

Statement Of Work

Este Statement of Work ha sido desarrollado por el Grupo 4 de la asignatura de Proyectos Integrados del Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica de la Universidad de Sevilla. Los integrantes del Grupo son:

- Blanco López, Rafael
- Cabrera Maldonado, Carlos
- De Mariano Aguilera, Patricio
- Gañán Onieva, Ignacio
- Gil Bravo, Irene
- López Cortés, Roberto
- Morales Alfonso, Adrián
- Reyes Díaz, Gonzalo



Figura 0. Representación humorística del proyecto

Índice

1. Introducción.....	3
Descripción General.....	3
Estado del arte.....	4
Solución propuesta.....	5
2. Alcance.....	6
Objetivos.....	6
Requisitos y especificaciones técnicas.....	6
Descripción de subsistemas.....	9
1. Subsistema Líquidos.....	9
2. Subsistema Vasos.....	9
3. Subsistema Hielos.....	10
4. Subsistema Aplicación Web.....	10
WBS.....	11
1. Período y planificación.....	11
Período de trabajo.....	11
Diagrama de Gantt.....	12
Análisis de riesgos.....	12
Calendario de entregables.....	16
4. Criterios de Aceptación.....	17
Matriz de verificación.....	17
Plan de pruebas.....	21
5. Material y presupuestos.....	29
Material necesario.....	29
Presupuesto.....	31
6. Trabajo futuro.....	33
7. Referencias.....	34

1. Introducción

Descripción General

En la actualidad, existen máquinas que facilitan la producción de bebidas y automatizan el proceso de elaboración, como por ejemplo cafés, refrescos, granizados, zumos naturales, etc.

Sin embargo, a pesar de que existen algunos modelos ya comerciales como **la nueva empresa Mixo [1]**, para la elaboración de cócteles, no existe una máquina comercial que sea utilizada por los trabajadores tras la barra de una discoteca o bar y no por el consumidor, evitando así, **tiempos de espera innecesarios** por parte del cliente, **ahorro de la plantilla** del local, entre otros. Además según un artículo de la **escuela de negocios FHNW [2]**, se relata cómo un total de 90 clientes utilizaron dos tipos de robots baristas. El **72 %** de ellos **Barney Bar [3]** y **28 % Robobarista [4]**. La mayoría reaccionó positivamente y pareció estar interesado en los aspectos técnicos y procesales. Es por ello que un robot en un bar llama la atención.

Nuestro proyecto denominado “**Bartender Autónomo**” es capaz de realizar cócteles de manera autónoma. Este abarca todo el proceso de elaboración de cócteles. Comenzado por dispensar un vaso en una cinta transportadora dentro del robot. Este vaso se irá desplazando por la cinta hasta llegar al bloque de hielos, donde se parará, debido a un sensor de proximidad, permitiendo al bloque de hielos dispensar hielo dentro del vaso. Una vez hecho esto, el vaso seguirá su recorrido por la cinta hasta llegar al penúltimo bloque, el bloque de surtidores. Se irá deteniendo en los surtidores correspondientes a la bebida solicitada por la acción de otros sensores de proximidad y se rellenará el vaso con la mezcla deseada. Finalmente, continuará la cinta hasta el final de su recorrido, donde el cóctel queda listo para que el camarero lo entregue al cliente.

Además, este robot, llevará incorporada una aplicación web que permitirá al cliente pedir desde su propio dispositivo móvil el cóctel que desee. El proceso paso a paso será como sigue. Primero, el cliente entrará en la aplicación web, elegirá el combinado que desee y lo pagará por paypal. Una vez haya sido pagado, la orden de pedido será detectada por la interfaz de usuario (**frontend**) que llevará la comanda al robot a través de un **backend**. El robot iniciará el proceso mencionado anteriormente de elaboración del cóctel. Por último, una vez terminado el proceso de elaboración, el cliente recibirá una notificación en su aplicación web de que la bebida ya está terminada y podrá pasar a recogerlo.

Estado del arte

Aunque se han realizado investigaciones y ya existen dispensadores de bebidas autónomos en el mercado comercial, se cree que el producto es único y no existe actualmente en el mercado. Si bien se inspirará en proyectos anteriores, el objetivo es dar un toque personal al **Bartender Autónomo**, dando como resultado un producto más completo y mejorado respecto a prototipos anteriores. En la tesis de **Degernäs, T. (2023) [5]**, se desarrolla de manera detallada cómo ha sido todo el proceso. Este es semejante a nuestro proyecto, del cuál sacaremos ideas como puede ser el diseño del portabotellas, aspectos del sistema electrónico y sistema de bombeo de líquido. No obstante, a pesar de las distintas diferencias que hay entre nuestro enfoque y el mencionado, en nuestro proyecto vamos a incorporar varias funcionalidades que la tesis carece. Entre estas funcionalidades, vamos a destacar la incorporación de método de pagos por interfaz de usuario a través de aplicación web. También, incorporaremos un sistema de dispensador de hielos y otro de dispensador de vasos.

Otro proyecto que hemos tenido en cuenta a la hora de utilizar es el artículo de revista de **Kevin Vega-Rojas (2023) [6]** que tiene cierta similitud con nuestro proyecto. Al igual que este, utilizaremos un mecanismo de bloqueo o apagado de emergencia. También tendremos un apoyo en su manejo de los circuitos electrónicos. Como mencionamos con la tesis anterior existen bastantes diferencias que nosotros incorporaremos a nuestro proyecto, con respecto a este nuevo.

Por último, mencionar que el producto que más se asemeja a nuestro proyecto sería el desarrollado por la empresa **Mixo [1]**, el cual también incorpora dispensador de hielo, vasos de plástico, interfaz de usuario interactiva y método de pago incorporado. En cuanto a este producto, nuestro proyecto se diferencia en que no está enfocado al contacto directo con el consumidor, sino que está pensado para que sea controlado por los camareros. Por lo que no sería necesario una pantalla interactiva integrada en el robot.

Solución propuesta

Hemos mencionado ya en el Estado del Arte las diferencias con otros proyectos existentes. Con todo ello, nuestro proyecto finalizado será capaz de realizar el **proceso completo de elaboración de combinados**. Esto incluye: Dispensador de hielos y vasos; surtidor de líquidos para realización de mezclas; interfaz de usuario en una aplicación web, la cuