA}] \\ [I_{\text{total}}] &= 1,02[\text{A}] \end{aligned}$$

La potencia total requerida se calcula por medio de la (Ecuación 28).

Ecuación 28. Cálculo de potencia requerida por leds RGB

$$\begin{aligned} P_{\text{requerida}} &= V * I_{\text{total}} \\ P_{\text{requerida}} &= 12\text{V} * 1,02[\text{A}] = 12.24[\text{W}] \end{aligned}$$

Debido a que el microcontrolador no soporta dicha carga se requieren de transistores características para manejar dicha corriente y potencia.

El transistor Mosfet controlará el paso de la corriente entre una terminal llamada fuente sumidero (Source) y un terminal llamado drenado (Drain) mediante la aplicación de una tensión (mayor a $V_{GS(th)}$) en el terminal llamado puerta (Gate),

Para el funcionamiento de la cinta led RGB se empleará transistores Mosfet IRF510 uno para cada color (rojo, verde, azul), el cual permitirá conseguir la corriente y potencia requerida para lograr encender cada serie de leds que se encuentre en la cinta.

Las características del transistor Mosfet IRF510 se muestran en el Anexo 6.

El esquema electrónico para la iluminación de la máquina dispensadora de cócteles automatizada es el mostrado en la Figura 81.

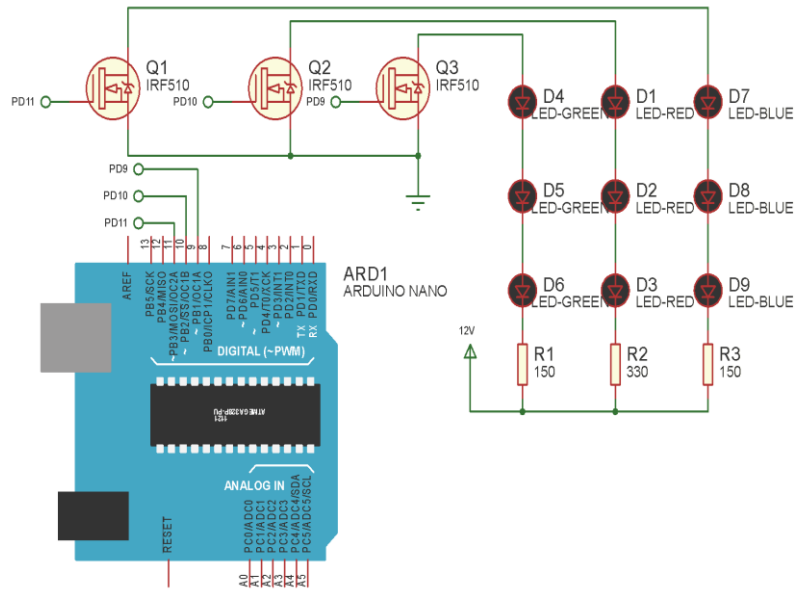


Figura 81. Esquema electrónico para iluminación con transistores IRF510

Las conexiones para el circuito de la Figura 81 se explican a continuación:

Se requiere de salidas digitales que manejen modulación por ancho de pulso PWM para efectos de desvanecimiento. Las salidas digitales PWM se conectan directamente a la compuerta o (GATE) de cada transistor IR510 en donde se selecciona las salidas PWM (9, 10, 11) respectivamente para los colores (azul, rojo, verde).

El Source (S) del IRF510 se conecta a tierra (GROUND) y el Drain (D) se conecta al pin de la tira de leds dependiendo del color. La tira de leds se conecta con una fuente de 12VDC debido a que la tira de leds es de ánodo común.

3.5.3.16 Control De Iluminación

El control de la iluminación se realizará por medio de un microcontrolador Arduino nano, el cual permitirá utilizar 3 salidas PWM para distintas intensidades de color donde el rango de cada color está entre (0 y 255).

El diagrama de flujo del control de la iluminación se muestra en la Figura 82.

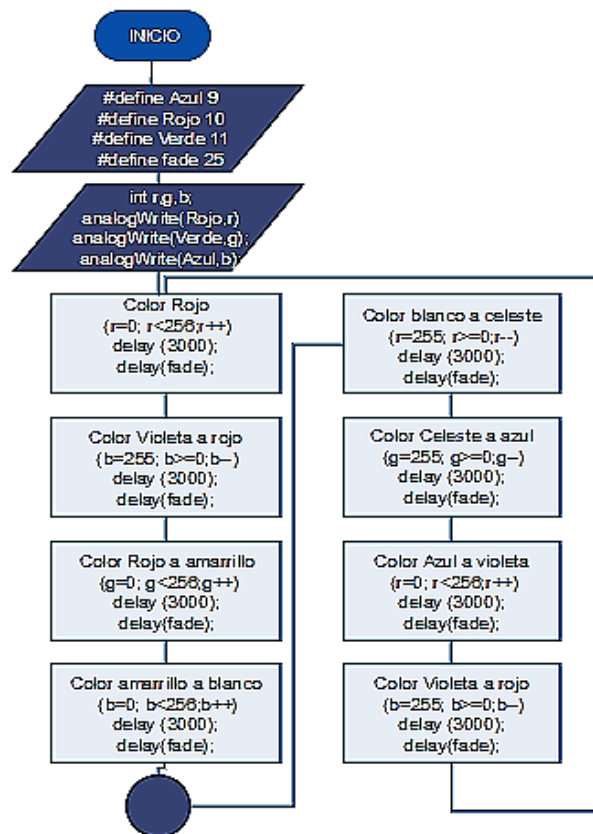


Figura 82. Diagrama de proceso para efectos luminosos

3.5.3.17 Diseño De Circuito Impreso (PCB) Del Sistema De Control

Al tener los circuitos diseñados de cada sistema individual se optará por realizar el PCB por sus siglas en inglés (Printed Circuit Board), agrupando cada sistema individual para que trabaje con un sistema en conjunto entre los cuales se encuentra: control de motores paso a paso por medio de drivers A4988, sensor de fuerza (FSR), sensores de finales de carrera, sistema para activar bombas peristálticas por medio de relés, control del servomotor, indicadores para conocer el estado en que se encuentra y por último se incluirá borneras para la alimentación del circuito además de la alimentación que requerirán los microcontroladores y la placa PCB para control de iluminación.

Así pues por medio del circuito impreso (PCB) se realiza la comunicación entre el control, la etapa de potencia y la interfaz gráfica para interactuar con el usuario.

El diseño de la tarjeta PCB tiene por medidas 92mm x 222mm la cual es presentada en la Figura 83.

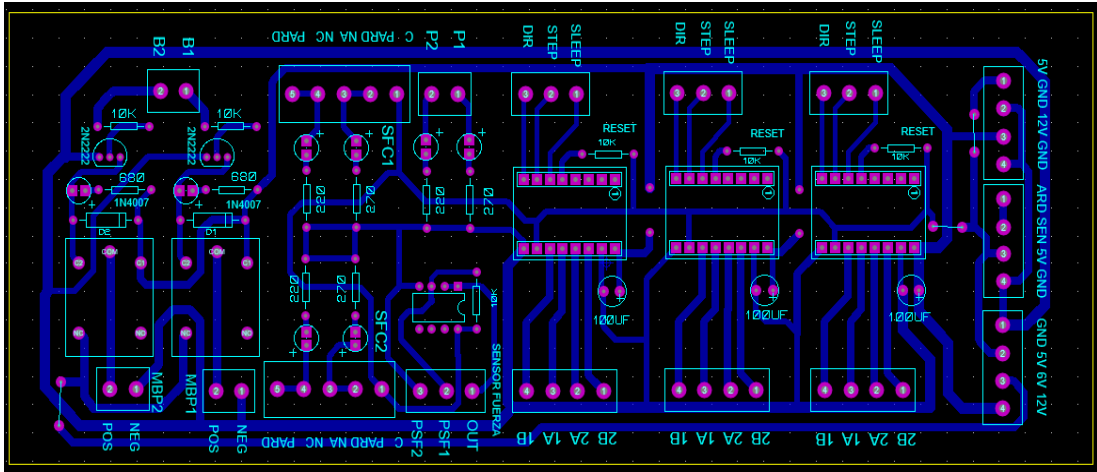


Figura 83. Diseño de placa PCB control de máquina

Se presenta la segunda placa que se ha realizado para manejar la iluminación de la máquina respecto a la cinta de leds RGB, al igual que posee la alimentación para el Arduino MEGA2560 y el control del Arduino NANO que será colocado en la misma placa y alimentado por la misma. Las dimensiones de la siguiente placa son de 79mm X 105mm y es mostrada en la Figura 84.

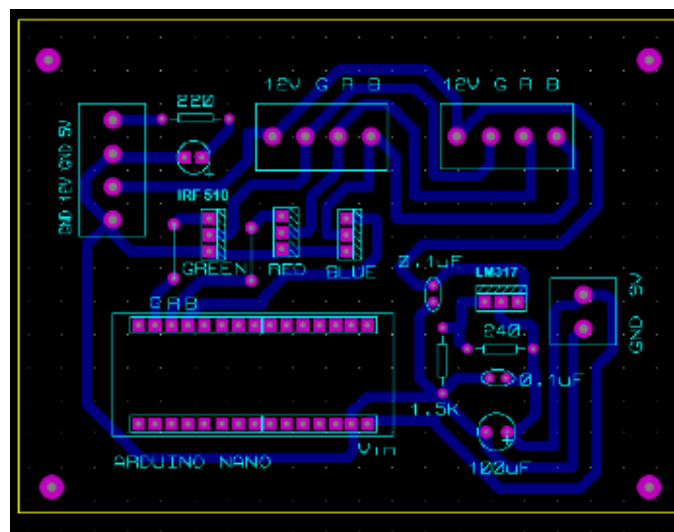


Figura 84. Diseño de placa PCB para control de iluminación y alimentación de Arduino MEGA2560

3.5.3.18. Cadena Portacables

Las cadenas portacables (Figura 85) son sistemas mecánicos utilizados para la protección de cables de una máquina que se encuentra en movimiento al igual que transportar el cable de forma ordenada.



Figura 85. Cadena Portacables
(directindustry, 2016)

Para seleccionar el tamaño de la cadena portacables a ser usada se debe tener en cuenta el diámetro de los cables que van a estar dentro. En donde los cables ocupan un área de $314,16 \text{ mm}^2$.

Las dimensiones de la cadena portacables seleccionada en este proyecto es de aproximadamente 30mm de ancho por 15mm de alto, por lo tanto satisface ampliamente el espacio necesario.

3.6 INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

En esta última etapa se integrará los tres subsistemas (electrónico, mecánico y control) para el correcto y total funcionamiento de la máquina, es la etapa donde se verificará si el mecanismo escogido conjuntamente con el circuito electrónico realizado funcionará debidamente en conjunto, y a su vez con el sistema de control verificar si puede ser manejado y controlado adecuadamente;

Esto se debe verificar en cada subsistema que en este caso será para el sistema de dosificación, abastecedor de vasos, control de bombas, iluminación, interfaz gráfica por medio de pantalla táctil y donde se desarrollará pruebas y protocolos de validación.

Se verificará la fiabilidad de la máquina por medio de 10 pruebas realizadas para la toma de datos en cantidad de dispensado, tiempos de dispensado en cada bebida, selección de las bebidas por medio de los menús de la interfaz gráfica y por último la presentación de la bebida.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se habla de todas las pruebas realizadas después de la integración de cada subsistema que integra para posteriormente concluir respecto al funcionamiento de la etapa de diseño y construcción.

Las etapas que han sido evaluadas es 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.

Las pruebas de funcionamiento de cada sistema individual se realizaron previamente con el uso de las placas PCB para verificar el correcto funcionamiento que se lo observa en la Figura 86.

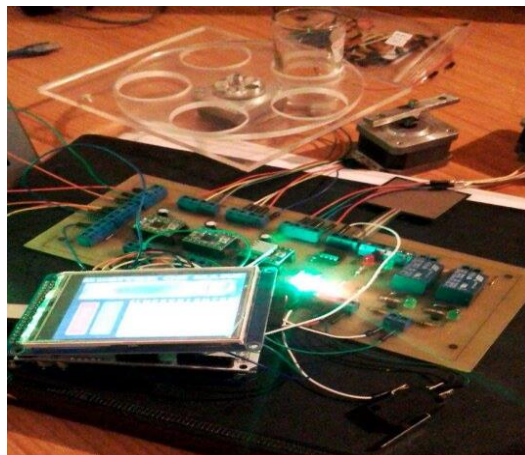


Figura 86. Pruebas de funcionamiento del sistema de control

El sistema en conjunto al montar cada subsistema que pertenece a la máquina dispensadora de cócteles al incorporarlo en la estructura se lo puede observar en la Figura 87 que es donde se desarrollarán las pruebas para validar su funcionamiento.



Figura 87. Estructura máquina dispensadora construida totalmente

4.1 INTERFAZ GRÁFICA

La interfaz gráfica mostrada en la Figura 88 que es la que maneja el usuario consta de un menú de 5 opciones que muestra las bebidas que pueden ser escogidas y preparadas.



Figura 88. Menú Principal de la interfaz gráfica

La prueba que se realizó en la interfaz gráfica es para verificar el funcionamiento al escoger cada una de las opciones por el motivo de que cada bebida consta de un submenú el cual permite mostrar los ingredientes que lleva la bebida para ser preparada e igualmente consta de dos botones ACEPTAR y SALIR.

Se realizó la prueba primeramente ingresando en las diferentes opciones y regresando al menú principal con el botón SALIR. En donde los submenús mostrados en esta prueba se pueden observar en la Figura 89.

Una vez realizada la prueba y verificando su correcto funcionamiento se realizó pruebas igualmente para probar el botón aceptar el cual permitirá al usuario confirmar que eligió dicha bebida en donde se realizó la prueba por medio del movimiento de motores paso a paso, un servomotor y bombas peristálticas que son accionadas por medio de la respectiva programación para la preparación de cada una de las bebidas.

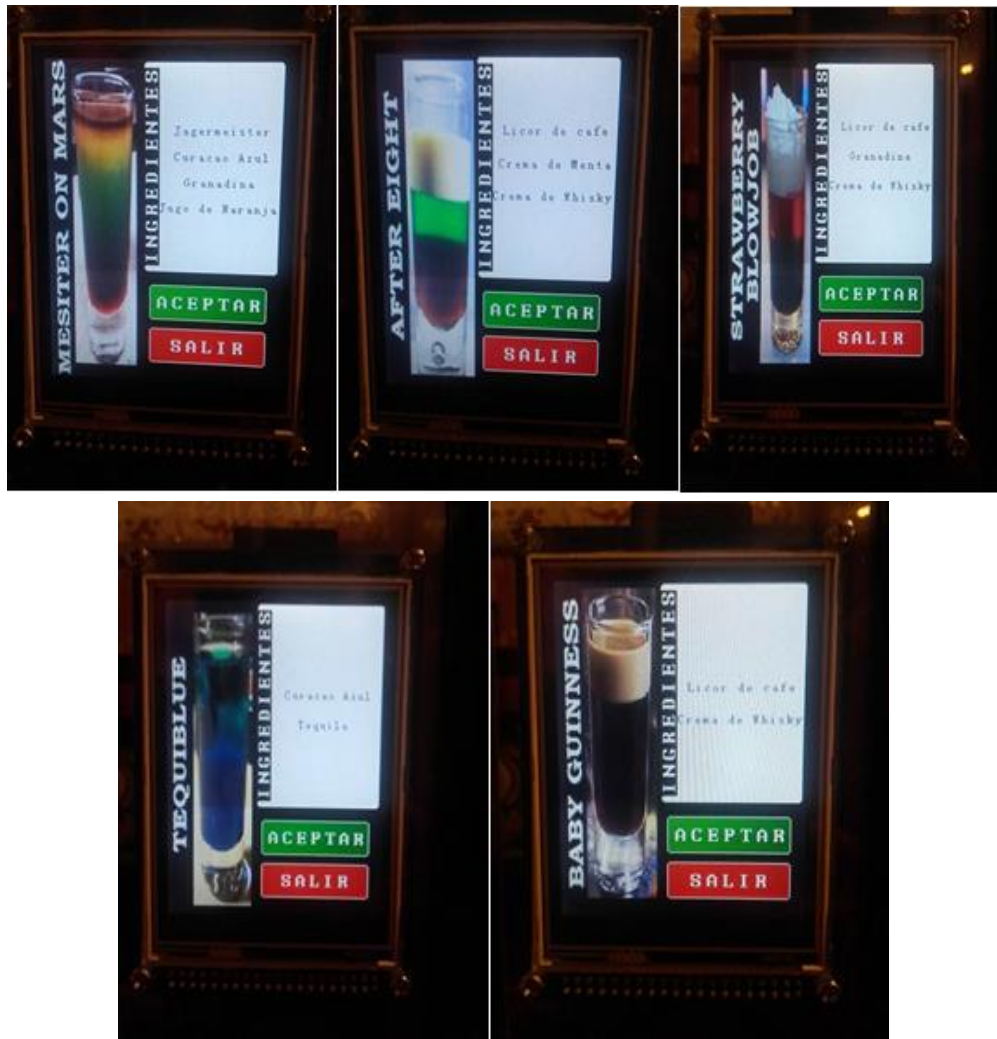


Figura 89. Submenús pantalla de interfaz gráfica para el usuario

Al aceptar alguna de las opciones mostradas al usuario se le mostrará un mensaje en la pantalla que le informa que la bebida está siendo preparada como se observa en la Figura 90.



Figura 90. Manejo de actuadores por medio de Interfaz gráfica

4.2 DISTANCIAS DE RECORRIDO

Para realizar las pruebas que va a moverse la plataforma que desplazará el vaso se establece la (Tabla 15), donde indica el número de pasos que dará el motor paso a paso en cada posición en comparación con la distancia para tener como referencia.

Tabla 15. Posiciones para desplazamiento de plataforma

Θ		POS VASOS	POS 2	POS 3	POS 4	POS 5	POS 6	POS 7	POS 8	POS 9	POS 0
0°	[mm]	745	601,5	501,5	401,5	301,5	201,5	101,5	54,6	40,6	0
	[#p]	3726	3008	2508	2008	1508	1008	508	273	203	0
30°	[mm]	745	637,5	537,5	437,5	337,5	237,5	137,5	90,5	76,5	0
	[#p]	3726	3187	2687	2187	1687	1187	688	452	382	0

La prueba realizada para comprobar las distancias de recorrido del vaso a cada posición fue por medio del sistema de movimiento banda-polea en la cual se estableció una serie de movimientos en el motor paso a paso previamente programados para que se dirija a la posición especificada donde se obtuvo que tiene una gran precisión debido a que el movimiento es realizado por un actuador de gran precisión como se puede observar en la Figura 91 el cuál se dirigió a la posición 3 en este caso.



Figura 91. Recorrido de la plataforma

En esta sección igualmente se refiere al sistema dispensador de vasos mostrado en la Figura 92, el cual igualmente ha sido evaluado realizando diferentes pruebas respecto al giro y la correcta caída del vaso en la

plataforma, en donde se comprobó su correcta funcionalidad como se observa en la Figura 93.



Figura 92. Dispensador de vasos



Figura 93. Prueba funcionalidad caída de vaso desde sistema dispensador de vasos

4.3 TIEMPOS Y CANTIDADES DE DISPENSADO

En las siguientes tablas se puede observar las pruebas realizadas tanto del tiempo de llenado de cada uno de los shots como de la cantidad de (ml) vertidos en el vaso.

En la Tabla 16, se indica el porcentaje de mililitros vertidos para cada uno de los shots que la máquina prepara.

Tabla 16. Medidas de mililitros vertidos al preparar cada bebida

PRUEBAS	MESITER ON MARS (ml)	AFTER EIGHT (ml)	STRAWBERRY BLOWJOB (ml)	TEQUIBLUE (ml)	BABY GUINNESS (ml)
1	59	58	59	59	60
2	59	60	60	60	59
3	59	59	59	60	60
4	59	60	60	59	58
5	59	59	58	58	59
6	59	58	57	60	59
7	60	59	59	59	58
8	58	60	60	58	59
9	59	58	58	59	60
10	60	59	59	60	59
Promedio	59,1	59	58,9	59,2	59,1

Por medio de la (Ecuación 29) se procederá a calcular el error porcentual en cada tipo de shot.

Ecuación 29. Error porcentual

$$\%error = \frac{(\text{error teórico}-\text{error experimental})}{\text{error teórico}} \times 100\%$$

Teniendo en cuenta los valores teóricos de cada bebida:

Tabla 17. Valores teóricos respecto a la cantidad vertida

MESITER ON MARS (ml)	AFTER EIGHT (ml)	STRAWBERRY BLOWJOB (ml)	TEQUIBLUE (ml)	BABY GUINNESS (ml)
60	60	60	60	60

Entonces se tiene que:

Tabla 18. Error porcentual en cada shot respecto a la cantidad

Porcentaje de error respecto a la cantidad				
MESITER ON MARS (%)	AFTER EIGHT (%)	STRAWBERRY BLOWJOB (%)	TEQUIBLUE (%)	BABY GUINNESS (%)
1,5%	1,67%	1,83%	1,33%	1,5%

En la Tabla. 19, se observa el tiempo que demora la máquina en preparar cada bebida:

Tabla 19. Tiempo de preparación de cada shot

SHOTS	MESITER ON MARS	AFTER EIGHT	STRAWBERRY BLOWJOB	TEQUIBLUE	BABY GUINNESS
Tiempo(s)					
1	100,43	58,10	65,92	70,27	49,73
2	100,40	58,05	65,78	70,32	49,68
3	100,38	57,60	65,76	70,34	49,70
4	100,41	57,76	65,73	70,40	49,75
5	100,42	57,88	65,88	70,28	49,66
6	100,39	57,79	65,90	70,35	49,79
7	100,38	57,55	65,95	70,32	49,71
8	100,40	57,78	65,78	70,28	49,66
9	100,39	57,60	65,93	70,31	49,69
10	100,38	57,69	65,77	70,35	49,72
Promedio	100,40	57,78	65,84	70,32	49,71

Por medio de la Ecuación 29 se procede a calcular el error porcentual del tiempo de preparación de cada shot.

Teniendo en cuenta los valores teóricos de cada shot respecto al tiempo:

Tabla 20. Valores teóricos respecto al tiempo de preparación

MESITER ON MARS (s)	AFTER EIGHT (s)	STRAWBERRY BLOWJOB (s)	TEQUIBLUE (s)	BABY GUINNESS (s)
100	57	65	70	49

Entonces se tiene que:

Tabla 21. Error porcentual de cada shot respecto al tiempo

Porcentaje de error respecto al tiempo				
MESITER ON MARS	AFTER EIGHT	STRAWBERRY BLOWJOB	TEQUIBLUE	BABY GUINNESS
0,4 %	1,36 %	1,29 %	0,46 %	1,45 %

4.4 PRESENTACIÓN DE LA BEBIDA

Un aspecto que se procedió a evaluar es la presentación que posee cada bebida al ser preparada y se procedió a compararla con la original.

4.4.1 SHOT MEISTER ON MARS



Figura 94. Shot meister on mars (a) Original vs (b) Preparada

4.4.2 SHOT AFTER EIGHT



Figura 95. Shot after eight (a) Original vs (b) Preparada

4.4.3 SHOT STRAWBERRY BLOWJOB



Figura 96. Shot Strawberry blowjob (a) Original vs (b) Preparada

4.4.4 SHOT TEQUIBLUE



Figura 97. Shot tequiblu (a) Original vs (b) Preparada

4.4.5 SHOT BABY GUINNESS



Figura 98. Shot baby guinness (a) Original vs (b) Preparada

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en el desarrollo de la máquina dispensadora de cócteles automatizada se concluye que:

- El material utilizado acero inoxidable AISI 304 es ideal para este tipo de máquinas debido al tratarse de una máquina de alimentos es necesario como lo indica la ISO 22000, y no existe ningún problema combinarlo con madera al igual que acrílico debido a que solamente como soporte y no hace contacto con las bebidas al igual que el material utilizado es elegante.
- La máquina posee un sensor de fuerza resistivo (FSR) el cual permite verificar la presencia del vaso en la plataforma puesto que si no existe la presencia del mismo no permite el funcionamiento, y es de gran utilidad debido a que no realiza dispensado incorrectamente si no posee vasos la máquina.
- Por medio de las pruebas realizadas se concluye que el sistema es fiable debido a que la eficiencia de la máquina es aproximadamente del 98% a causa de que al activar los dispensadores en ocasiones no cogen la misma presión y se pierde la velocidad de caída por lo cual se pierde (ml) en la preparación.
- La máquina tiene un margen de error en el tiempo menor al 2% y hace que el sistema de dispensado sea rápido junto al sistema dispensador de vasos.
- El tiempo que se demora en preparar la máquina cada shot depende de los ingredientes que posea para la debida preparación, en donde el tiempo promedio para preparar un shot es de 1 minuto con 40 segundos por lo que se puede decir que el sistema prepara una bebida de calidad en un tiempo válido.
- En la actualidad una máquina dispensadora de cócteles automatizada permitiría reducir costos y aumentar la calidad en el servicio de preparación de cócteles sin la necesidad de conocer el arte de la coctelería.
- Se concluye que al conocer que el espacio de almacenamiento utilizado total es de 103,874 bytes del máximo que es 253,952 bytes, pueden ser

preparadas máximo 15 diferentes bebidas divididas en tres diferentes menús de 5 bebidas cada una, debido a que cada bebida ocupa 11,22 bytes de la memoria, los menús 37,16 bytes y las variables 10,64 bytes. Ocupando con esto un total de 242,55 bytes (95,5%) del espacio de almacenamiento.

RECOMENDACIONES

- Al momento de cargar un programa a la placa Arduino sea por actualización o por cambios se debe mantener apagada la fuente debido a que los actuadores en ese momento no poseen un movimiento establecido y se distorsiona su movimiento con lo cual podría ocasionar rotura de los elementos.
- Se recomienda al ajustar el límite de corriente de los drivers A4988 desconectar los cables del motor por el motivo de que podría quemarse el motor,
- Se recomienda utilizar un sensor de caudal para cada ingrediente para conocer cuando se requiera cambio de botella dado que con esto no existiría fallas por estar vacía una botella.
- Al momento de asegurar las botellas verificar que la plataforma pueda pasar libremente y no interrumpa alguna botella debido a que podría causar rozamiento entre el vaso y el dispensador al preparar algún shot.
- Se recomienda buscar un método para reducir el ruido producido tanto en el giro del vaso de la plataforma como en el dispensador de vasos.
- Se recomienda el uso de una fuente externa de 6V para colocar el líquido al límite de las mangueras debido a que cuando se activan las bombas peristálticas el líquido empezará a dosificar dependiendo del tiempo establecido desde este punto. Se recomienda hacerlo con el sistema apagado.
- Se recomienda al encargado de la máquina al momento de encender el sistema verificar que las posiciones de los motores del dispensador de vasos al igual del giro de la plataforma se encuentre en las posiciones correctas a casusa de que al momento de encontrarse apagado se puedan mover ciertos pasos.

- Se recomienda el uso de disipadores de calor para los drivers A4988 para proteger dicho elemento del excesivo calor.
- Se recomienda al cambiar otro tipo de bebida o bebida con diferente densidad tomar los tiempos de caída desde el dispensador para cuando se active dependiendo del tiempo caiga correctamente la cantidad exacta debido a que todas las bebidas tienen diferente densidad.
- Se recomienda implementar un sistema de cobro a la máquina dispensadora de cócteles debido a que con esto permitirá ser una máquina totalmente automatizada a consecuencia de que no se requeriría de una persona que esté a cargo de esta función.
- Se recomienda que las memorias SD estén formateadas bajo FAT16 a causa de que el formato normal no sirve debido a que inserta mucha basura en las regiones de la tarjeta SD.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEROS OTERO. (2016). Planchas de acero inoxidable AISI 304. Obtenido de http://www.acerosotero.cl/planchas_acero_inoxidable_aisi_304_304l.html
- AIRSPAYCE. (2016). Accelsteper library. Obtenido de <http://www.airspayce.com/mikem/arduino/AccelStepper/classAccelStepper.html#a638817b85aed9d5cd15c76a76c00aced>
- Alvarez, V. O. (2015). El mundo de los cócteles. Obtenido de <http://www.gador.com.ar/wp-content/uploads/2015/04/cocteles1.pdf>
- Arduino. (2016). Arduino Board Mega 2560. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- Banggood. (2016). 6 V CC bomba dosificadora peristáltica. Obtenido de <http://www.banggood.com/es/6V-DC-Dosing-Pump-Peristaltic-Head-for-Lab-Analytical-Water-p-1024195.html>
- Barman in red. (2012). Shot tquiblue: el diablo de cola azul. Obtenido de <http://www.barmaninred.com/2012/06/shot-tequiblue-el-diablo-de-cola-azul.html>
- barmaninred. (2015). Shot mamada de fresa. Obtenido de <http://www.barmaninred.com/2015/08/3-shots-drinks-para-una-refrescante-compania.html#more>
- Cetronic. (2016). Componentes Electronicos Motores y engranajes. Obtenido de <http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=999334002&cPath=1193>
- Createc3D. (2016). Polea Gt2 8mm. Obtenido de <https://createc3d.com/shop/es/correas-y-poleas/355-comprar-polea-gt2-8-mm-precio.html>
- Createc3D. (2016). SC!0UU Rodamiento lineal en soporte de aluminio. Obtenido de <https://createc3d.com/shop/es/rodamientos-y-acoples/653-comprar-sc10uu-rodamiento-lineal-en-soporte-de-aluminio-precio-oferta.html>
- Díaz, F. A. (2015). Guía Práctica del Camarero. España: Lulú.
- directindustry. (2016). Cadena Portables.
- DRINKS MIXER. (2016). After Eight Recipe. Obtenido de <http://www.drinks Mixer.com/drink6.html>
- Düsseldorf. (2004). Design methodology for mechatronic systems. 10772 Berlín.

- Efunda. (2016). Tool steel AISI L2. Obtenido de http://www.efunda.com/materials/alloys/tool_steels/show_tool.cfm?ID=AISI_L2&show_prop=all&Page_Title=AISI%20L2
- Geelmed. (2016). TowerPro MG995 ALta Velocidad & Torque, Servo Digital. Obtenido de http://www.geelmed.com/documents/products/producto_000000132DOC.pdf?d=
- Groover, M. P. (2007). Fundamentos de Manufactura Moderna (3era ed.). México: PEARSON PRACTICE HALL.
- INEVITABLE.eu. (2011). Anatomía de un led RGB. Obtenido de <http://www.inventable.eu/2011/04/27/anatomia-de-una-leds-string-rgb/>
- INTERLINK ELECTRONICS. (2016). FSR Force Sensor Resistor. Obtenido de <http://www.superrobotica.com/download/S320255/fsrguide.pdf>
- JAPAN SERVO. (2015). Hybrid Stepping Motors & drivers. Obtenido de <http://www.dynetics.eu/CMS/Docs/japan%20servo%20pdf/japan%20servo%20stappenmotoren.pdf>
- Karlsen Henning. (2014). UTouch Manual Arduino and chipKit Universal TFT touchscreen library. Obtenido de <http://www.rinkydinkelectronics.com/resource/UTouch/UTouch.pdf>
- Karlsen, H. (2014). Obtenido de UTFT tinyFT Manual Add-on Library for UTFT: http://www.rinkydinkelectronics.com/resource/UTFT_tinyFAT/UTFT_tinyFAT.pdf
- Karlsen, H. (2014). UTFT Manual Arduino and chipKit Universal TFT display library. Obtenido de http://data.oomipood.ee/arduino/TFT-LCD-3.5/UTFT_datasheet.pdf
- Karlsen, H. (2014). UTouch Manual . Obtenido de <http://www.rinkydinkelectronics.com/resource/UTouch/UTouch.pdf>
- Karlsen, H. (2014). Utouch Manual Arduino and chipKit Universal TFT touchscreen library. Obtenido de <http://www.rinkydinkelectronics.com/resource/UTouch/UTouch.pdf>
- Karlsen, H. (2016). UTFT Buttons Manual, Add-on Library for UTFT. Obtenido de http://www.rinkydinkelectronics.com/resource/UTFT_Buttons/UTFT_Buttons.pdf
- Koshkin, N. I., & ShirKévich, M. G. (1975). Manual de Física Elemental. Mir MOSCU.
- Learning About Electronics. (s.f). LM317 Resistencias y calculador de voltage. Obtenido de

<http://www.learningaboutelectronics.com/Articles/LM317-resistor-and-voltage-calculator.php#answer>

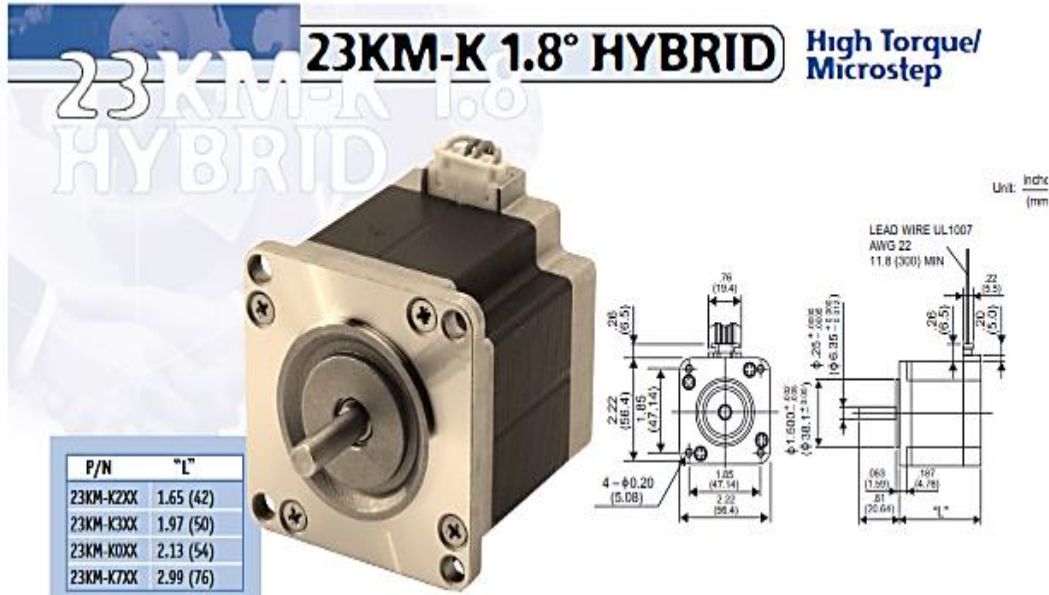
- Luckwu, R. (2016). Polimetacrilato de Metilo. Obtenido de <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso13-14/PMMA/propiedades.html>
- Melgar, L. T. (2009). La enciclopedia de los Cócteles. Madrid: LIBSA.
- Mott, R. L. (2006). Diseño de elementos de máquinas (4ta. ed.). México: PEARSON PRACTICE HALL.
- NMB Corporation. (2014). Precision Step Motors. Obtenido de http://www.cncitalia.it/upload_ele/pap_nmb.pdf
- Pelayo, M. (2010). Automatización de procesos alimentarios. Obtenido de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2010/03/18/191803.php>
- Pintado, H. (2012). Cocktail&Barmans. Obtenido de <http://cocktailbarmans.com/2012/10/17/clasificacion-de-los-cocktails-segun-su-funcion-y-terminacion/>
- Pololu. (2016). A4988 Stepper Motor Driver Carrier. Obtenido de <https://www.pololu.com/product/1182>
- Power HD. (2016). Servo Digital Power HD LF-20MG. Obtenido de http://www.chd.hk/Product_Detail.aspx?id=142
- PROMETEC. (2015). Fuentes de alimentacion ATX. Obtenido de <http://www.promotec.net/fuentes-atx/>
- QuimiNet. (2016). Principio funcionamiento bomba peristaltica. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/principio-del-funcionamiento-de-las-bombas-peristalticas-32722.htm>
- ROCK&WINE. (2012). SHOTS. Obtenido de <http://winewithrock.blogspot.com/2012/06/aprenda-hacer-shots-de-infarto.html>
- SMALL SCREEN. (2016). Meister on mars, shooter. Obtenido de http://smallscreennetwork.com/video/1892/meister_on_mars_shooter
- TENDERONE. (2014). TenderOne Cocktails handmade by the machine. Obtenido de <http://www.tenderone.nl/es/>
- 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>
- The Wathering Mouth. (2014). Baby guinness Shot. Obtenido de <http://thewateringmouth.com/baby-guinness-shot-recipe/>
- TRAGOS Y COPAS. (2010). tragos y copas. Obtenido de <http://www.tragos-copas.com/2010/08/b52.html>

- URBAN360. (2012). Conoce a Inebriator el nuevo barman. Obtenido de <http://news.urban360.com.mx/33683/conoce-a-inebriator-el-nuevo-barman/>
- Vicespy. (2016). Btendro for Partyrobotics. Obtenido de <http://www.vicespy.com/bartendro-partyrobotics-15/>

ANEXOS

Anexo 1.

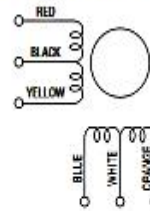
Especificaciones motor NEMA23 23KM-K250V



GENERAL SPECIFICATIONS

Step Angle 1.8°
 Step Angle Accuracy +/-5%
 Temperature Rise 80° C Max.
 Ambient Temperature Range -20° to +50° C
 Insulation Resistance 100MΩ Min., 500 VDC
 Dielectric Strength 500 VAC for 1 min.
 Radial Play 0.02 mm Max. (450 g-load)
 End Play 0.08 mm Max. (450 g-load)
 Switching Sequence See page 31

WINDING DIAGRAM



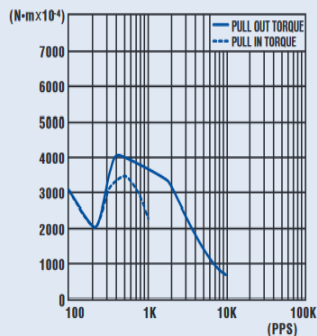
MODEL SPECIFICATIONS

Model Number	Rated Voltage V	Rated Current/Phase A	Winding Resistance/Phase Ω	Holding Torque g-cm	Inductance mH	Rotor Inertia g-cm ²	Detent Torque g-cm	Weight g
23KM-K250V	3.30	1.50	2.20	3,700	3.1	150.0	200	470
23KM-K379V	4.10	1.50	2.70	5,600	4.2	230.0	300	590
23KM-K032V	5.10	1.50	3.40	7,400	6.4	280.0	350	680
23KM-K716V	6.30	1.50	4.20	12,000	8.0	440.0	600	1050

TORQUE/SPEED CHARACTERISTICS

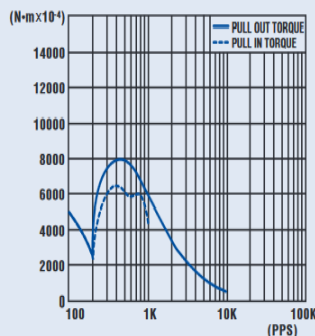
Model: 23KM-K250V

Driver: Unipolar Chopper Dual • Supply Voltage: 24.0 (Volt)
 Drive Current: 1.50 (A/WDG) • Load Inertia: 161.0 (g-cm²)



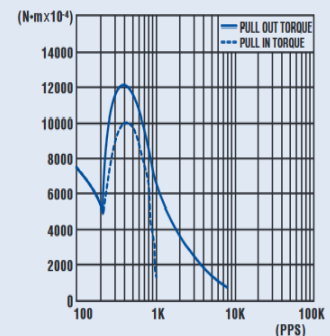
Model: 23KM-K032V

Driver: Unipolar Chopper Dual • Supply Voltage: 24.0 (Volt)
 Drive Current: 1.50 (A/WDG) • Load Inertia: 161.0 (g-cm²)



Model: 23KM-K716V

Driver: Unipolar Chopper Dual • Supply Voltage: 24.0 (Volt)
 Drive Current: 1.50 (A/WDG) • Load Inertia: 161.0 (g-cm²)

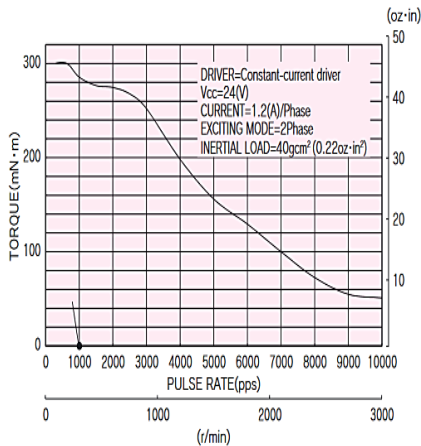


Anexo 2. Especificaciones motor JAPAN SERVO KH42-KM2

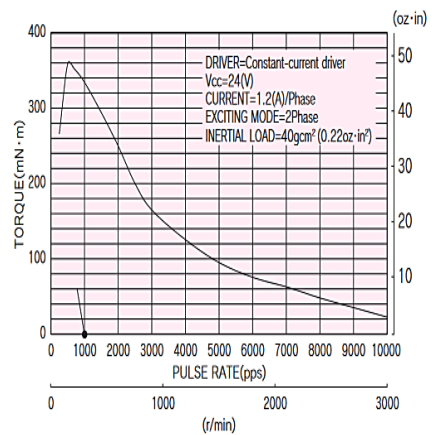
■ STANDARD SPECIFICATIONS

MODEL	KH42KM2		
	SINGLE SHAFT	-901	-951
	DOUBLE SHAFT	-911	-961
DRIVE METHOD	————	UNI-POLAR	BI-POLAR
NUMBER OF PHASES	————	2	2
STEP ANGLE	deg./step	1.8	1.8
VOLTAGE	V	3.72	2.76
CURRENT	A/PHASE	1.2	1.2
WINDING RESISTANCE	Ω/PHASE	3.1	2.3
INDUCTANCE	mH/PHASE	3.1	4.0
HOLDING TORQUE	mN · m	340	403
	oz · in	48	57
DETENT TORQUE	mN · m	19.6	19.6
	oz · in	2.8	2.8
ROTOR INERTIA	g · cm ²	85	85
	oz · in ²	0.46	0.46
WEIGHTS	g	360	360
	lb	0.79	0.79
INSULATION CLASS	————	JIS Class E (120°C 248° F) (UL VALUE : CLASS B-130°C 266° F)	
INSULATION RESISTANCE	————	500VDC 100MΩmin.	
DIELECTRIC STRENGTH	————	500VAC 50HZ 1min.	
OPERATING TEMP. RANGE	℃	0 to 50	
ALLOWABLE TEMP. RISE	K	70	

KH42KM2-901, 911



KH42KM2-951, 961

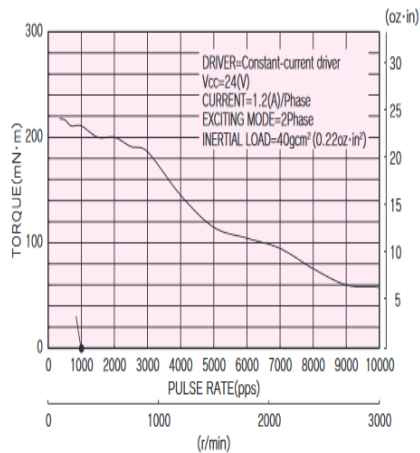


Anexo 3. Especificaciones motor JAPAN SERVO KH42JM2

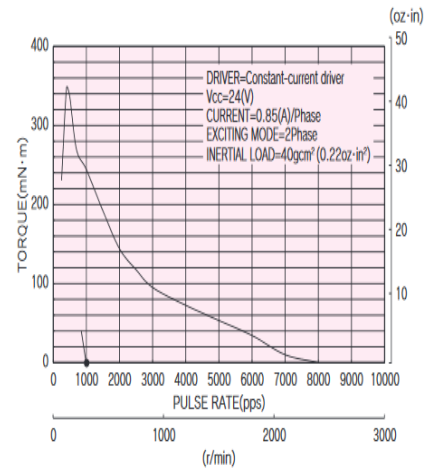
■ STANDARD SPECIFICATIONS

MODEL	KH42JM2				
	SINGLE SHAFT	-901	-902	-903	-951
	DOUBLE SHAFT	-911	-912	-913	-961
DRIVE METHOD	————	UNI-POLAR			BI-POLAR
NUMBER OF PHASES	————	2			2
STEP ANGLE	deg./step	1.8			1.8
VOLTAGE	V	3.42	4.4	9.25	4.59
CURRENT	A/PHASE	1.2	0.88	0.5	0.85
WINDING RESISTANCE	Ω /PHASE	2.85	5.5	18.5	5.4
INDUCTANCE	mH/PHASE	2.5	5.1	16.3	9.3
HOLDING TORQUE	mN · m	236	236	236	314
	oz · in	33	33	33	44
DETENT TORQUE	mN · m	14.7	14.7	14.7	14.7
	oz · in	2.1	2.1	2.1	2.1
ROTOR INERTIA	g · cm ²	56	56	56	56
	oz · in ²	0.3	0.3	0.3	0.3
WEIGHTS	g	260	260	260	260
	lb	0.57	0.57	0.57	0.57
INSULATION CLASS	————	JIS Class E (120°C 248° F) (UL VALUE : CLASS B-130°C 266° F)			
INSULATION RESISTANCE	————	500VDC 100M Ω min.			
DIELECTRIC STRENGTH	————	500VAC 50HZ 1min.			
OPERATING TEMP. RANGE	°C	0 to 50			
ALLOWABLE TEMP. RISE	K	70			

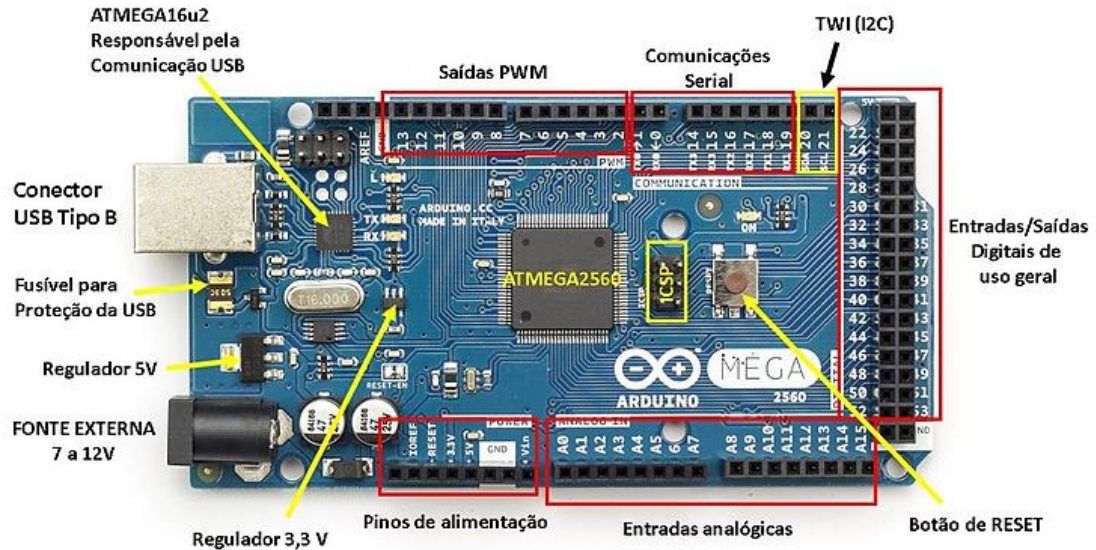
KH42JM2-901, 911



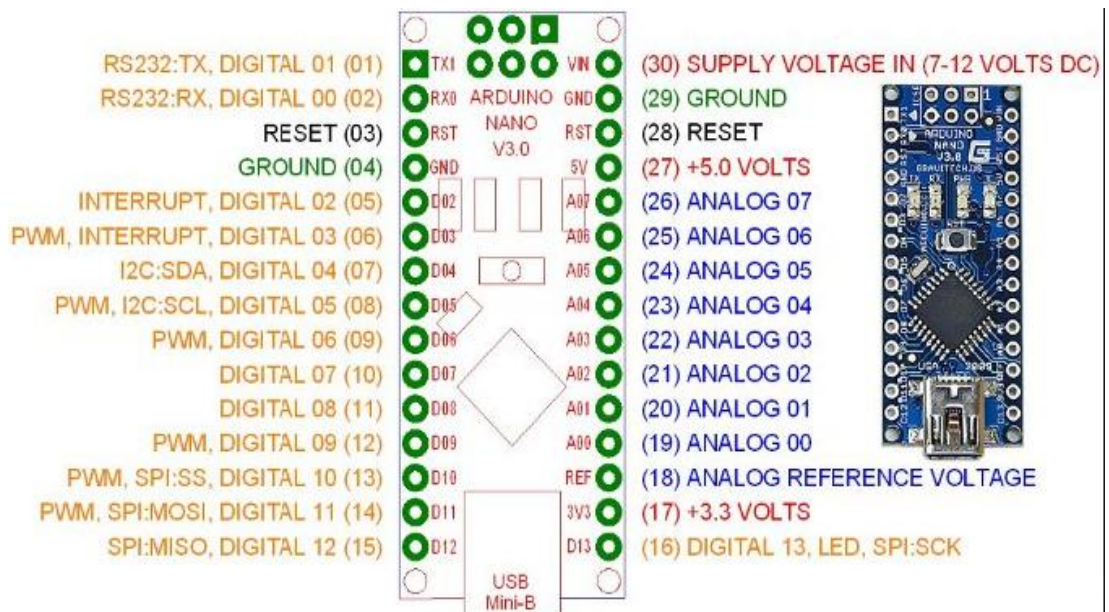
KH42JM2-951, 961



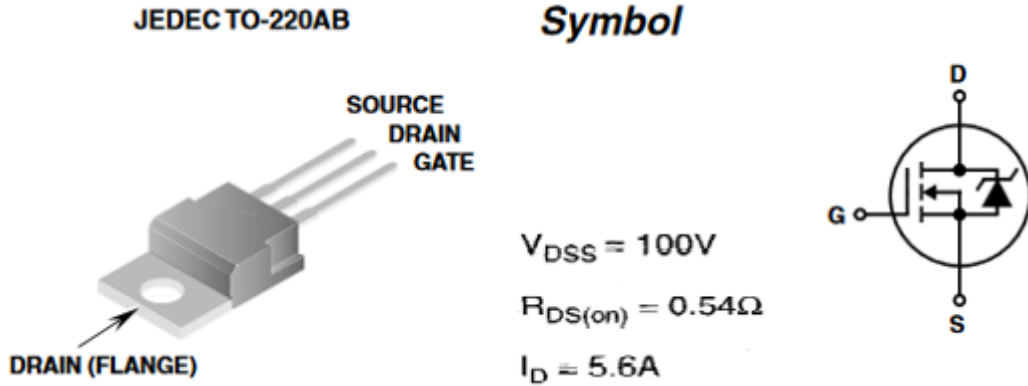
Anexo 4. Arduino Mega 2560



Anexo 5. Arduino nano



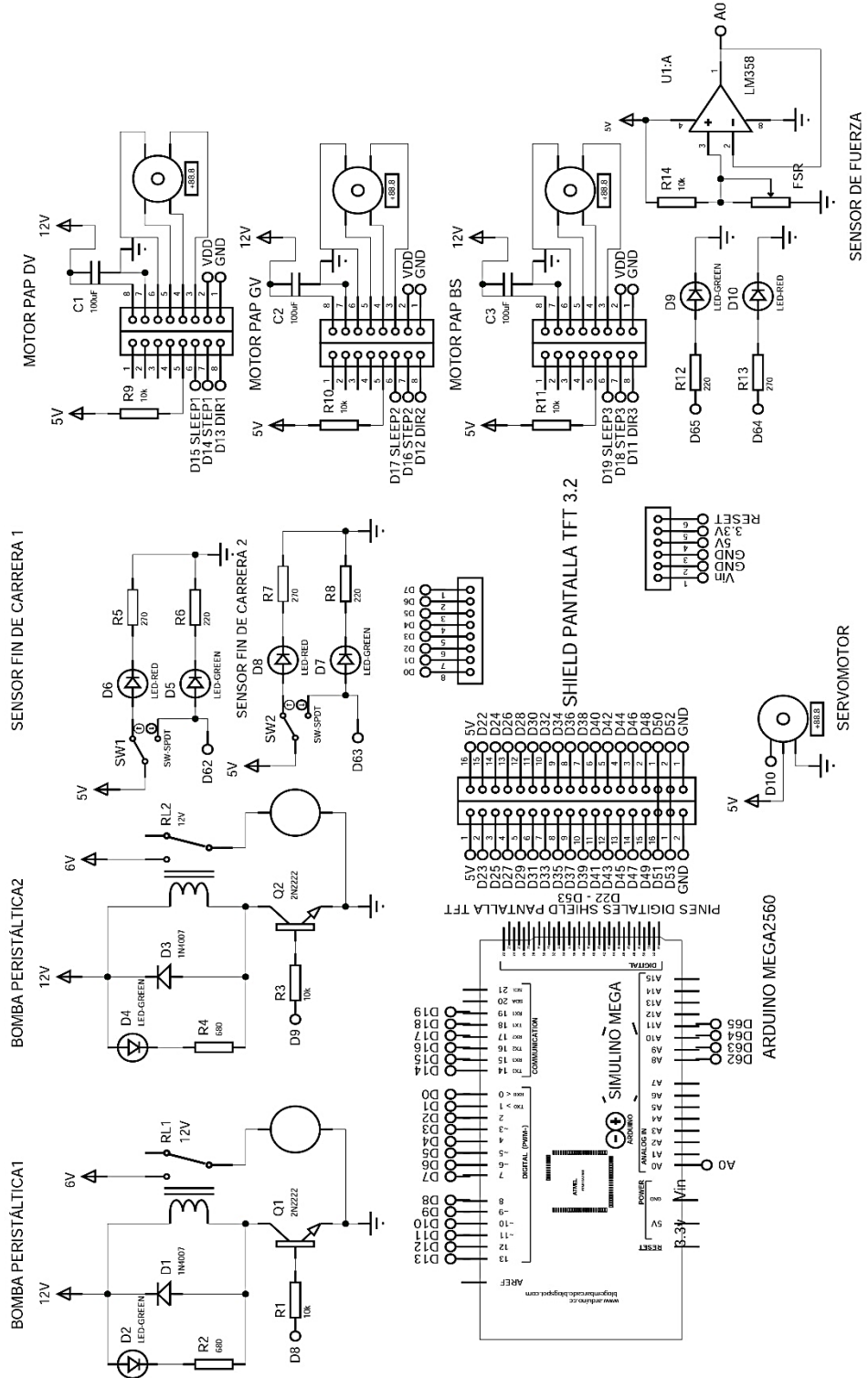
Anexo 6. Características Transistor Mosfet IRF510



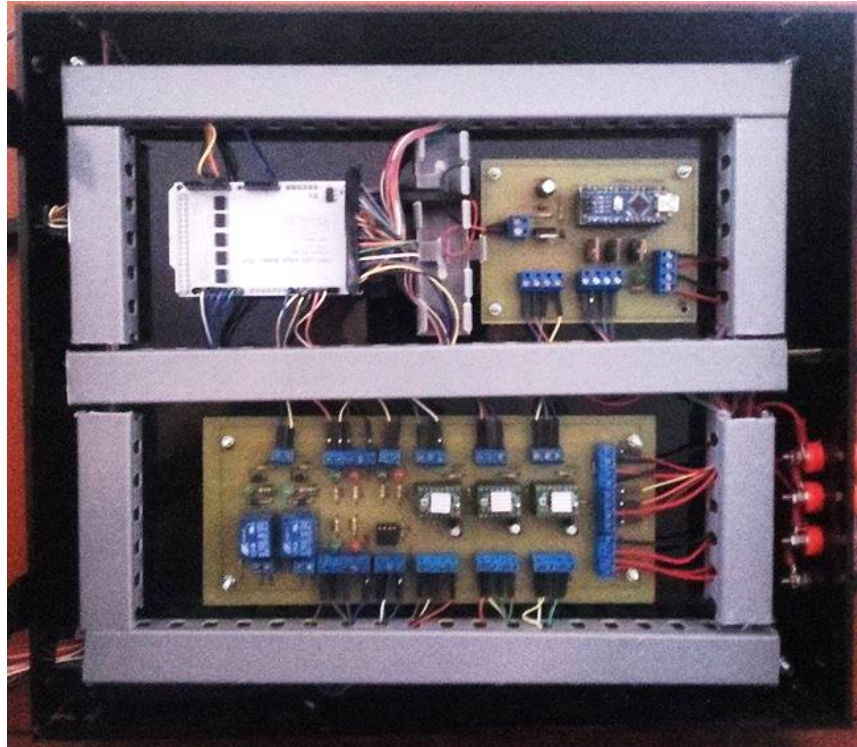
Electrical Specifications $T_C = 25^\circ C$, Unless Otherwise Specified

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Drain to Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$, (Figure 10)	100	-	-	V
Gate to Threshold Voltage	$V_{GS(TH)}$	$V_{GS} = V_{DS}, I_D = 250\mu A$	2.0	-	4.0	V
Zero-Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{DS} = 95V, V_{GS} = 0V$	-	-	25	μA
		$V_{DS} = 0.8 \times \text{Rated } BV_{DSS}, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ C$	-	-	250	μA
On-State Drain Current (Note 2)	$I_{D(ON)}$	$V_{DS} > I_{D(ON)} \times r_{DS(ON)MAX}, V_{GS} = 10V$ (Figure 7)	5.6	-	-	A
Gate to Source Leakage Current	I_{GSS}	$V_{GS} = \pm 20V$	-	-	± 100	nA
Drain to Source On Resistance (Note 2)	$r_{DS(ON)}$	$V_{GS} = 10V, I_D = 3.4A$ (Figures 8, 9)	-	0.4	0.54	Ω
Forward Transconductance (Note 2)	g_{fs}	$V_{GS} = 50V, I_D = 3.4A$ (Figure 12)	1.3	2.0	-	S
Turn-On Delay Time	$t_{d(ON)}$	$I_D = 5.6A, R_{GS} = 24\Omega, V_{DD} = 50V, R_L = 9\Omega, V_{DD} = 50V, V_{GS} = 10V$ MOSFET switching times are essentially independent of operating temperature	-	8	12	ns
Rise Time	t_r		-	25	63	ns
Turn-Off Delay Time	$t_{d(OFF)}$		-	15	7	ns
Fall Time	t_f		-	12	59	ns
Total Gate Charge (Gate to Source + Gate to Drain)	$Q_{g(TOT)}$	$V_{GS} = 10V, I_D = 5.6A, V_{DS} = 0.8 \times \text{Rated } BV_{DSS}, I_{G(REF)} = 1.5mA$ (Figure 14) Gate charge is essentially independent of operating temperature.	-	5.0	30	nC
Gate to Source Charge	Q_{gs}		-	2.0	-	nC
Gate to Drain "Miller" Charge	Q_{gd}		-	3.0	-	nC
Input Capacitance	C_{ISS}	$V_{GS} = 0V, V_{DS} = 25V, f = 1.0MHz$ (Figure 11)	-	135	-	pF
Output Capacitance	C_{OSS}		-	80	-	pF
Reverse-Transfer Capacitance	C_{RSS}		-	20	-	pF

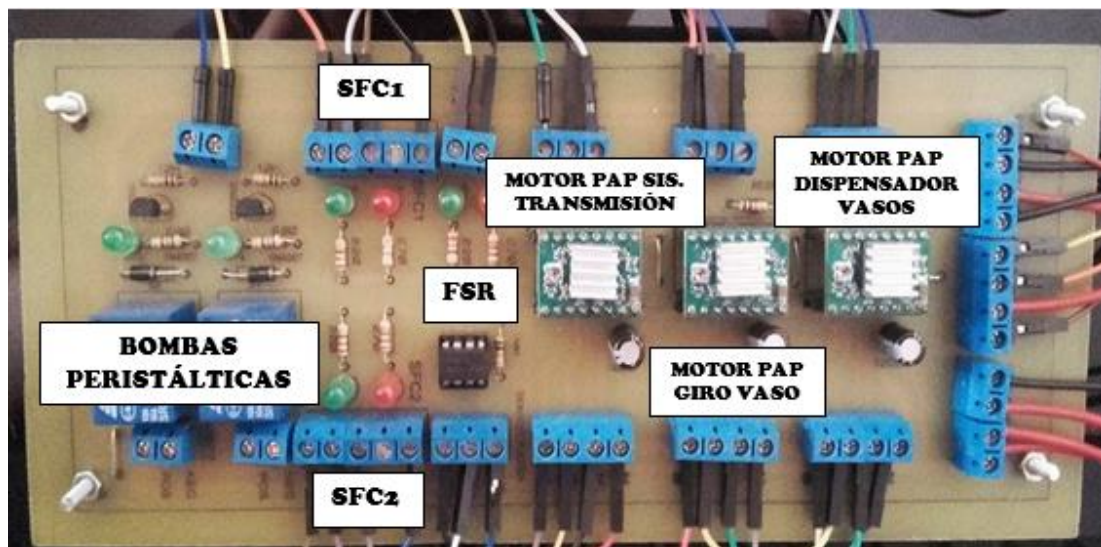
Anexo 7. Circuito electrónico y de control máquina dispensadora



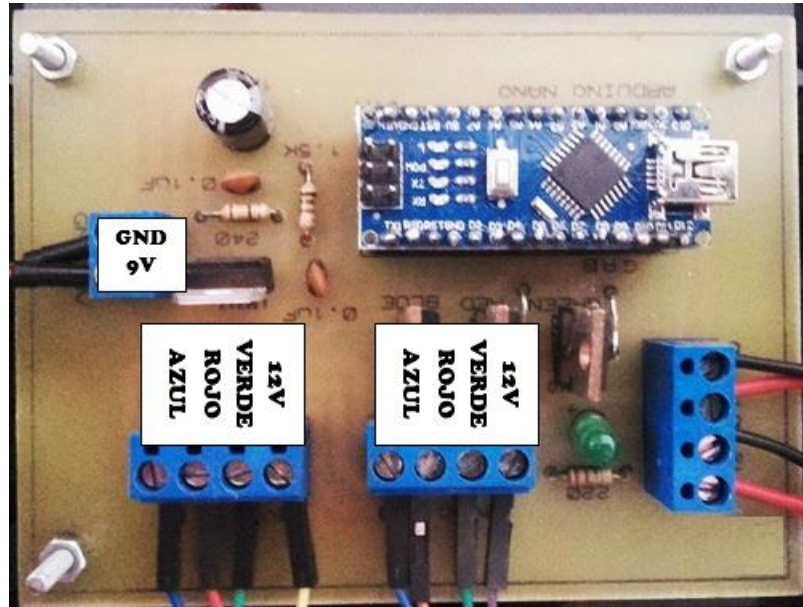
Anexo 8.
Gabinete eléctrico máquina dispensadora de cócteles



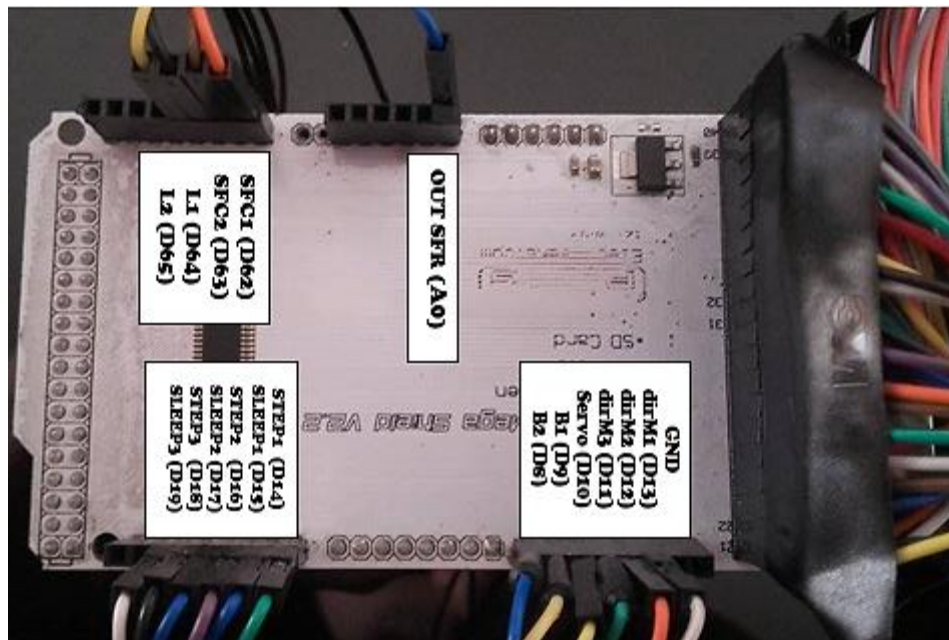
Anexo 9.
Placa PCB control del sistema



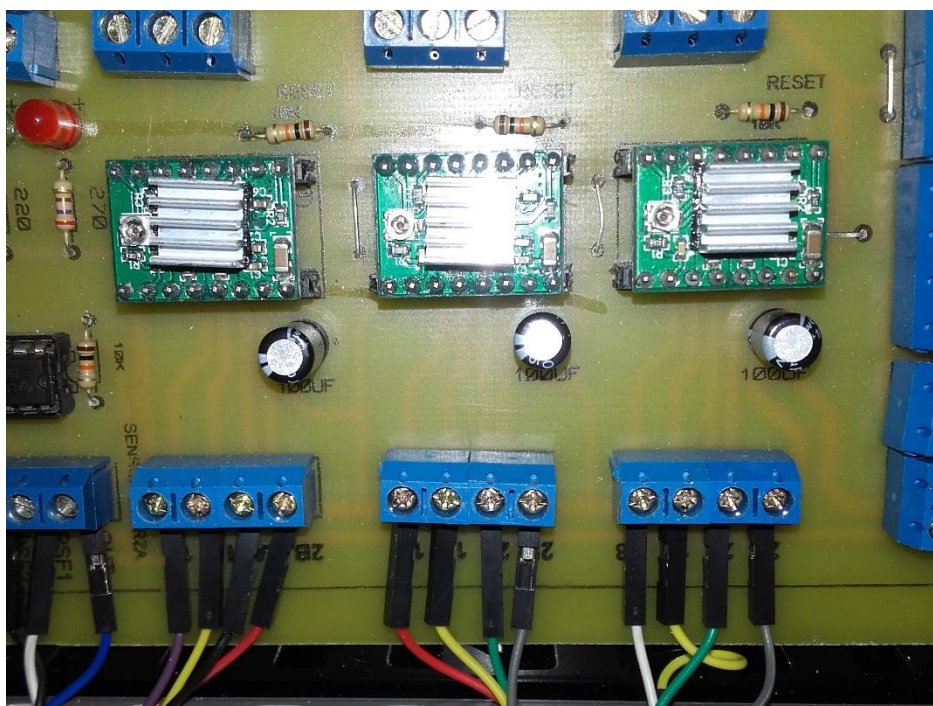
Anexo 10.
Placa PCB control de iluminación y Fuente 9V



Anexo 11.
Conexión pines Arduino 2560 con shield pantalla TFT



Anexo 12. Conexiones cables (colores) motores paso a paso a driver A4988



Anexo 13.
Planos

1

2

3

4

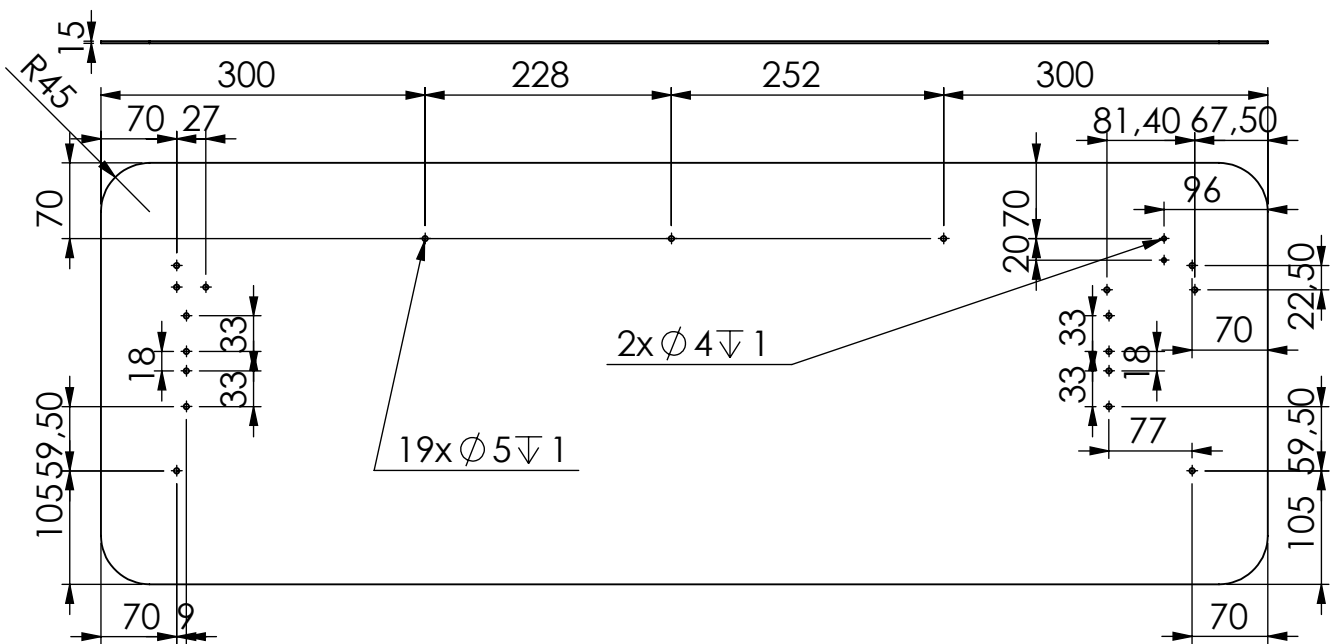
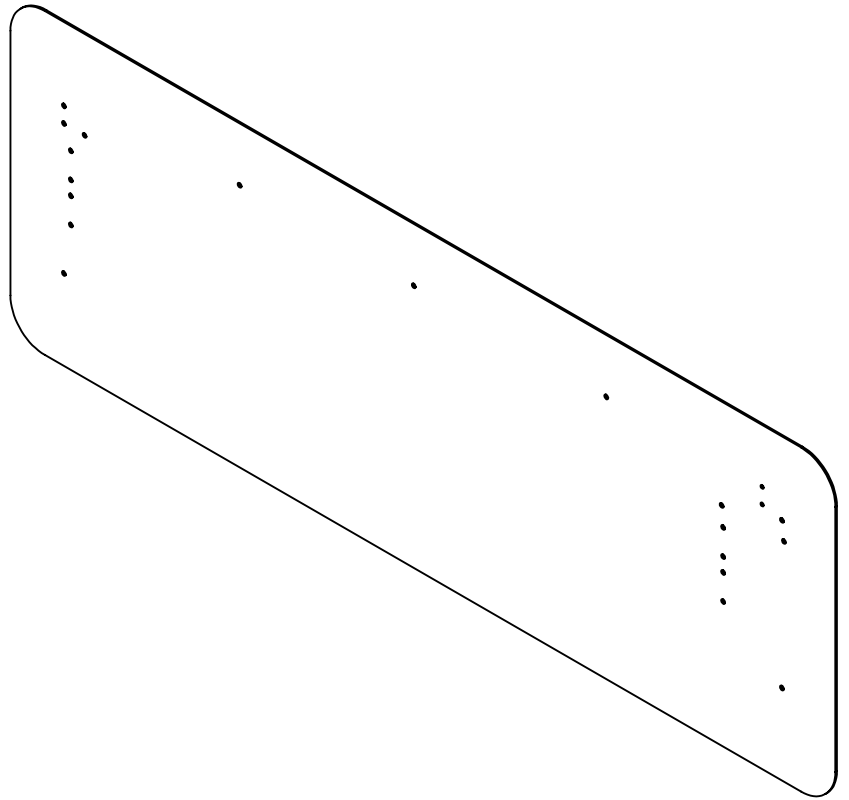
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		MADERA TRIPLEX 15mm	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	7/10/2016		1:7
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

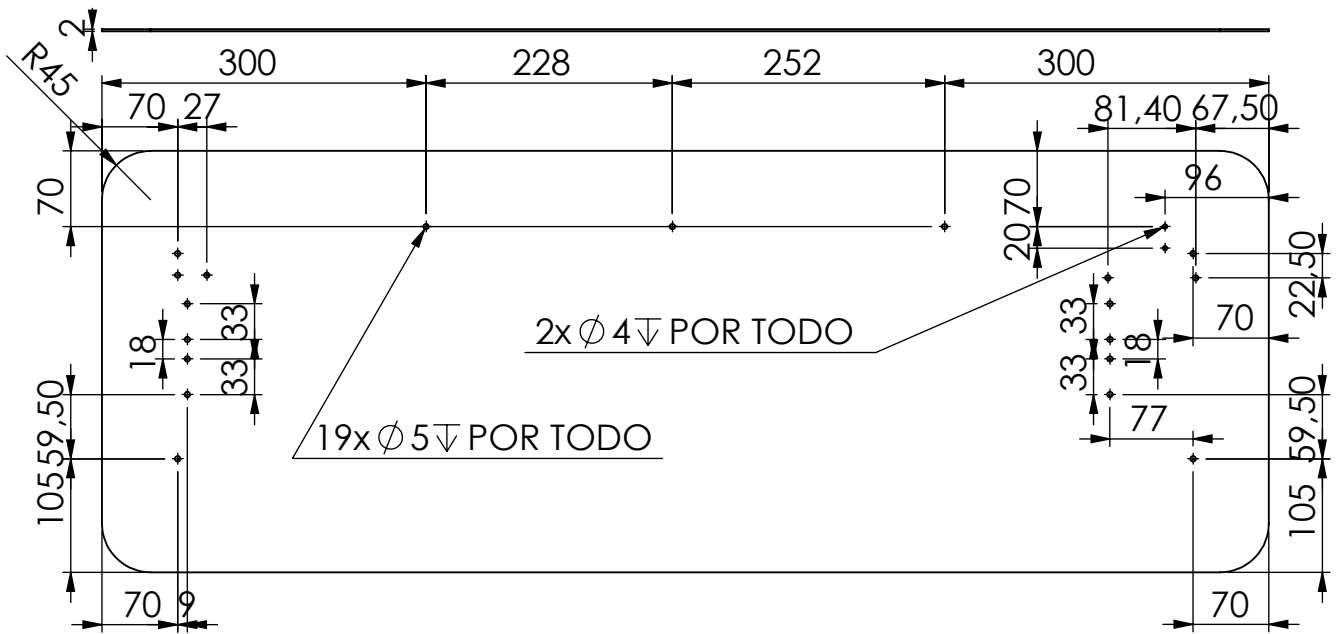
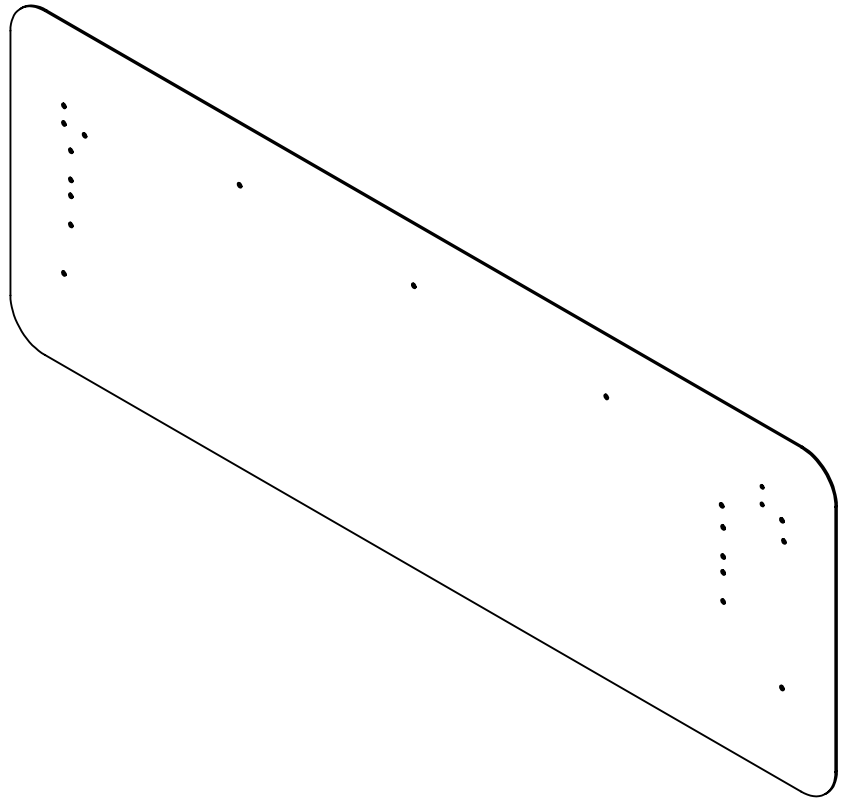
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO TRANSPARENTE 2mm		
							ESCALA: 1:7	
				Fecha	Nombre	BASE ACRÍLICO		
				Dibujado 7/10/2016				
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

2

3

4

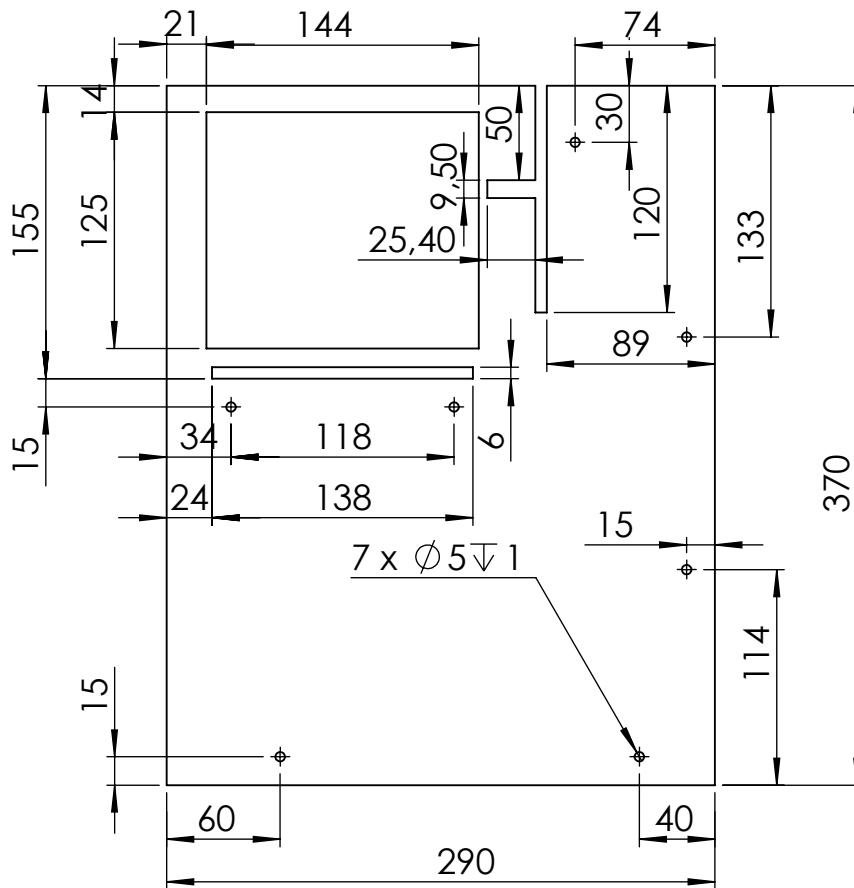
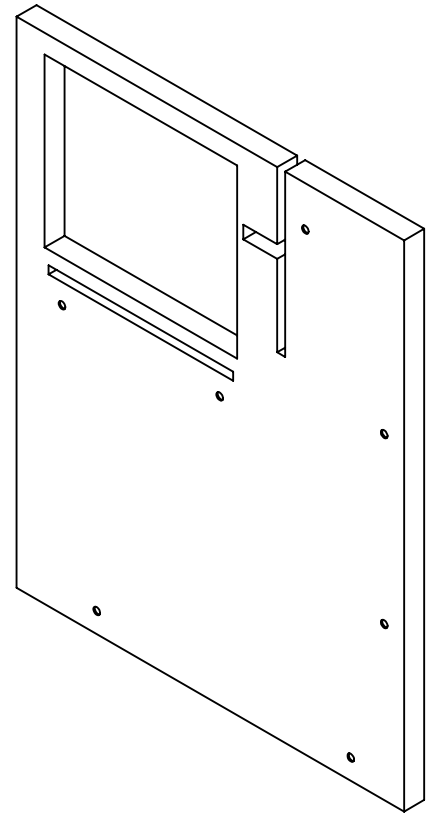
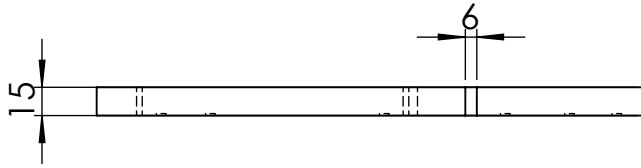
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: MADERA TRIPLEX 15mm	
							ESCALA: 1:4
				Fecha	Nombre	SOPORTE LADO IZQUIERDO	
				Dibujado 02/05/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

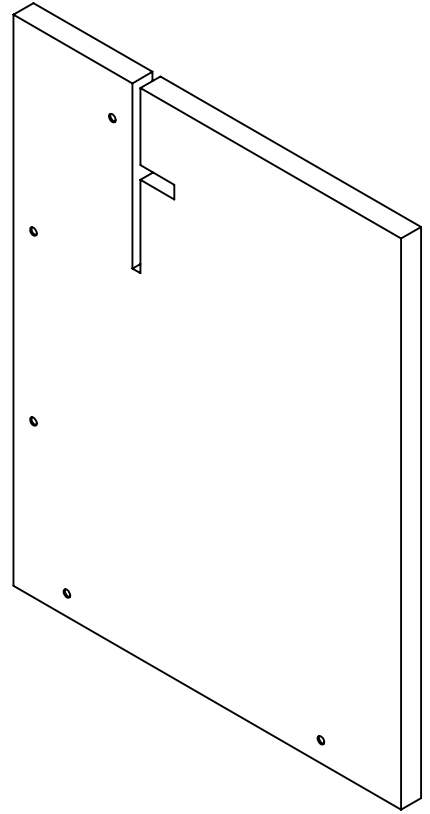
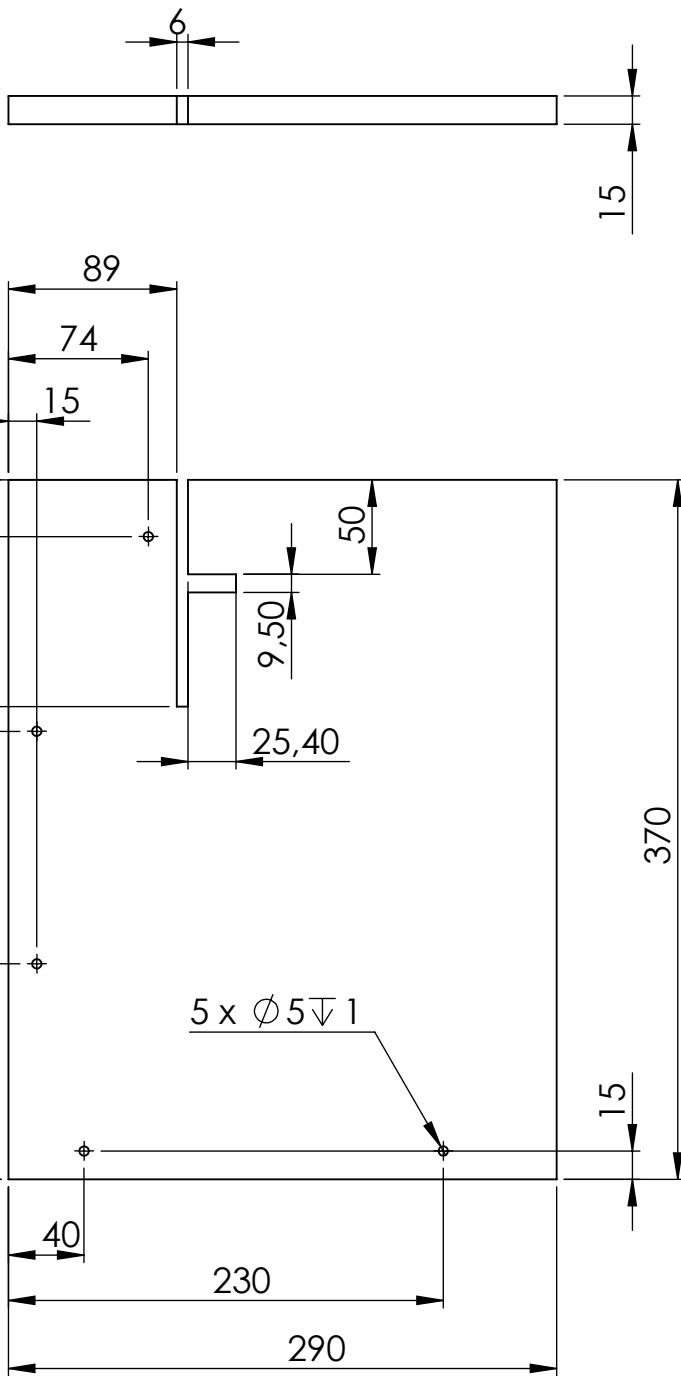
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		MADERA TRIPLEX 15mm	
				Fecha	Nombre	SOPORTE DERECHO	ESCALA:
				Dibujado 02/05/2016			1:4
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTE		PLANO 203	A4

1

2

3

4

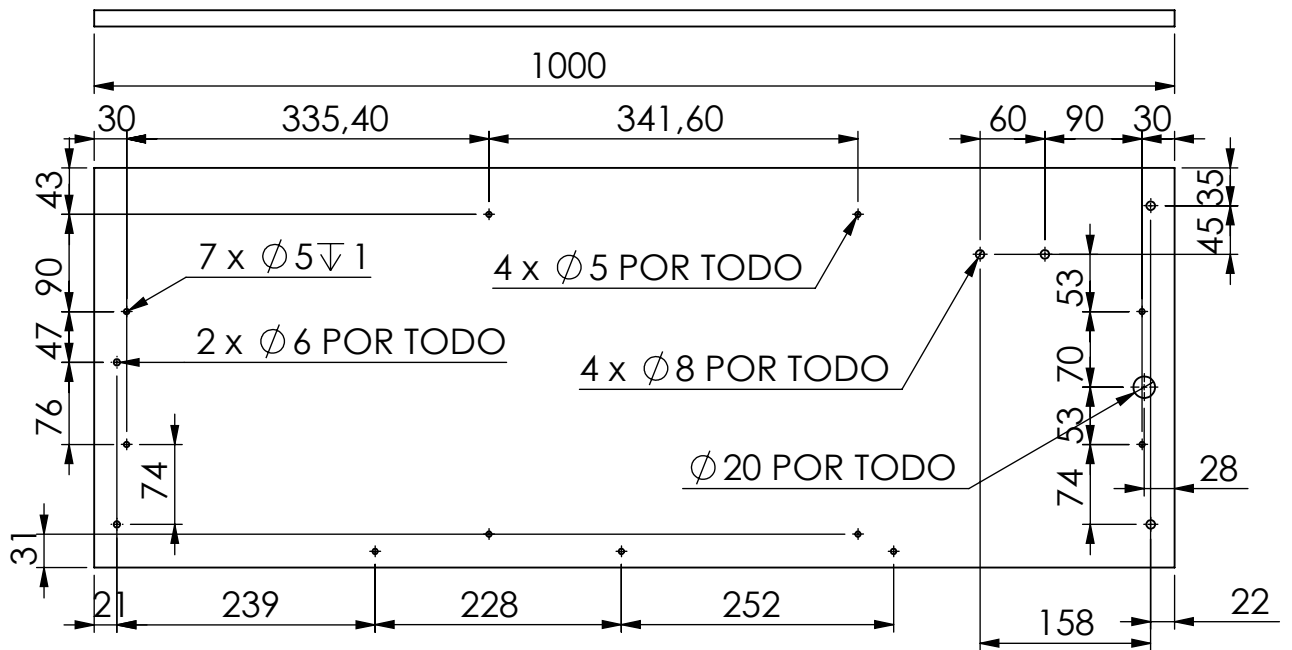
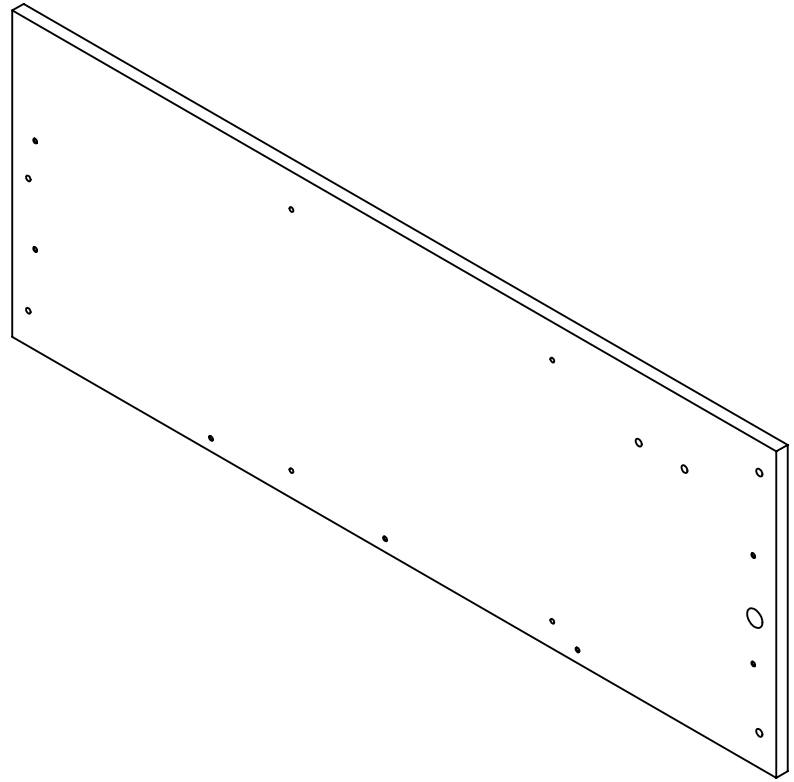
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:

PESO [Kg]:

MATERIAL:

 ± 0.1

MADERA TRIPLEX 15mm

Fecha

Nombre

Dibujado

1/7/2016

Revisado

Aprobado

PIEZA POSTERIOR MADERA

ESCALA:

1:7

FIRMA / EMPRESA:

DIBUJO Nº:

HOJA:

A4

Edición

Modificación

Fecha

Nombre

UTE



1

2

3

4

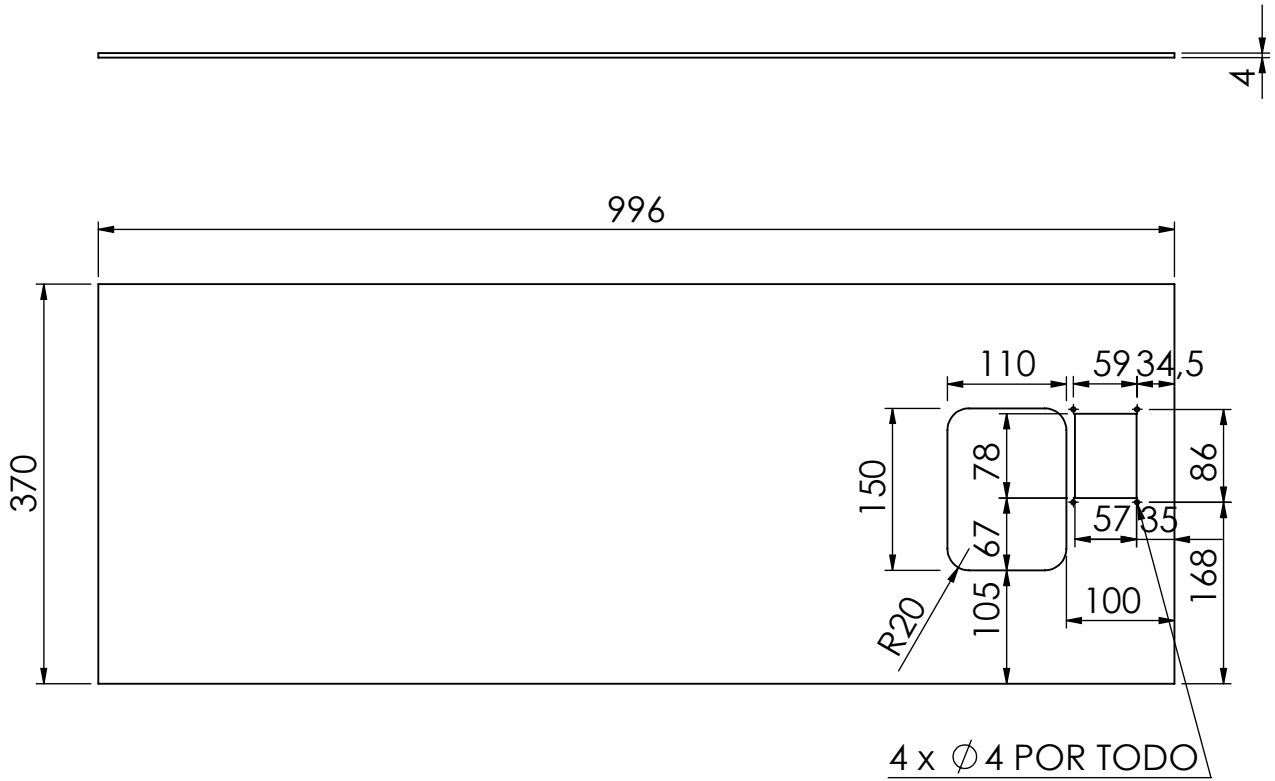
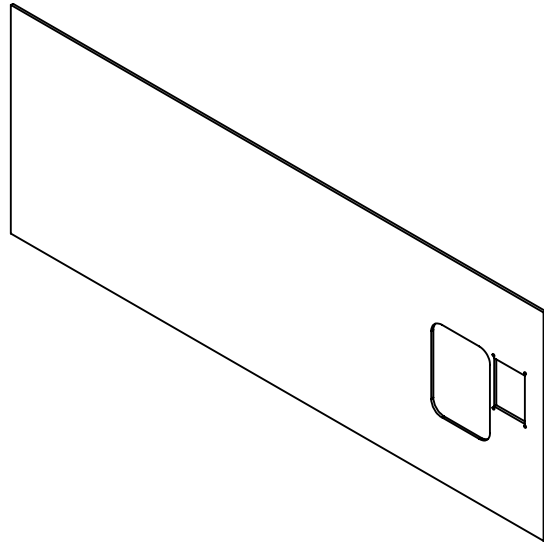
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACRILICO TRANSPARENTE 4mm	
				Fecha	Nombre	PARTE FRONTAL	ESCALA:
				Dibujado 02/05/2016			1:7
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

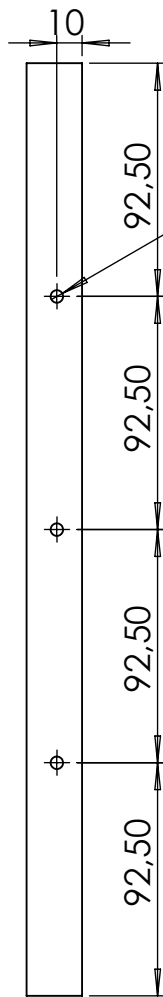
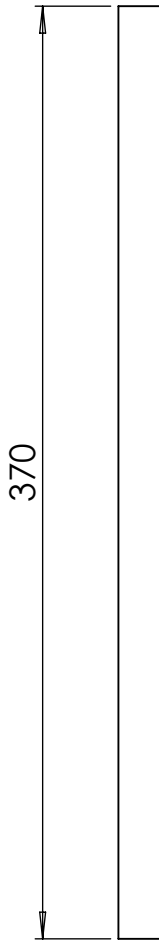
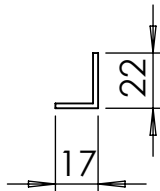
A

B

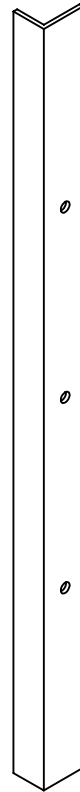
C

D

E



3 x Ø5 POR TODO



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACRÍLICO NEGRO 2mm	
				Fecha	Nombre	APOYO SOPORTE FRONTAL ACRÍLICO MADERA	
				Dibujado 06/06/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
						PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

ESCALA:

1:3

HOJA:

A4

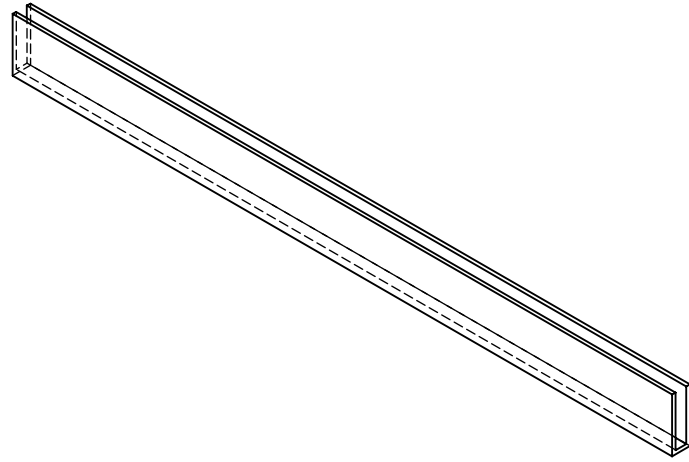
1

2

3

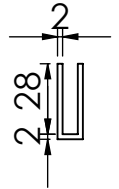
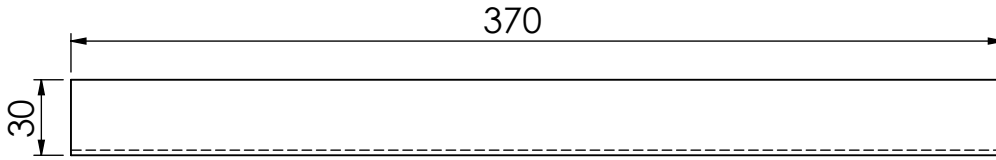
4

A

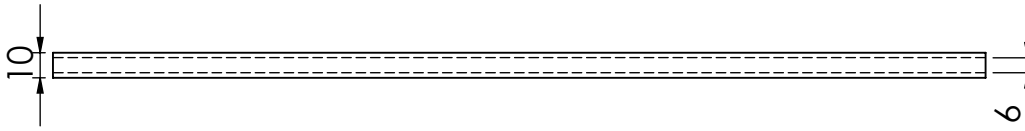


B

C



D



E

				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO NEGRO 2mm		
						SOPORTE PIEZA FRONTAL	ESCALA: 1:3	
				Dibujado	Fecha			
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO N°: PLANO 203	HOJA: A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

2

3

4

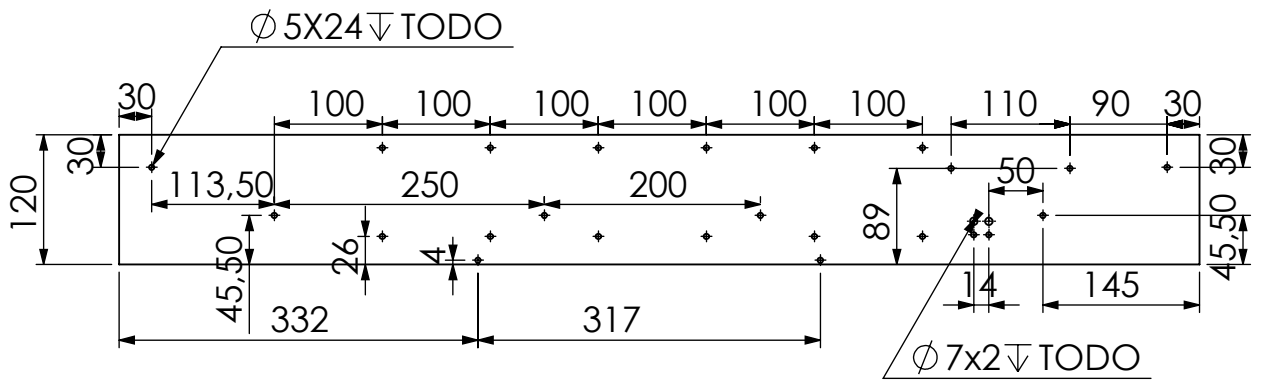
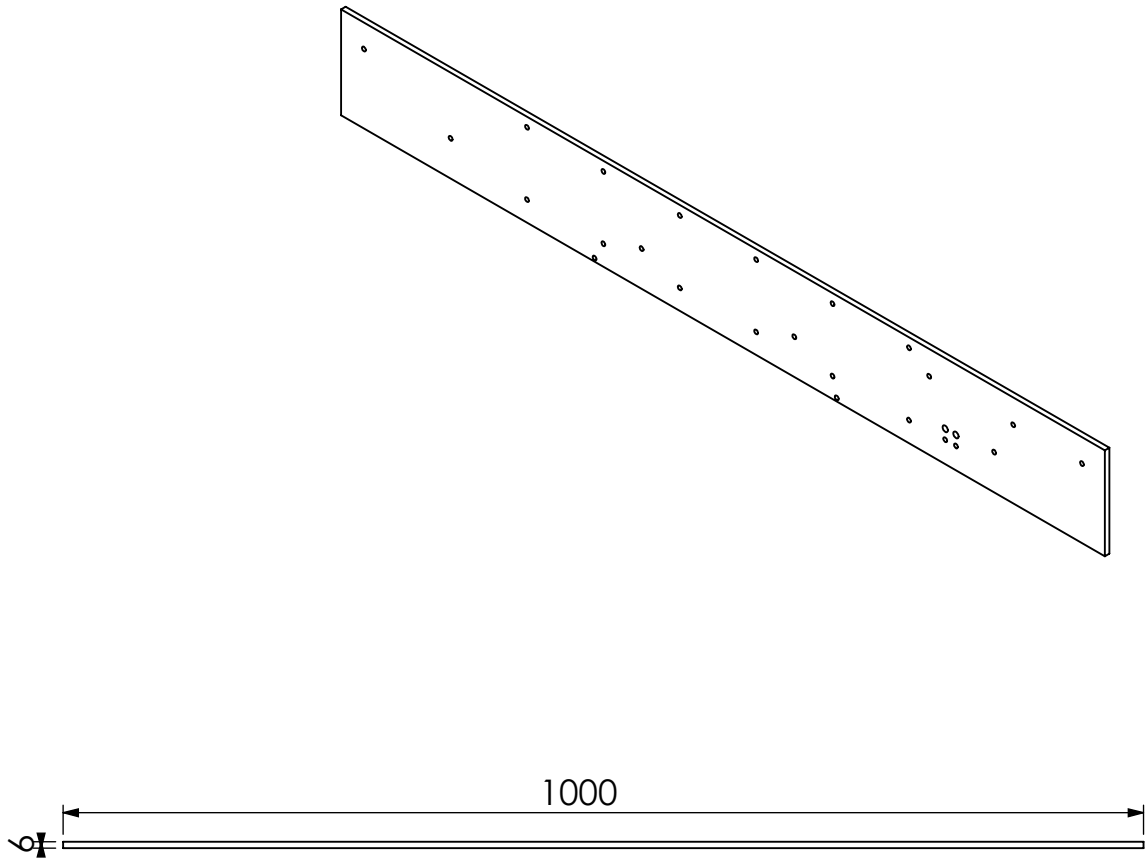
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACRILICO TRANSPARENTE 6mm	
				Fecha	Nombre		ESCALA:
				Dibujado 14/8/2016		SOPORTE SUJETADORES BOTELLAS	1:7
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

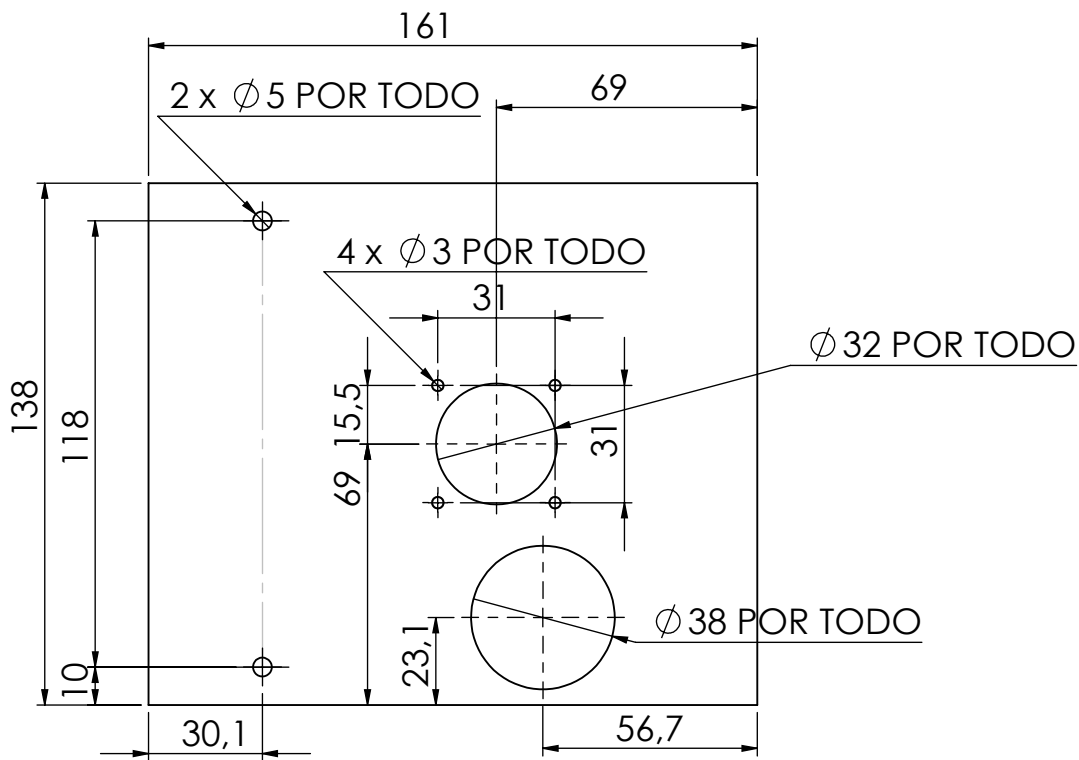
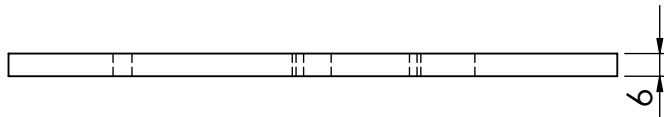
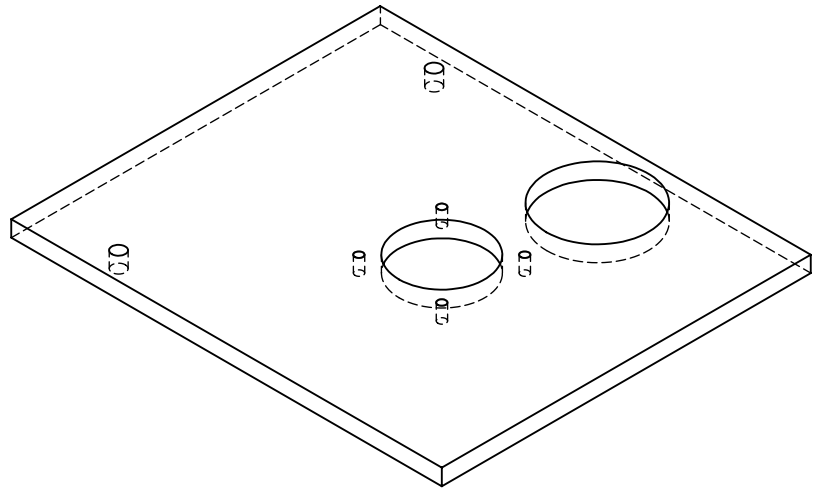
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO TRANSPARENTE 6mm	
							ESCALA: 1:2
				Fecha	Nombre	BASE ESTATICA DISPENSADOR VASOS	HOJA: A4
				Dibujado 03/05/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO N°: PLANO 203	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

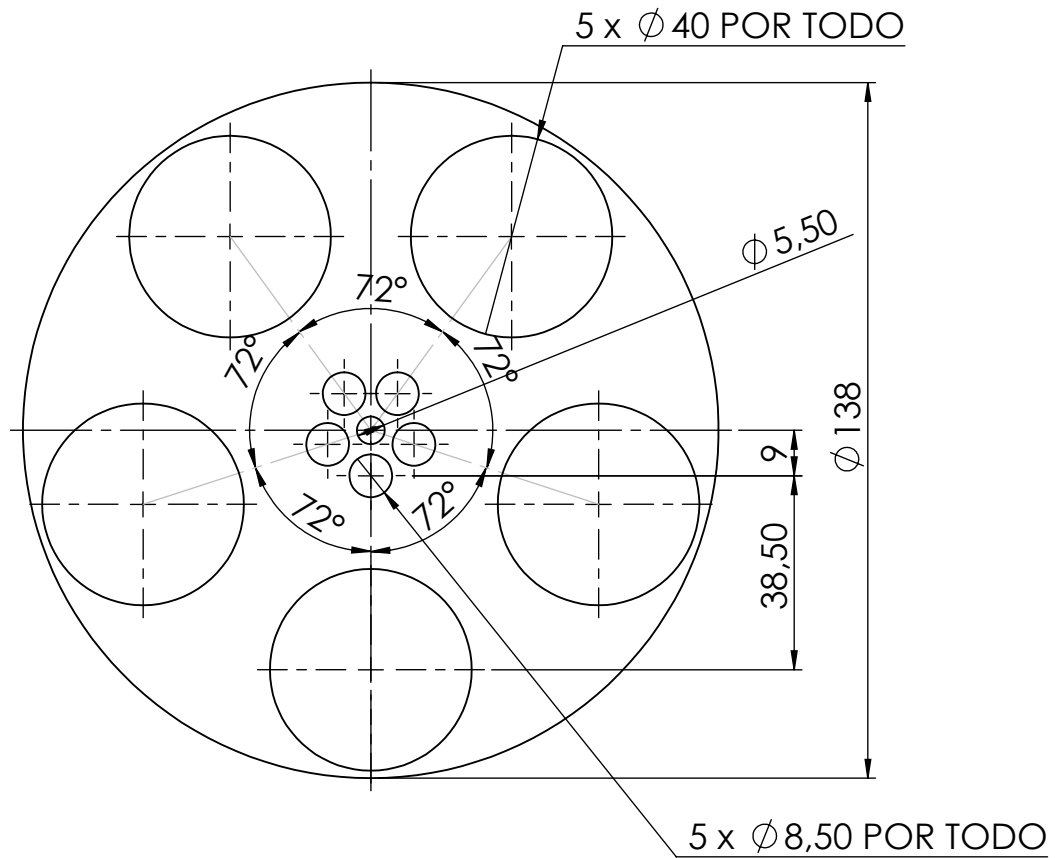
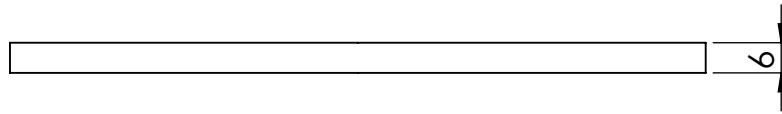
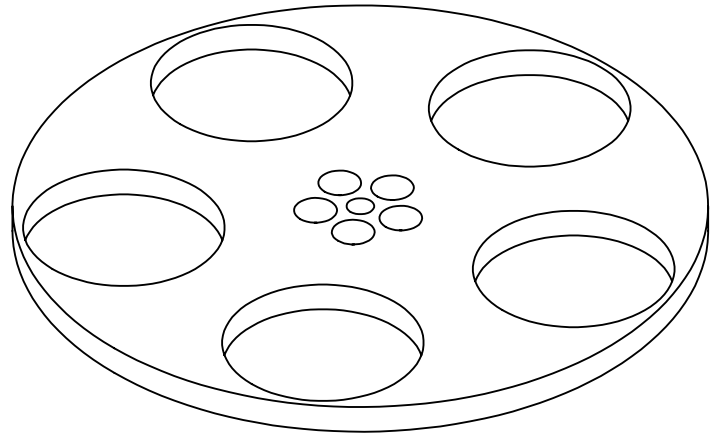
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACRÍLICO TRANSPARENTE 6mm	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	06/06/2016		2:3
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

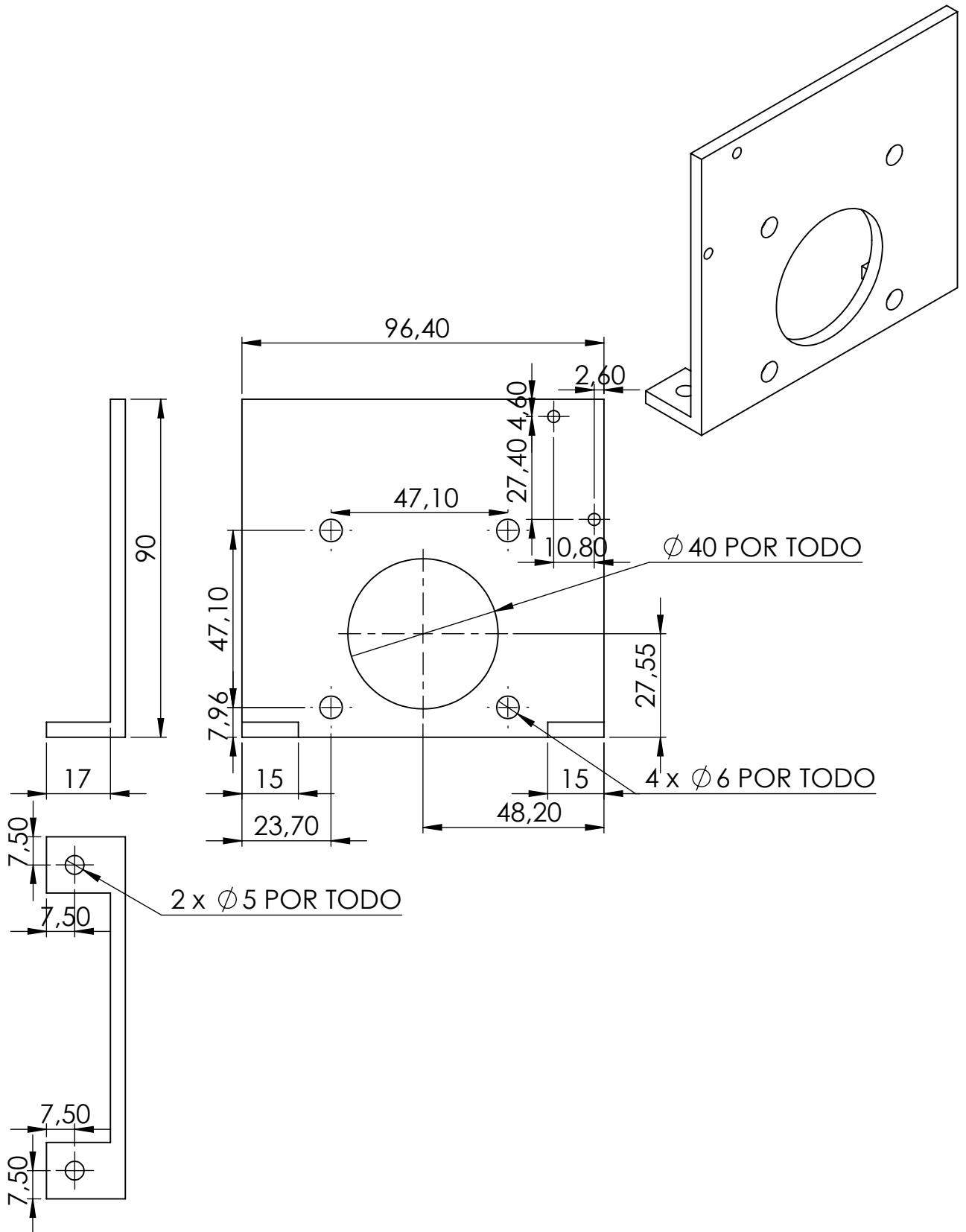
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:

PESO [Kg]:

MATERIAL:

 ± 0.1

ACRILICO NEGRO 4mm

Fecha

Nombre

Dibujado 11/8/2016

Revisado

Aprobado

PIEZA MOTOR PASO A PASO BANDA

ESCALA:

2:3

FIRMA / EMPRESA:

DIBUJO N°:

UTE



PLANO 203

HOJA:

A4

Edición Modificación Fecha Nombre

1

2

3

4

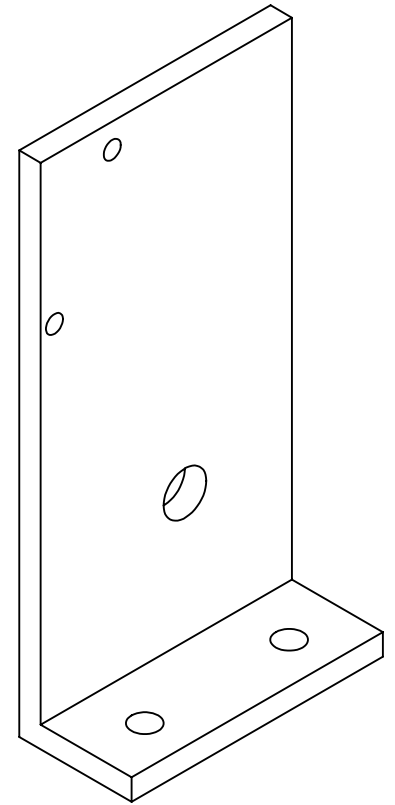
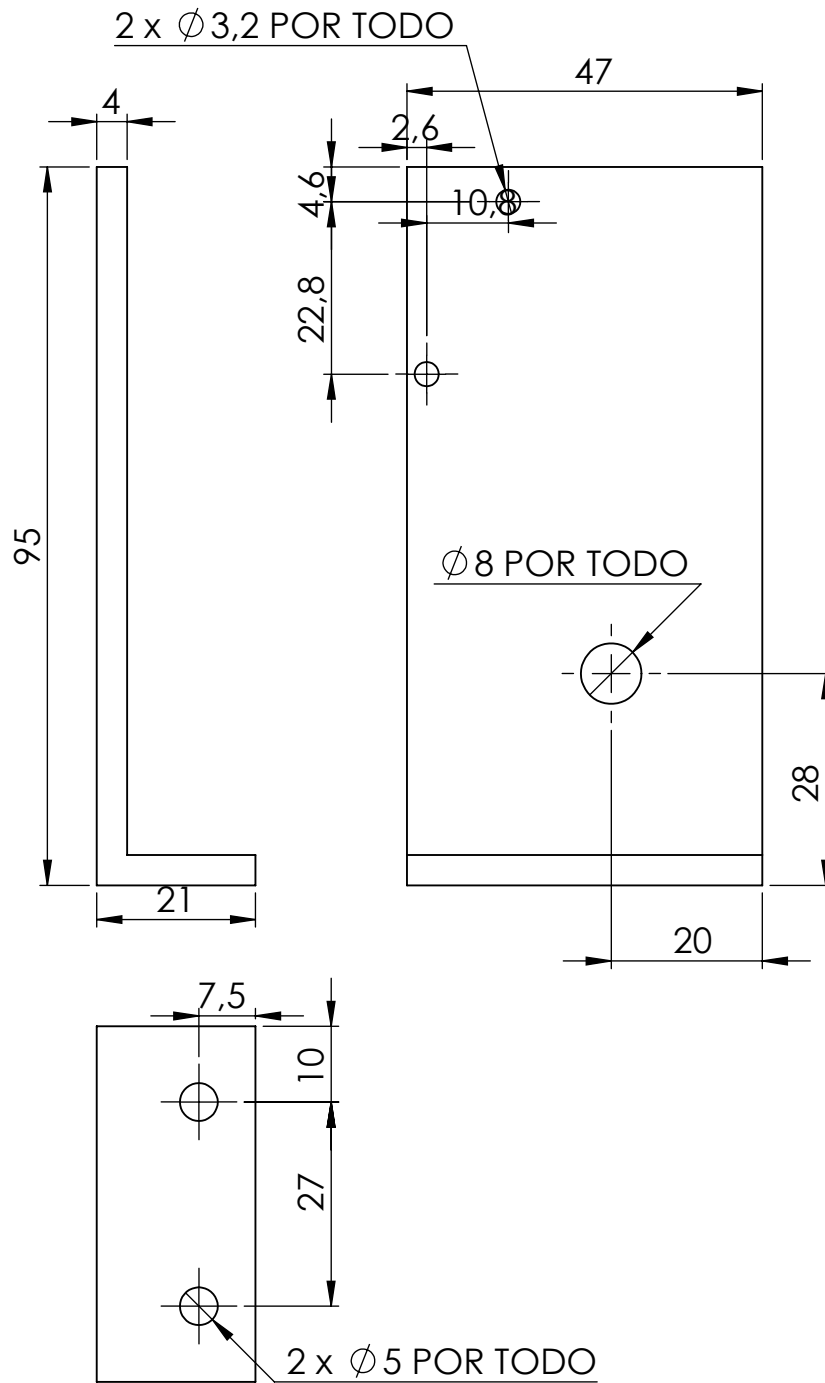
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:

PESO [Kg]:

MATERIAL:

 ± 0.1

ACRILICO NEGRO 4mm

Fecha

Nombre

Dibujado 15/7/2016

Revisado

Aprobado

PLACA SOPORTE BANDA

ESCALA:

1:1

FIRMA / EMPRESA:

DIBUJO Nº:

HOJA:

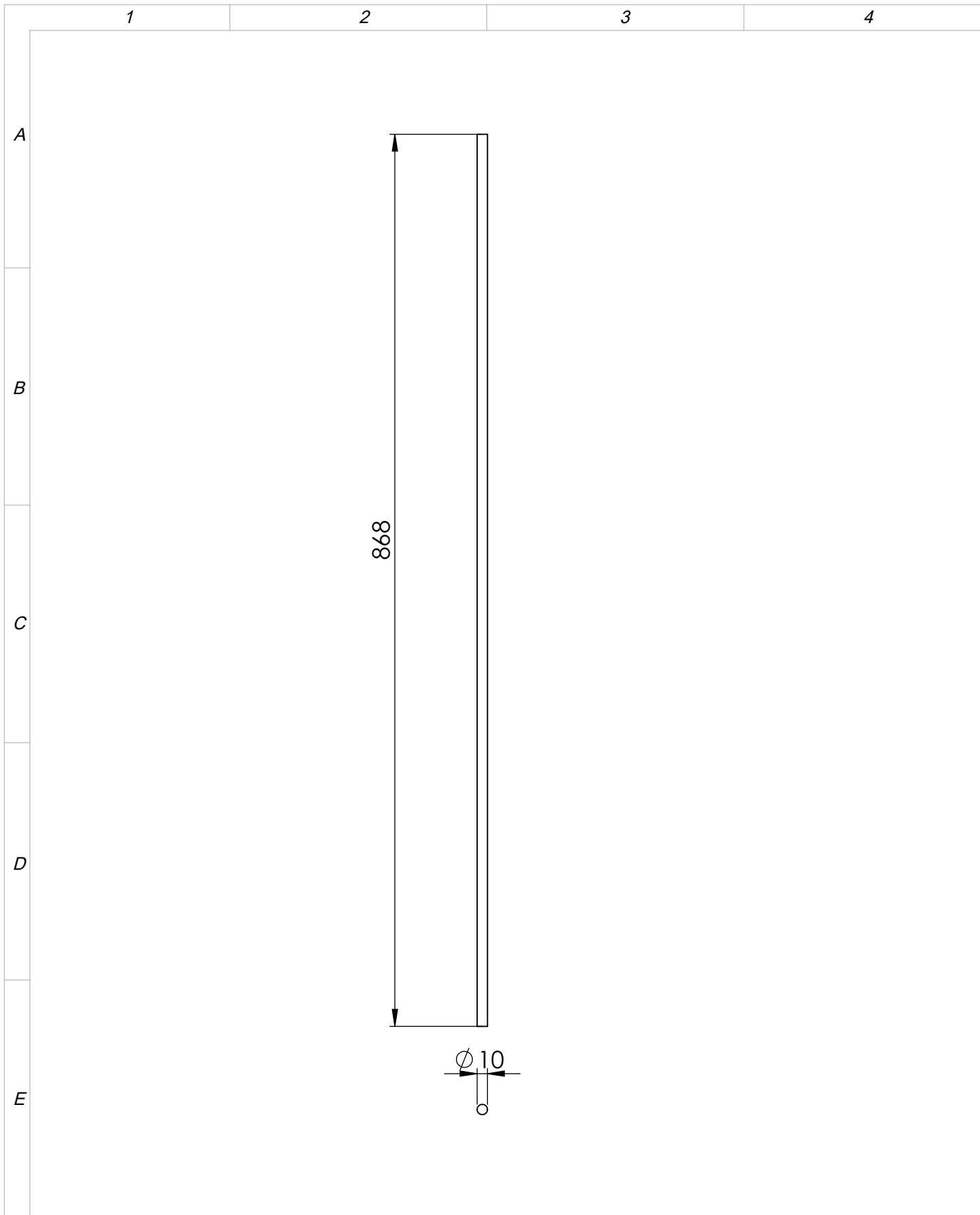
UTE



PLANO 203

A4

Edición Modificación Fecha Nombre



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACERO K510	
					Fecha	Nombre	VIGAS DE DESPLAZAMIENTO
				Dibujado	11/8/2016		
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:	DIBUJO Nº:		ESCALA:
				UTE	PLANO 203		1:5
							HOJA:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				A4

1

2

3

4

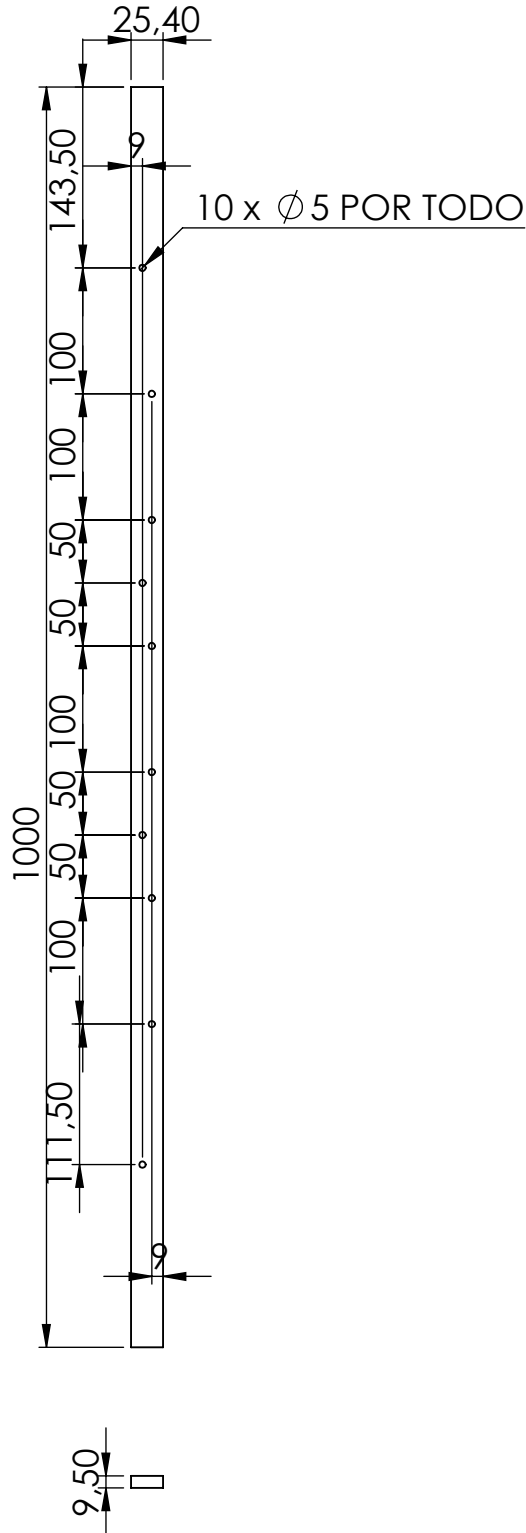
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACERO INOXIDABLE AISI 304	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	28/7/2016		1:6
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
				UTE 		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

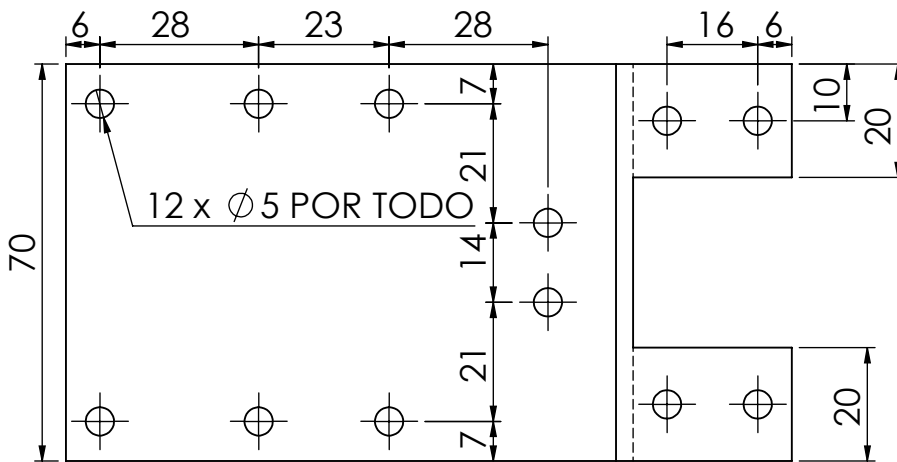
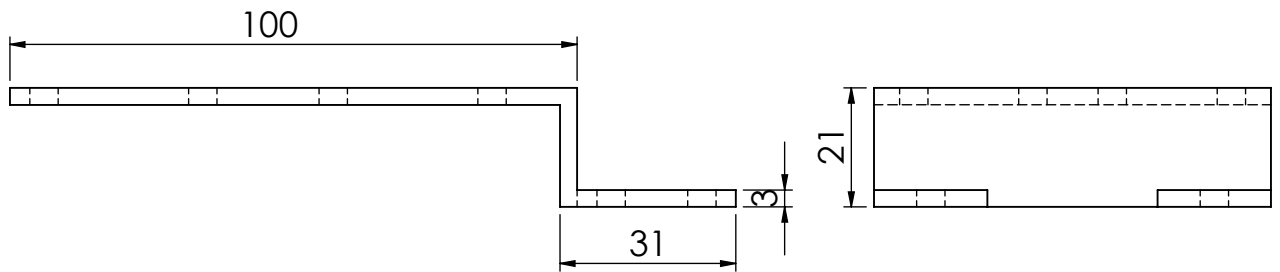
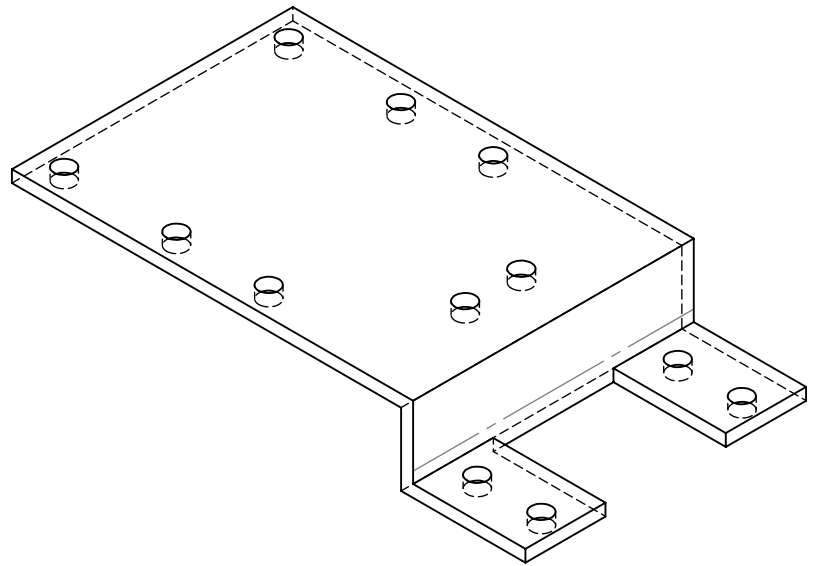
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO NEGRO 3mm		
							ESCALA: 3:4	
				Fecha 04/05/2016	Nombre	BASE PLATAFORMA MOVIL		
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

2

3

4

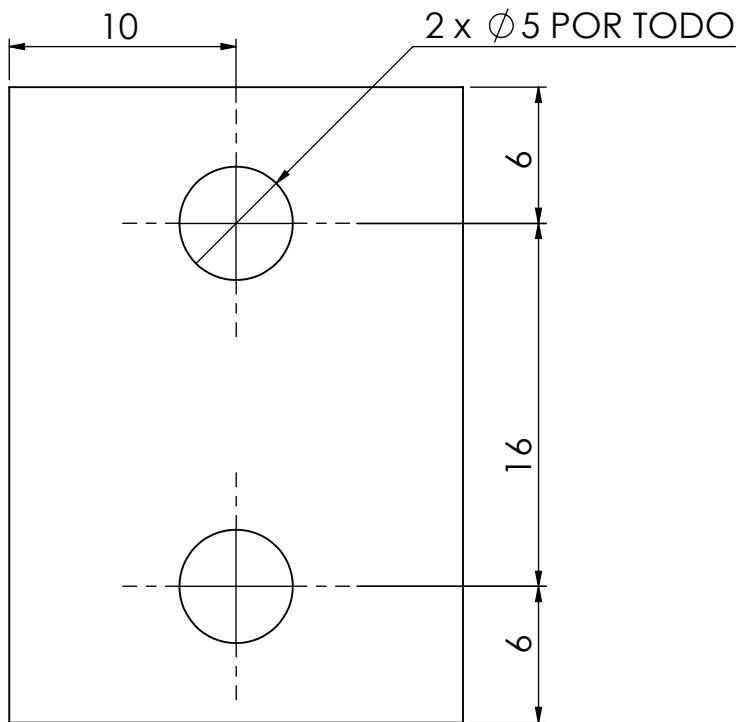
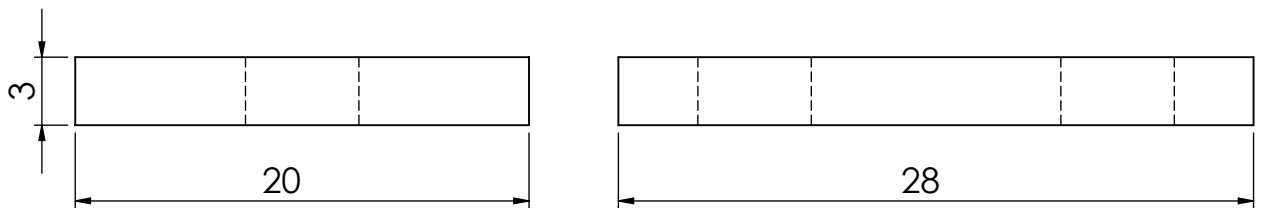
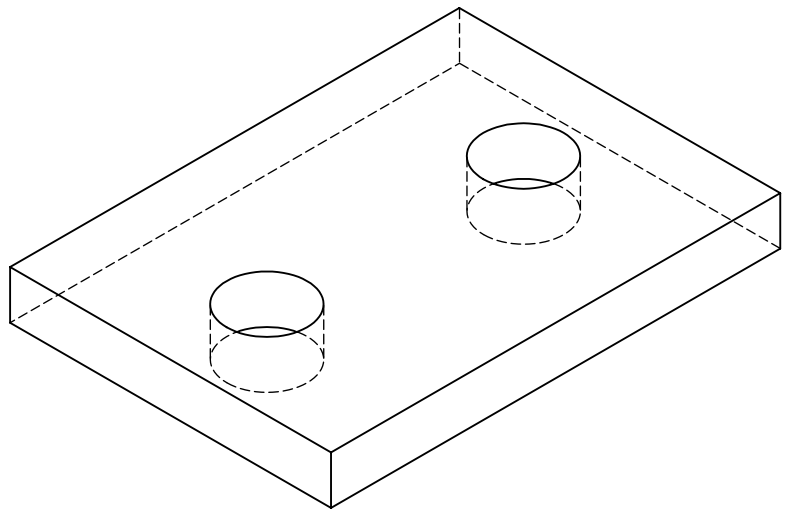
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO NEGRO 3mm		
							ESCALA: 3:1	
				Fecha	Nombre	PLACA TENSORA BANDA SINCRONA		
				Dibujado 04/05/2016				
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

2

3

4

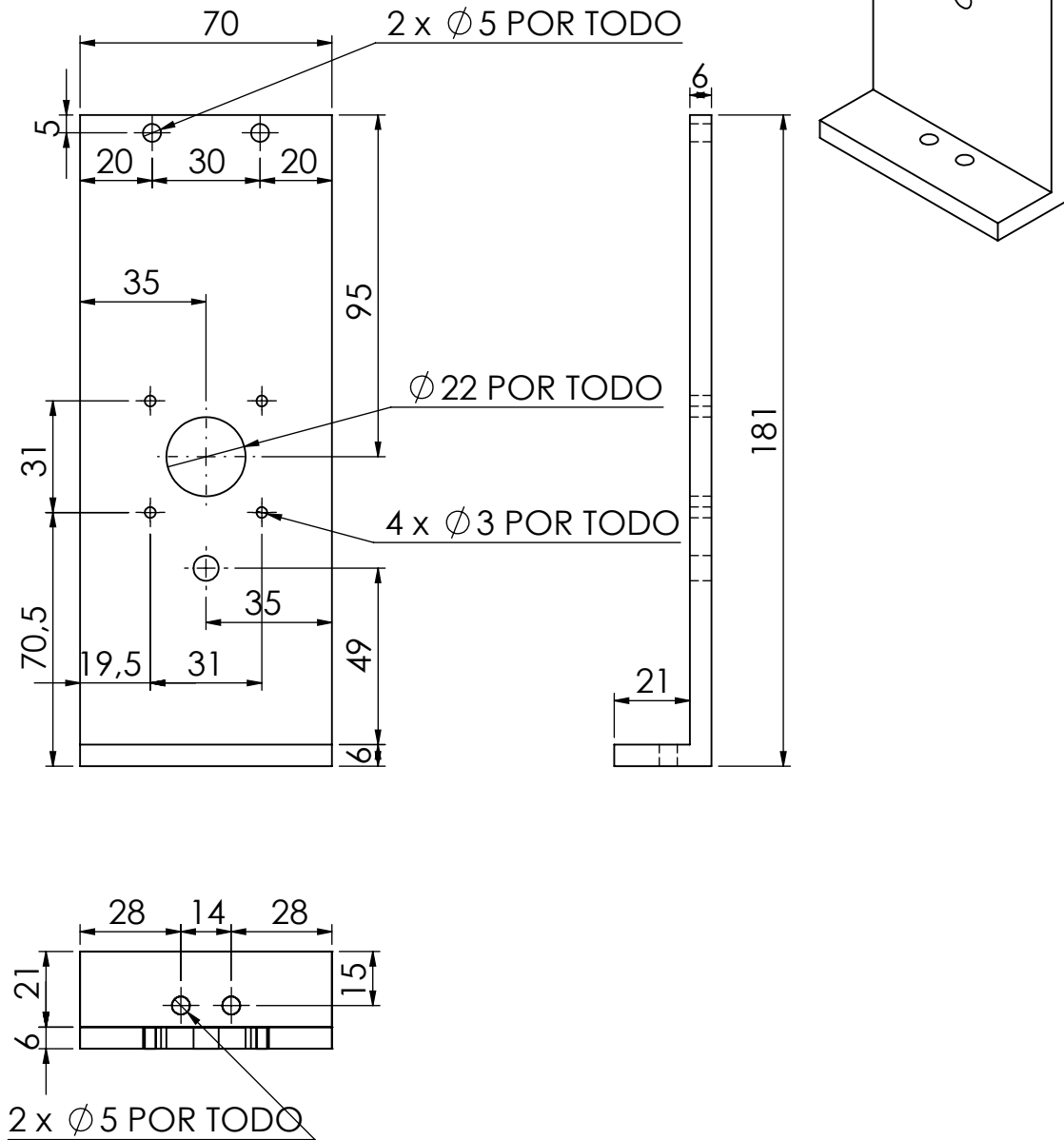
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACRILICO ESMERILADO 6mm	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	04/05/2016		1:2
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

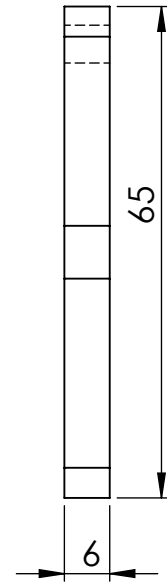
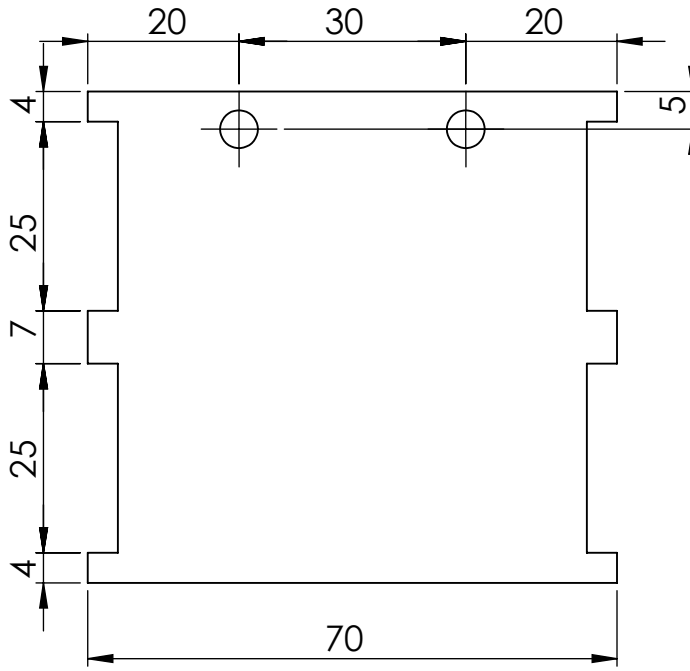
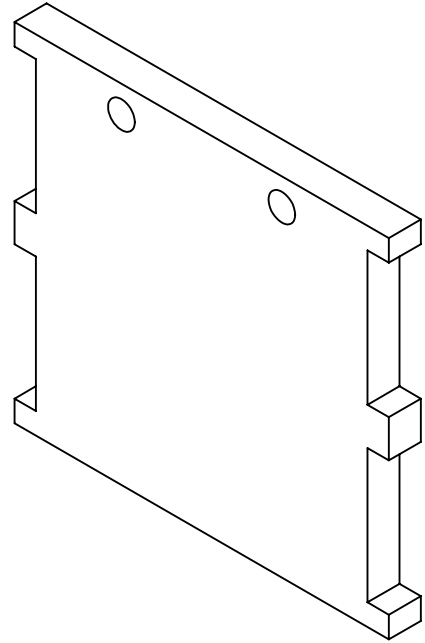
A

B

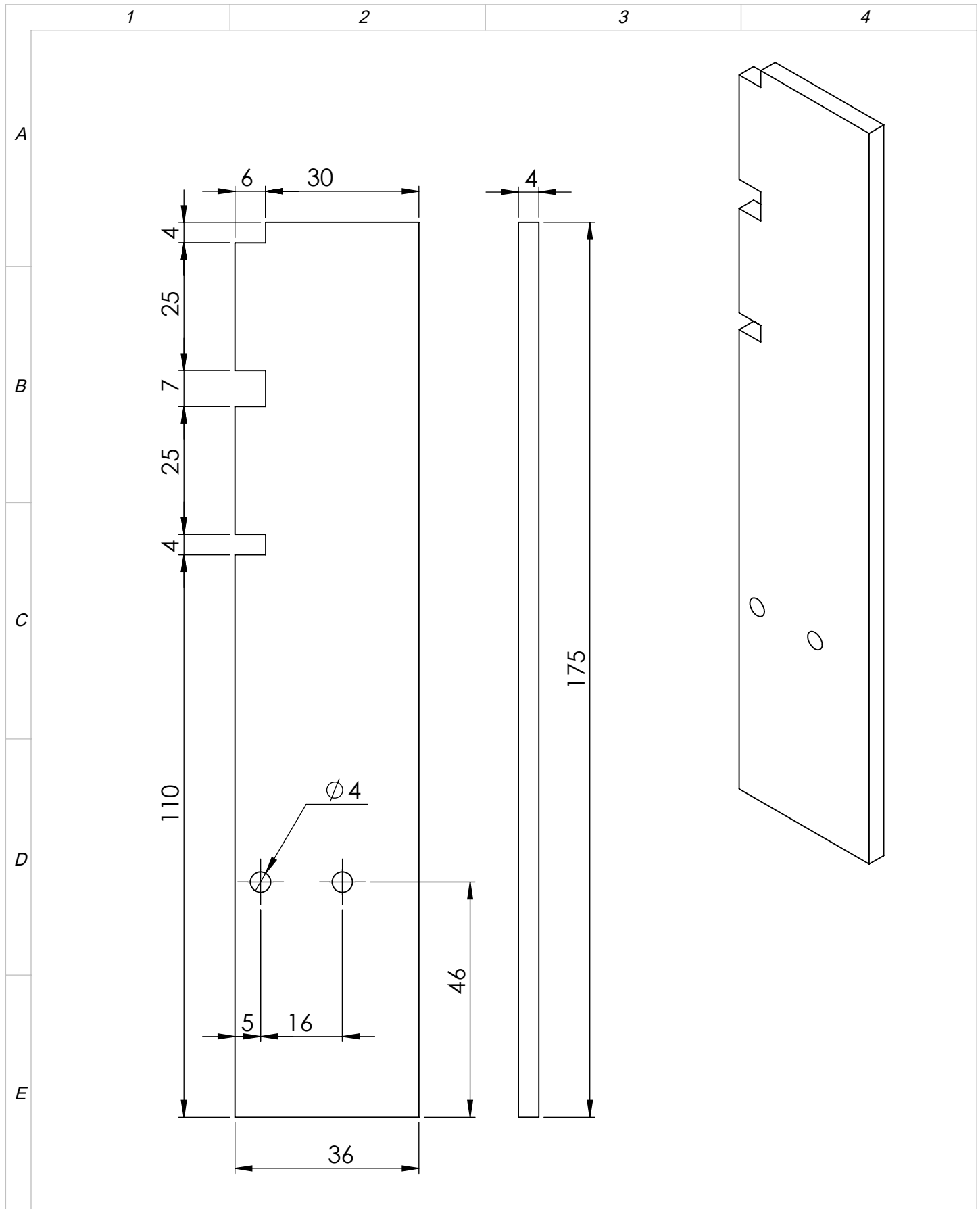
C

D

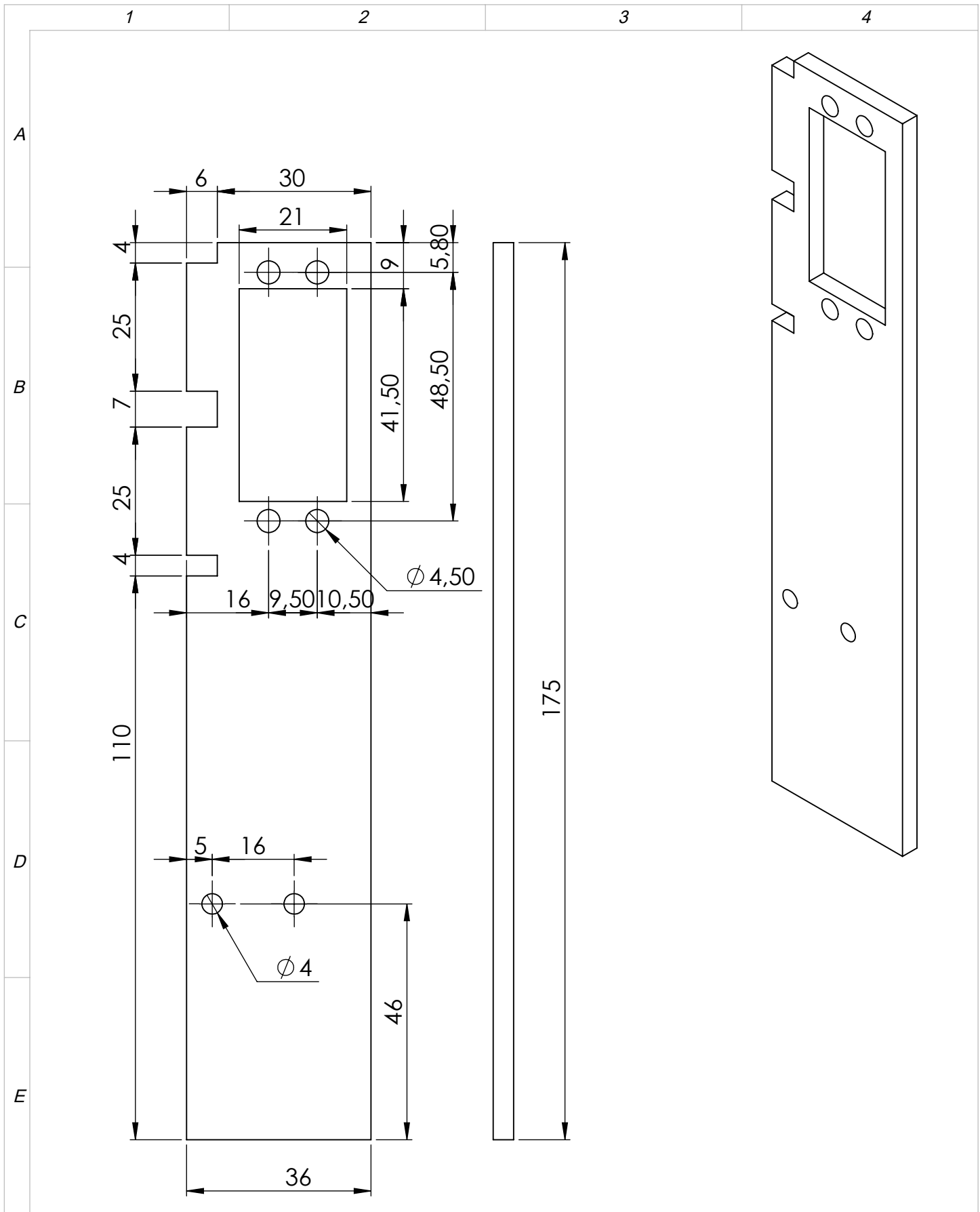
E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO TRANSPARENTE 6mm	
							ESCALA: 1:1
				Fecha	Nombre	PIEZA CENTRAL PLATAFORMA MÓVIL POSTERIOR	
				Dibujado 7/10/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRÍLICO NEGRO 4mm	
							ESCALA: 1:1
				Fecha	Nombre	PIEZA DERECHA PLATAFORMA MÓVIL	
				Dibujado 7/10/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRÍLICO NEGRO 4mm	
							ESCALA: 1:1
				Fecha	Nombre	PIEZA IZQUIERDA PLATAFORMA MOVIL SERVO MOTOR	
				Dibujado 7/10/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

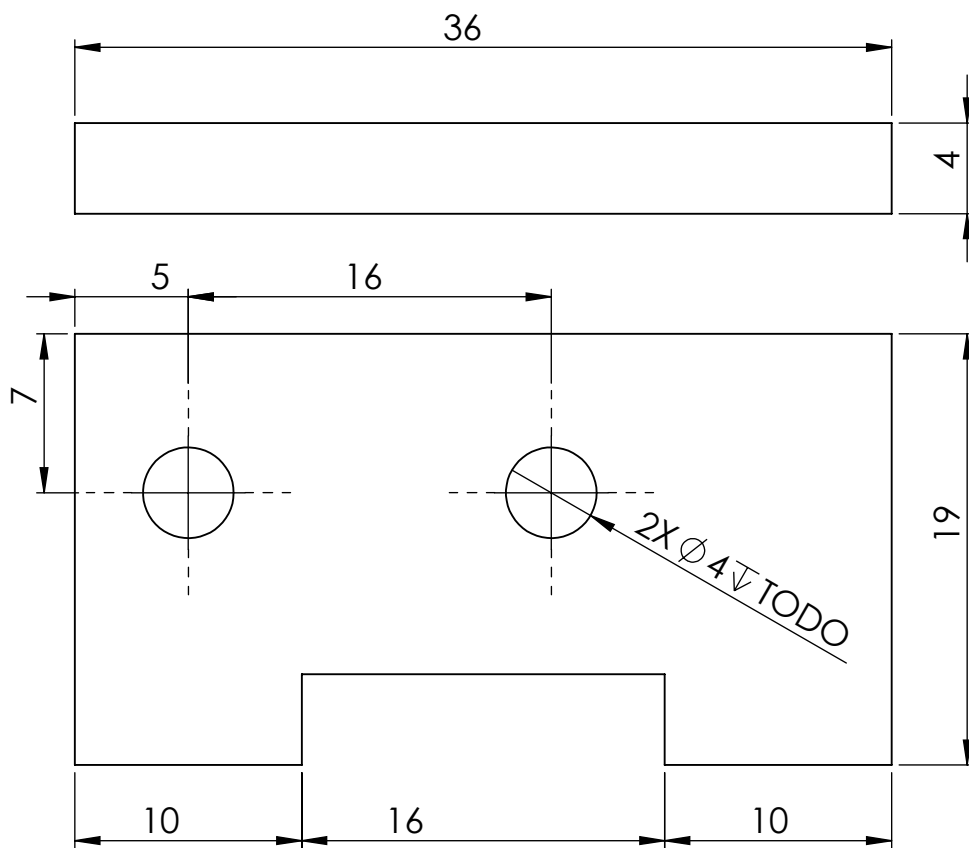
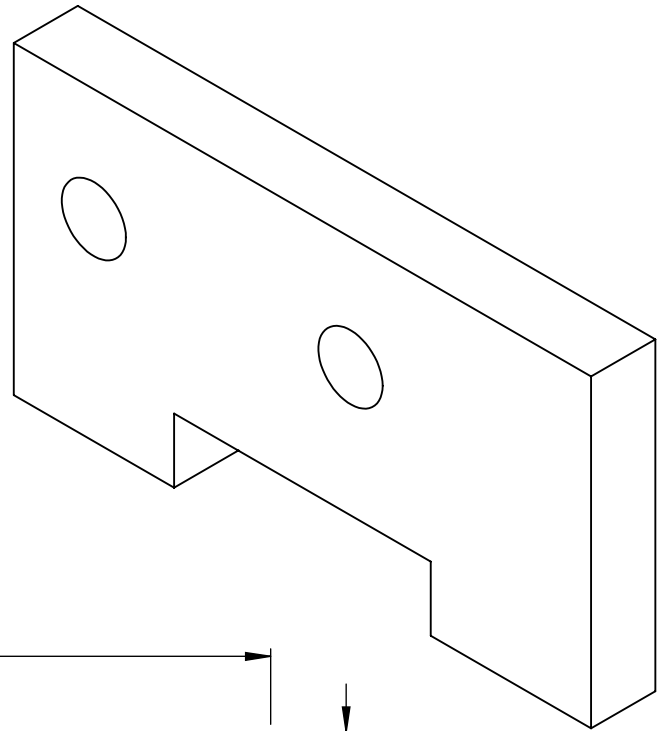
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRÍLICO NEGRO 4mm		
							ESCALA: 3:1	
				Fecha	Nombre	PIEZA SOPORTE CENTRAL TRASERO PLATAFORMA MÓVIL	3:1	
				Dibujado	10/10/2016			
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

2

3

4

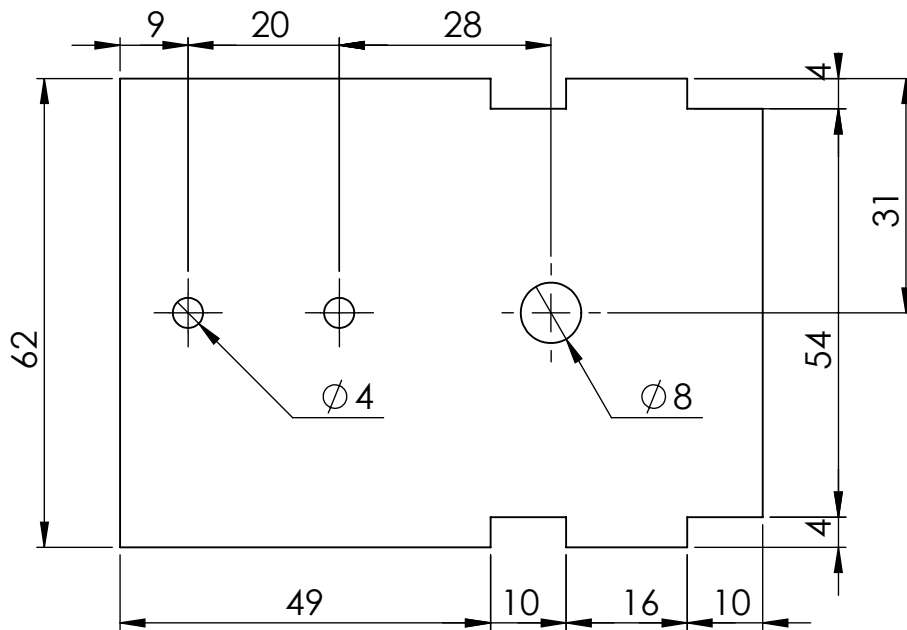
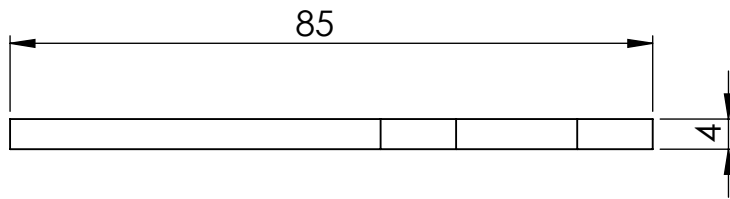
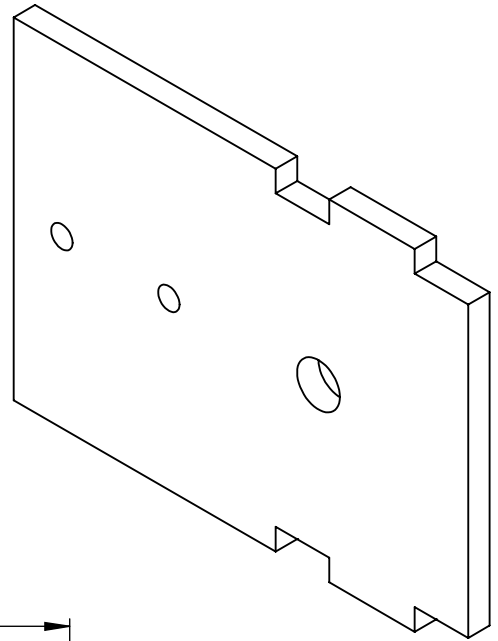
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRÍLICO NEGRO 4mm	
							ESCALA: 1:1
				Fecha	Nombre	PIEZA BASE SUJETADORA CADENA PORTACABLES	
				Dibujado 7/10/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

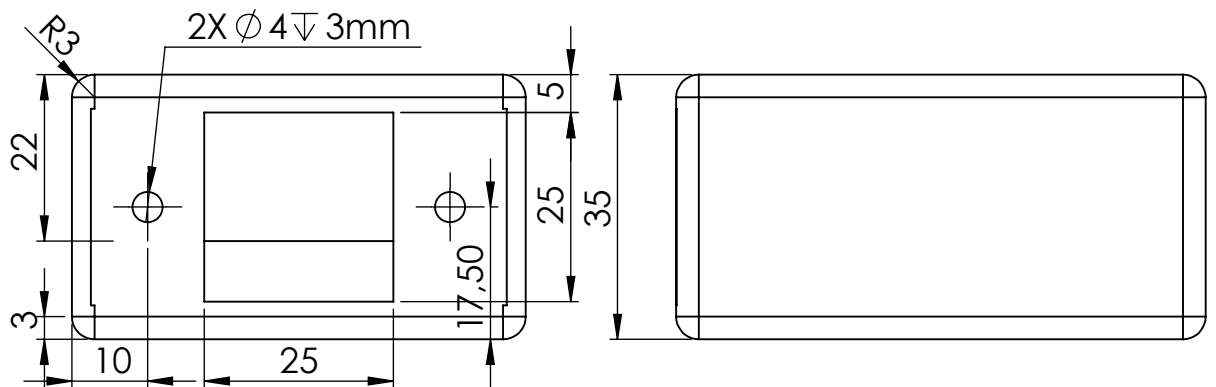
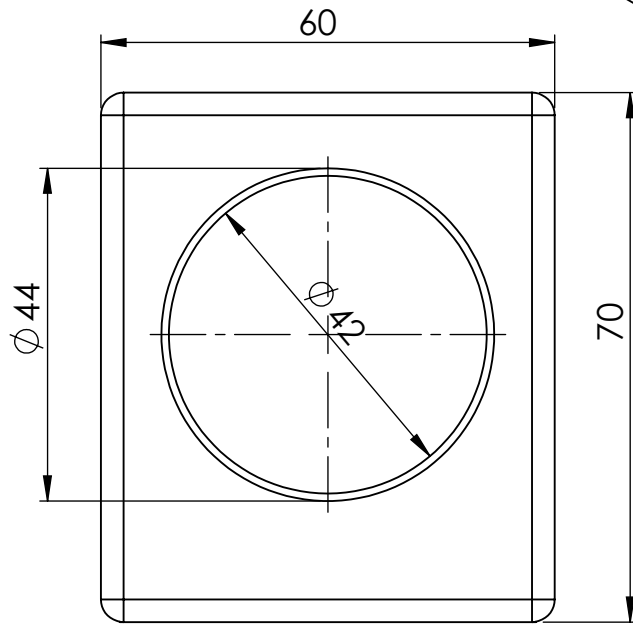
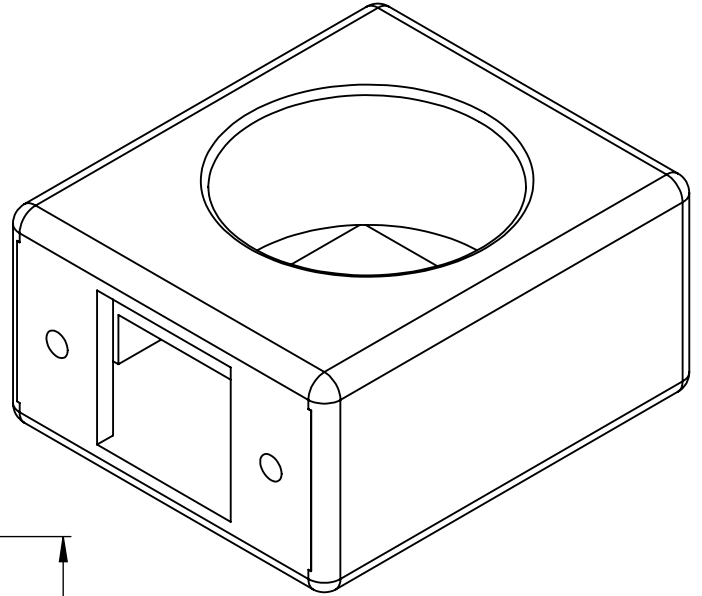
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: PLÁSTICO PLA	
						SOPORTE VASO	ESCALA: 1:1
				Fecha	Nombre		
				Dibujado 9/11/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

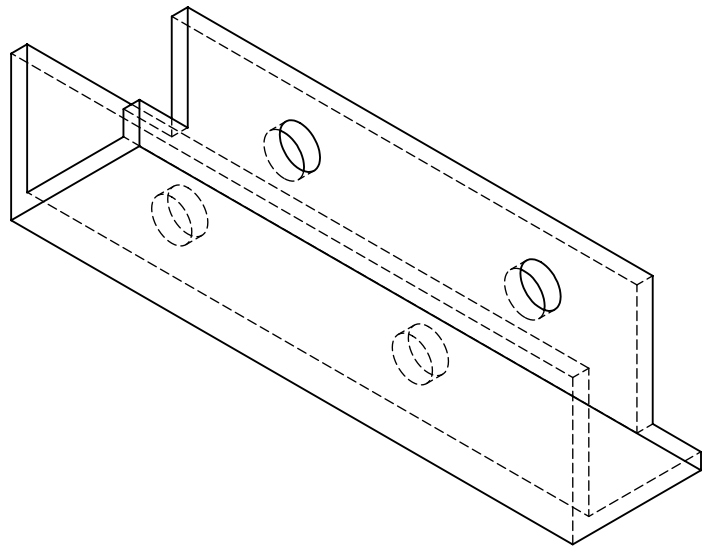
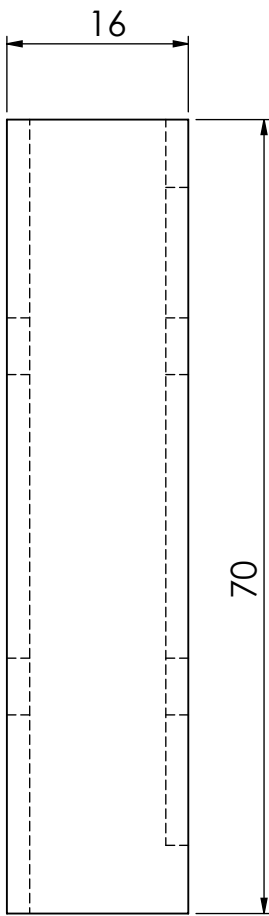
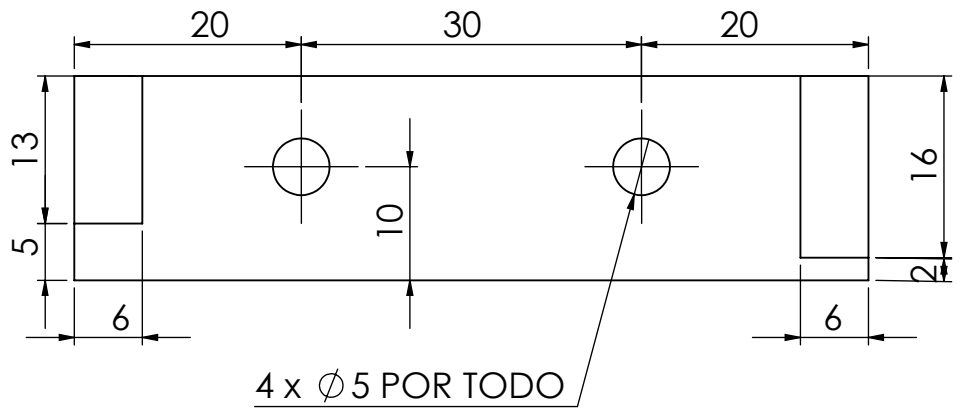
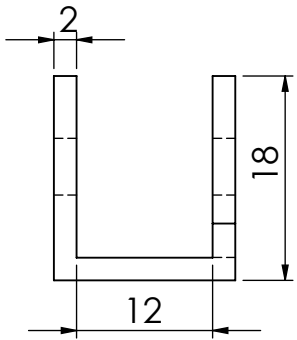
A

B

C

D

E



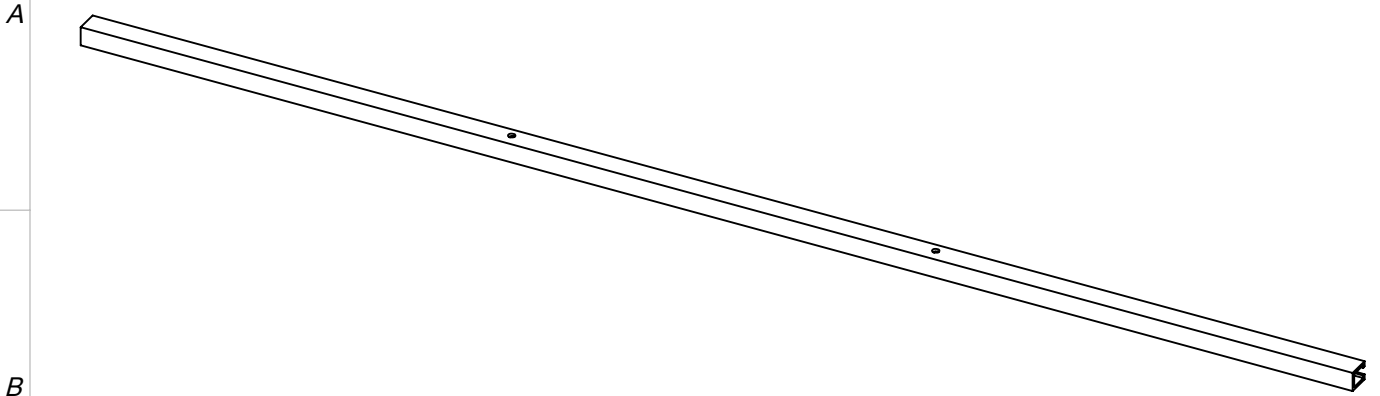
				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO NEGRO 2mm	
							ESCALA: 3:2
				Fecha	Nombre	PERFIL LED RGB PLATAFORMA MOVIL	
				Dibujado 04/05/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

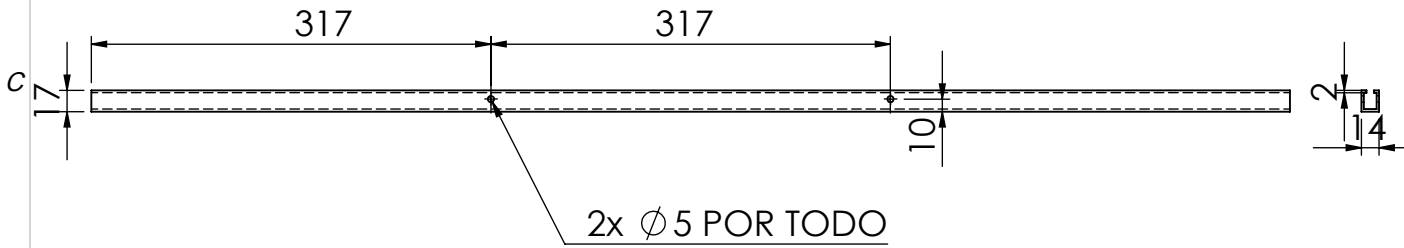
2

3

4

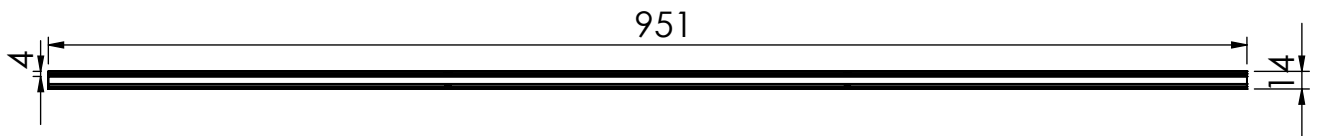


B



C

D



E

				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO NEGRO 2mm		
							ESCALA: 1:6	
				Fecha	Nombre	PERFIL LED RGB SOPORTE BOTELLAS		
				Dibujado 04/05/2016				
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO N°: PLANO 203	HOJA: A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

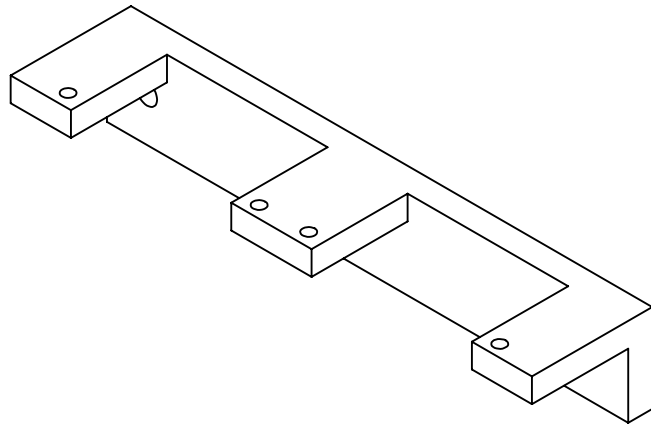
1

2

3

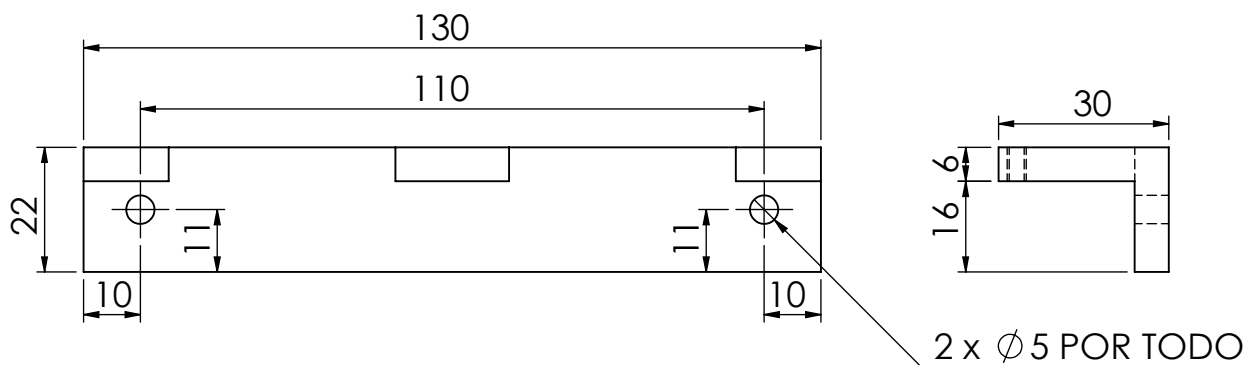
4

A

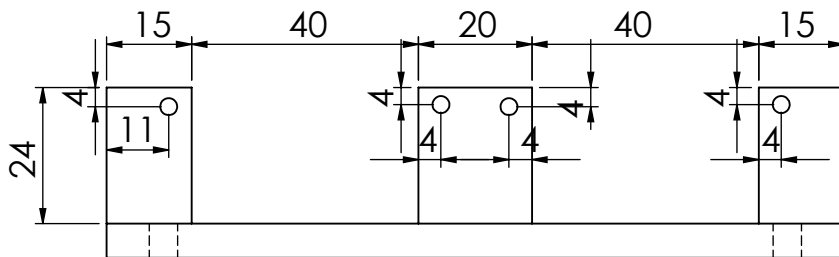


B

C



D



E

				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO ESMERILADO 6mm	
							ESCALA: 3:4
				Fecha	Nombre	SOPORTE BOMBAS PERISTALTICAS	
				Dibujado 04/05/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

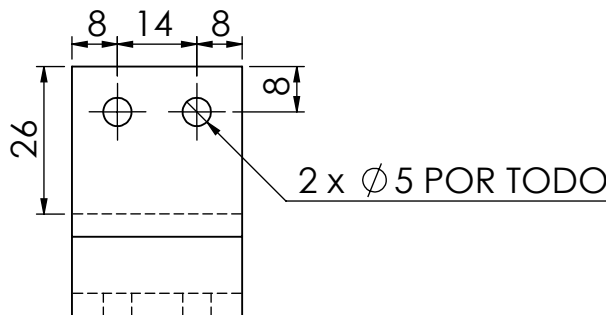
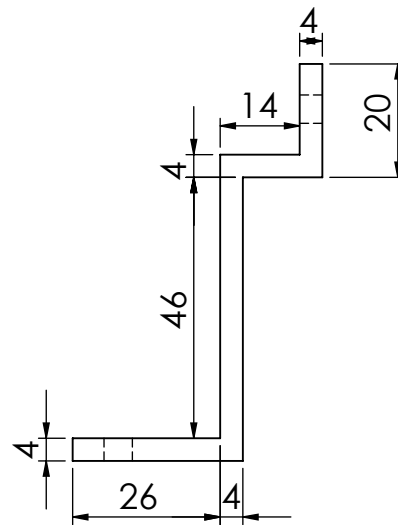
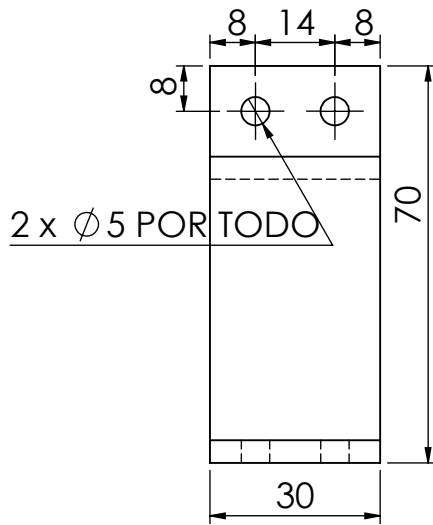
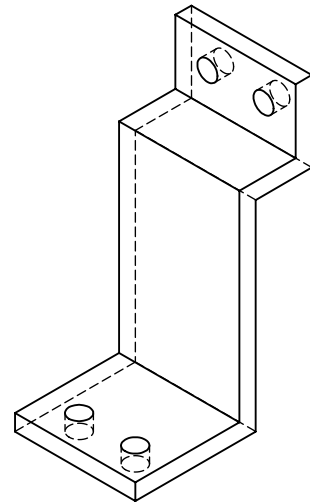
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO NEGRO 4mm	
							ESCALA: 3:4
				Fecha	Nombre	PIEZA1 DISPENSADOR POR MANGUERAS	
				Dibujado 04/05/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

A

B

4

2X ϕ 6,20POR TODO

C

5

15

8

7

8

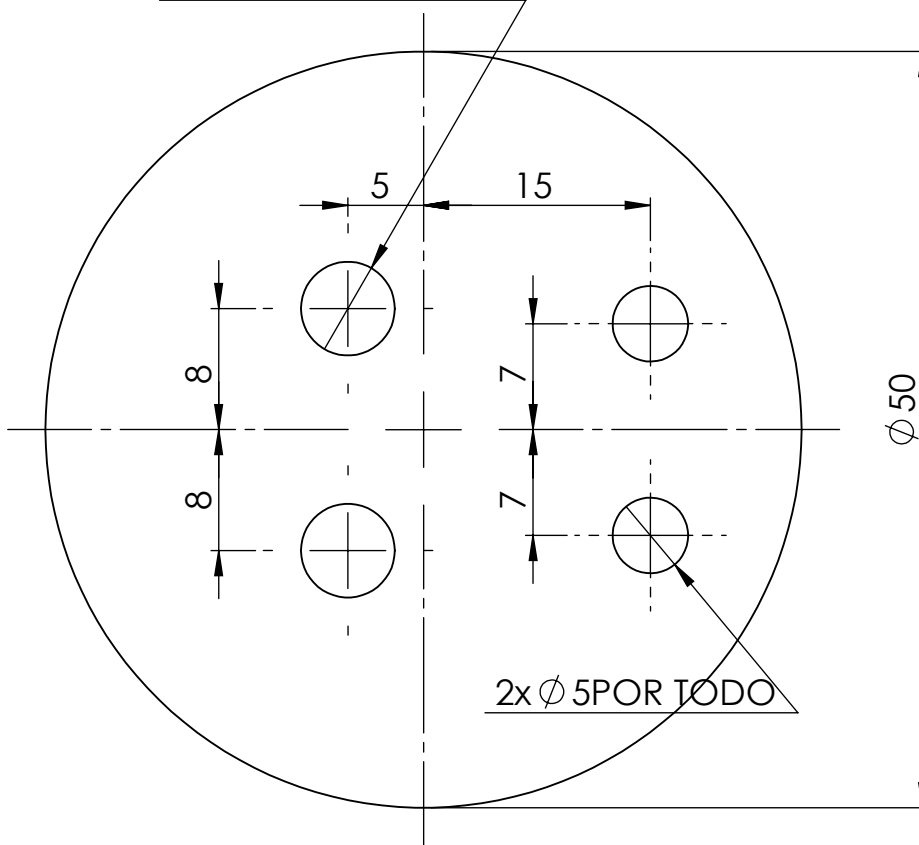
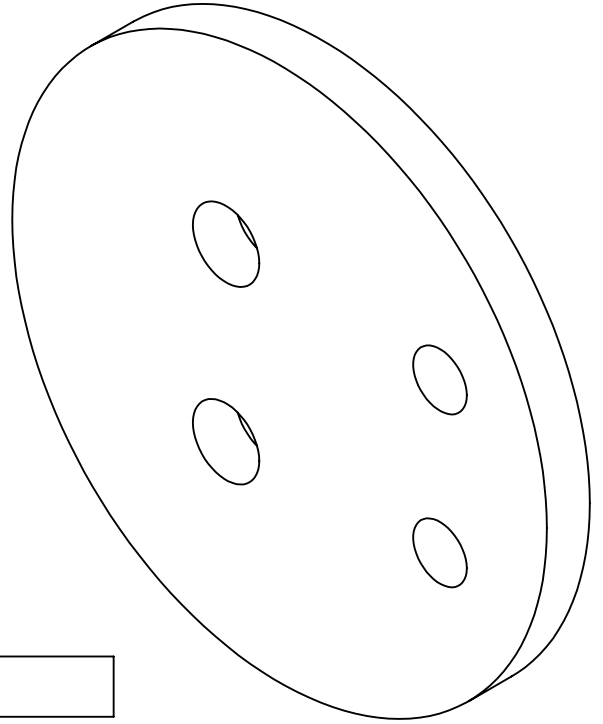
7

 ϕ 50

D

2x ϕ 5POR TODO

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACRÍLICO NEGRO 4mm	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	9/11/2016		PIEZA2 DISPENSADOR POR MANGUERAS
				Revisado			2:1
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

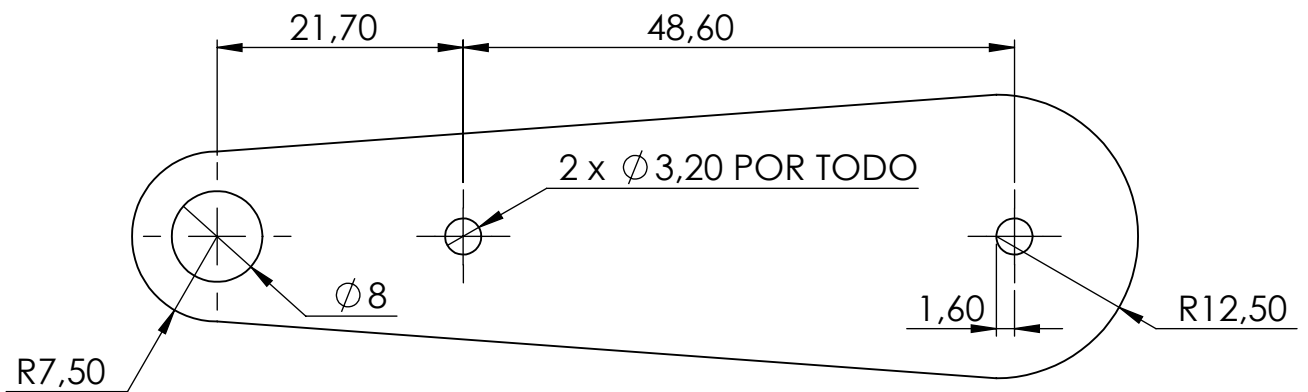
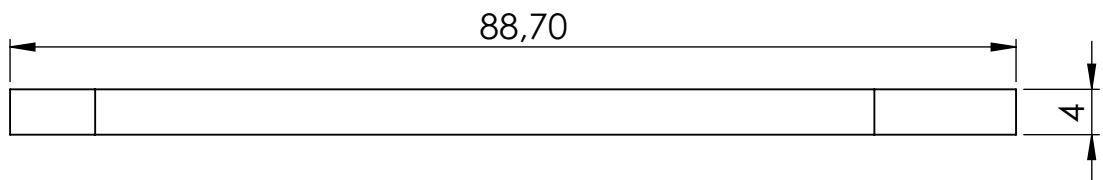
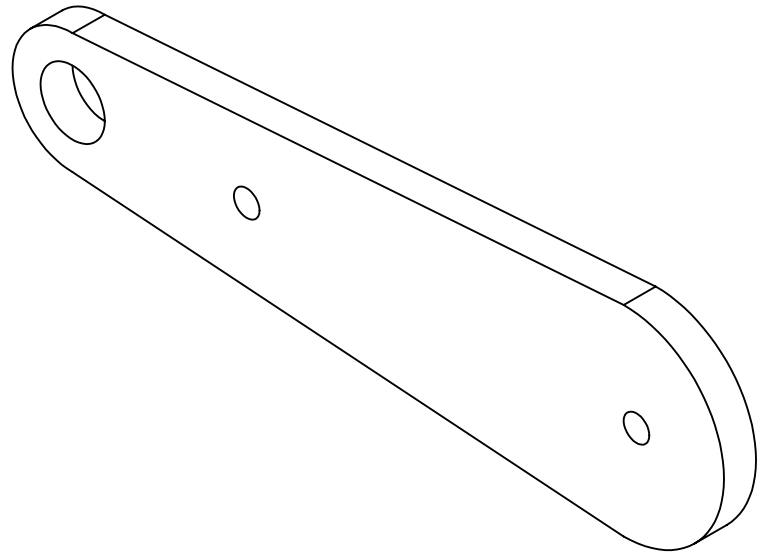
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRÍLICO NEGRO 4MM	
						PIEZA ACTIVADORA DISPENSADORES	ESCALA: 3:2
				Fecha	Nombre		
				Dibujado	7/10/2016		
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

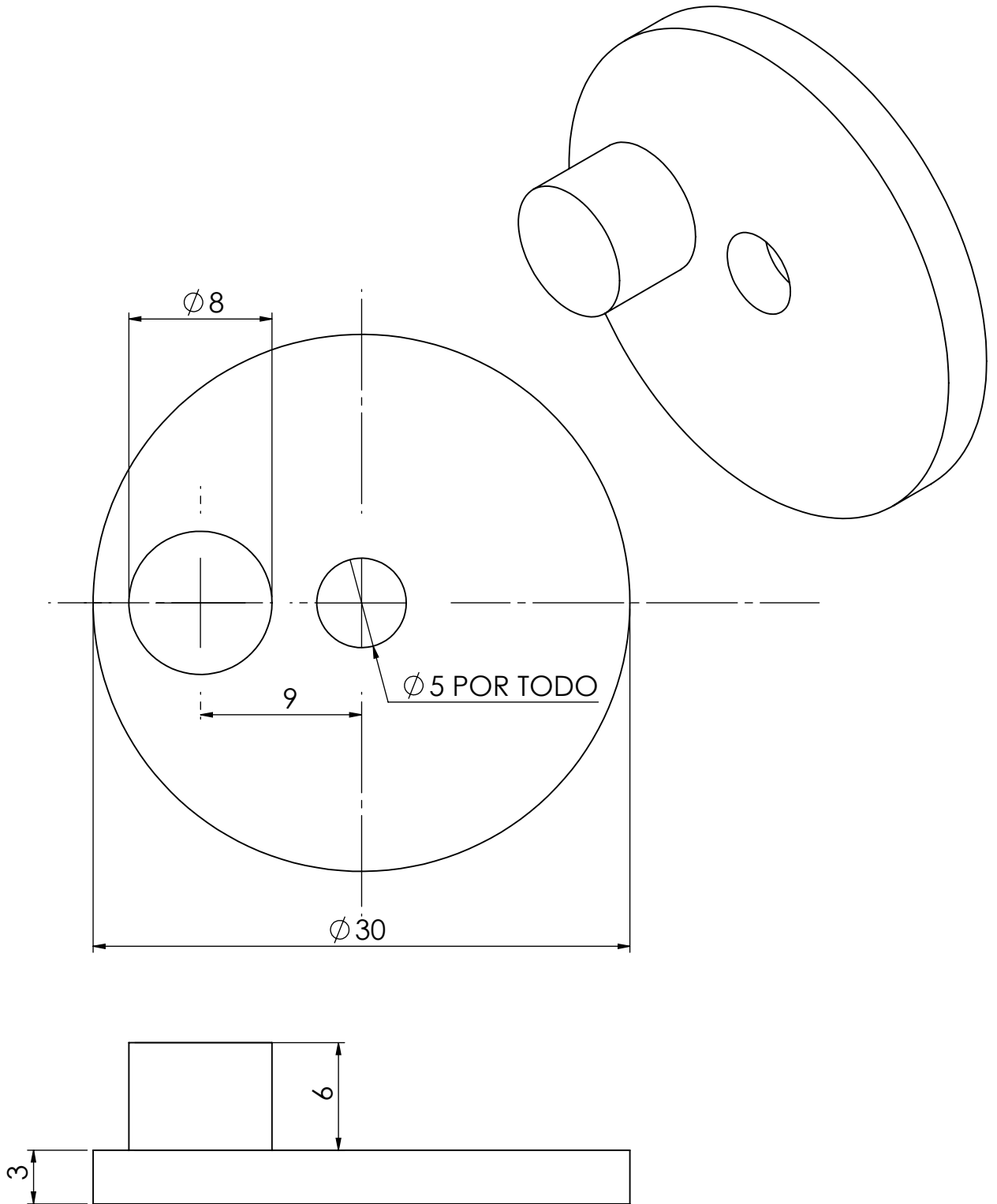
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACERO 304 INOX	
							ESCALA: 3:1
						ACOPLE MOTOR PAP DISPENSADOR VASOS	
							HOJA: A4
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº: PLANO 203	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



1

2

3

4

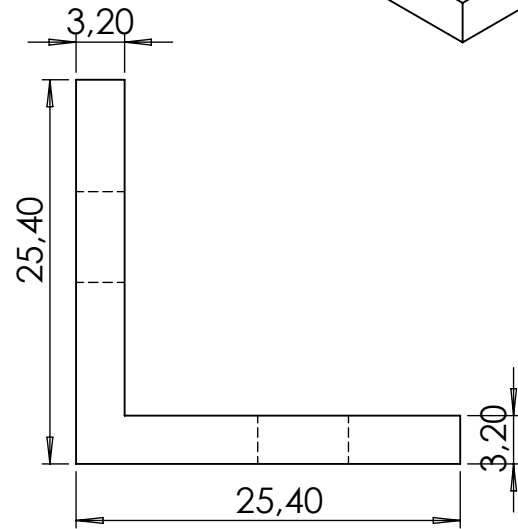
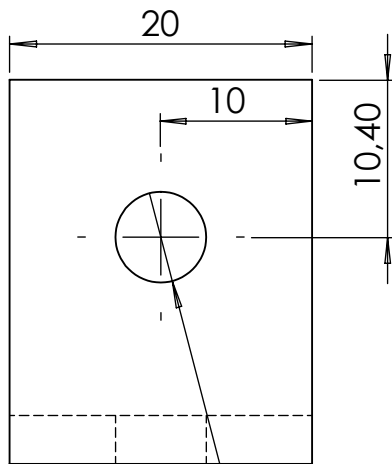
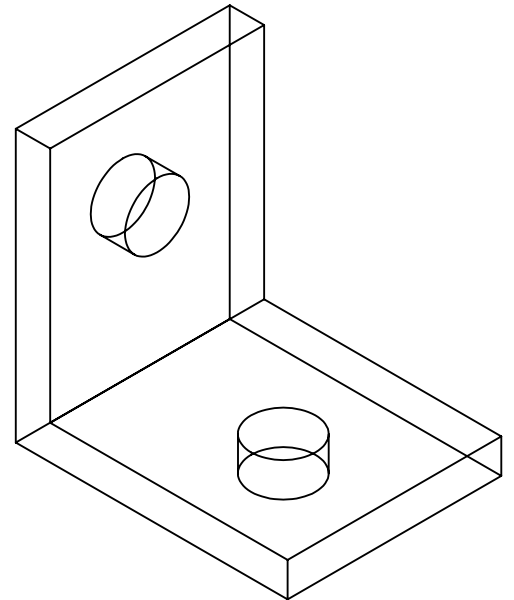
A

B

C

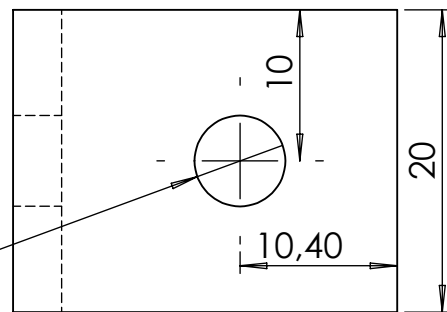
D

E



$\varnothing 6$ POR TODO

$\varnothing 6$ POR TODO



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACERO INOXIDABLE AISI 304	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	03/05/2016		2:1
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

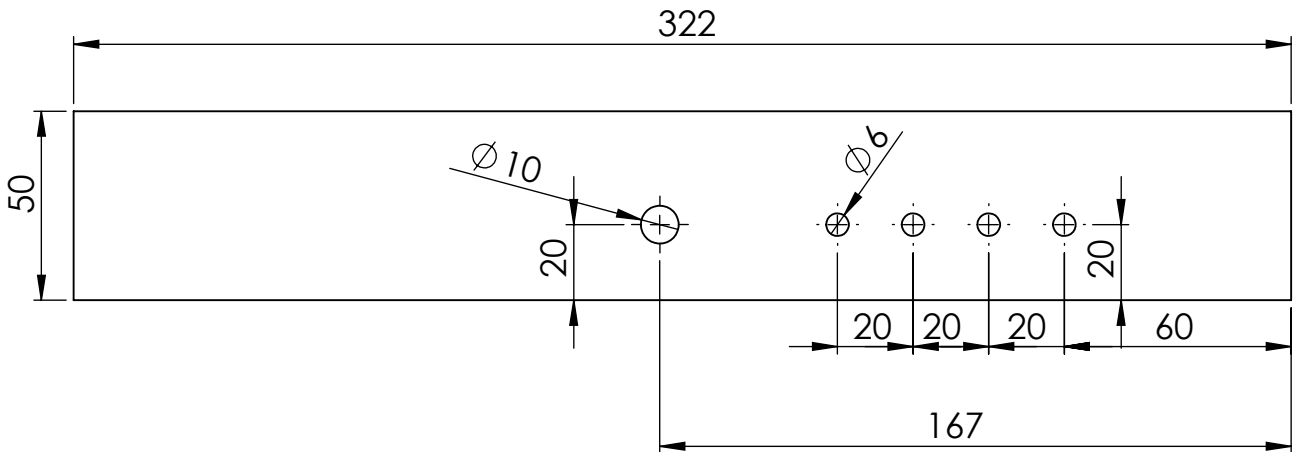
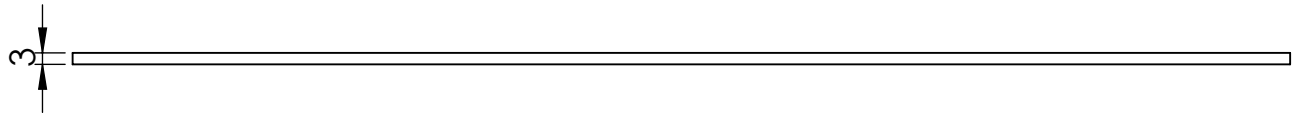
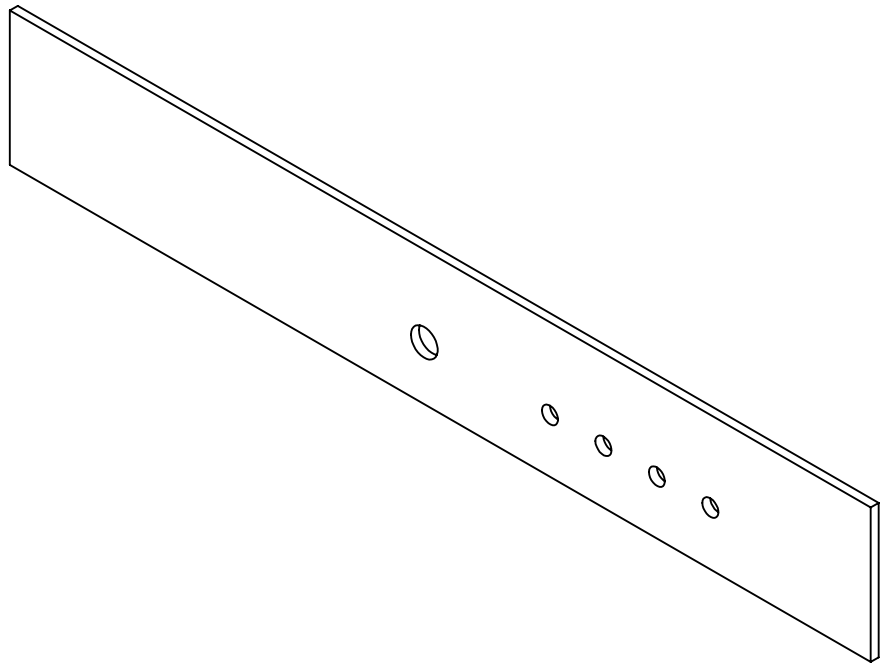
A

B

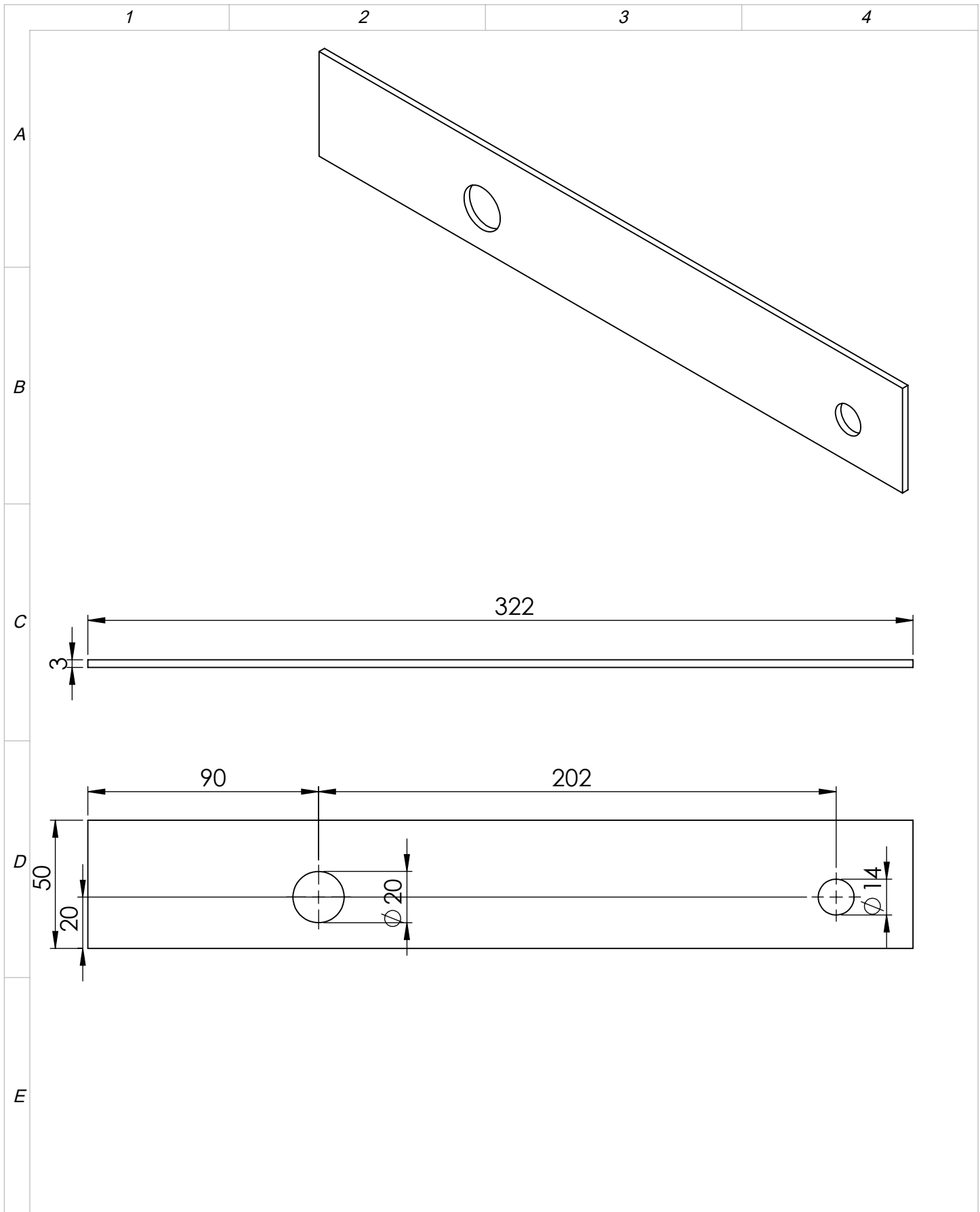
C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1		ACRILICO NEGRO 3mm	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	24/6/2016		1:2
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
				UTE		PLANO 203	A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO NEGRO 3mm		
							ESCALA: 1:2	
				Fecha	Nombre	PIEZA GABINETE IZQUIERDO		
				Dibujado 1/7/2016				
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO N°: PLANO 203	HOJA: A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

2

3

4

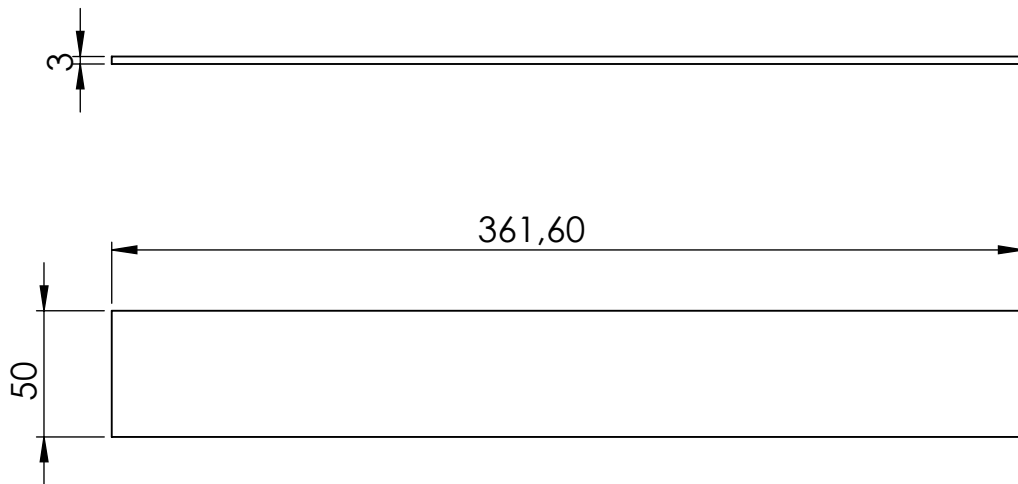
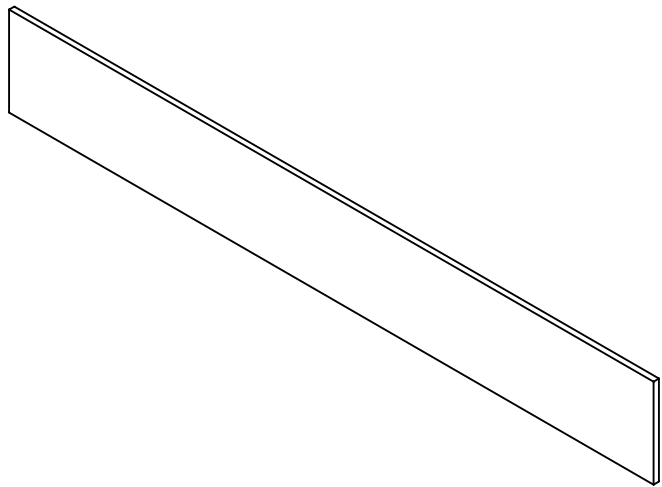
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO NEGRO 3mm	
							ESCALA: 1:3
				Fecha	Nombre	PIEZA GABINETE INFERIOR	
				Dibujado 24/6/2016			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO N°: PLANO 203	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

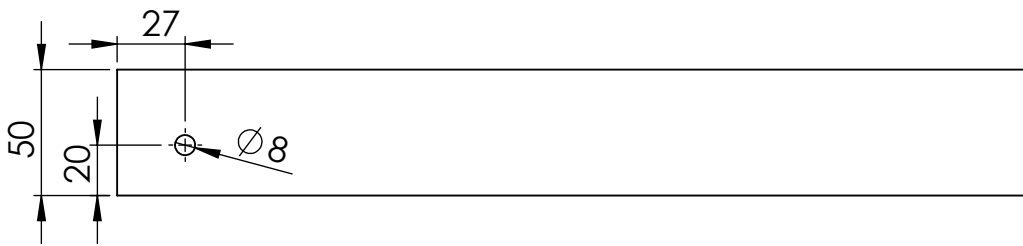
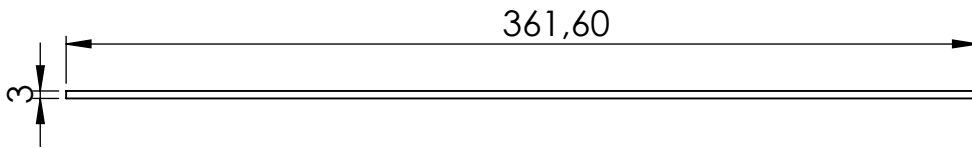
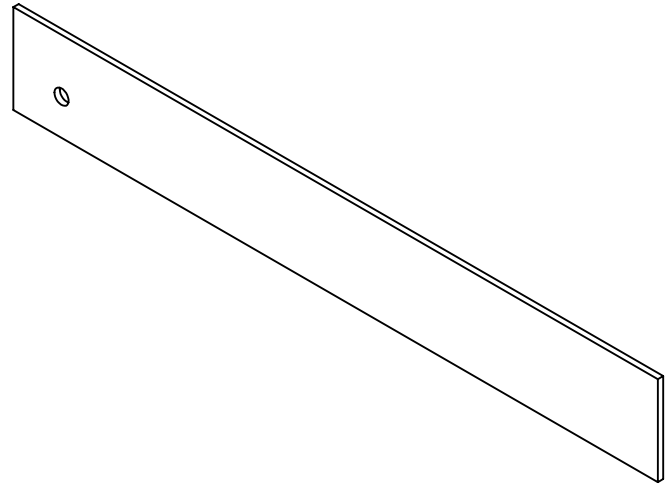
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO NEGRO 3mm		
						PIEZA SUPERIOR GABINETE	ESCALA: 1:3	
					Fecha		Nombre	
					Dibujado		1/7/2016	
					Revisado			
					Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO N°: PLANO 203	HOJA: A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

1

2

3

4

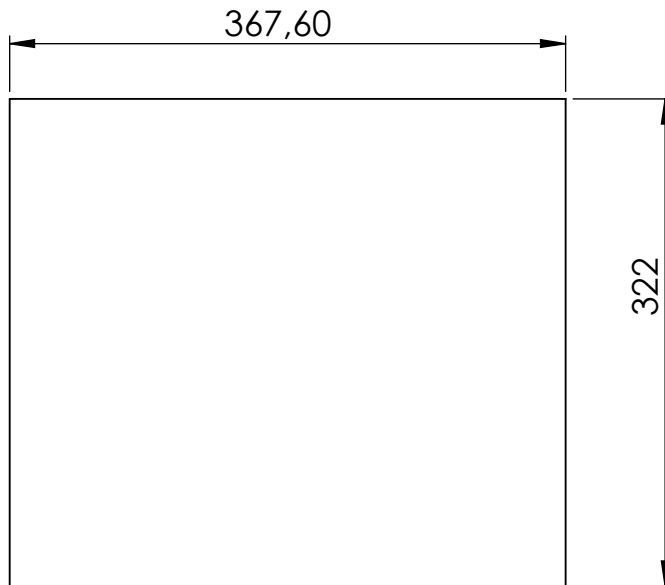
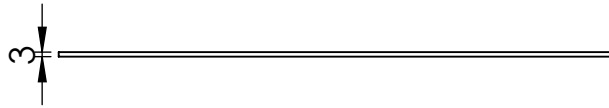
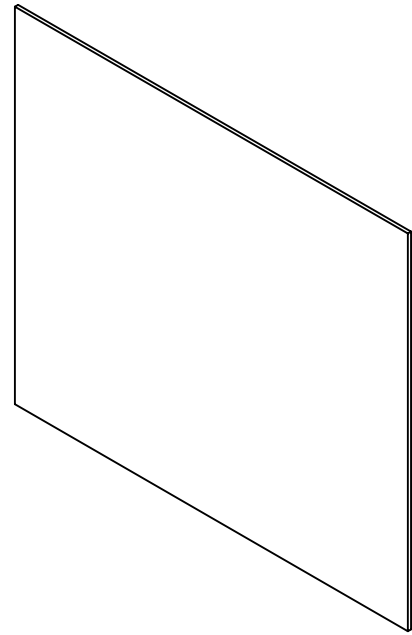
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]:	MATERIAL: ACRILICO TRANSPARENTE 3mm		
						PIEZA FRONTAL GABINETE	ESCALA: 1:5	
					Fecha			
					Dibujado		24/6/2016	
					Revisado			
					Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA: UTE		DIBUJO Nº:	HOJA:	
						PLANO 203	A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					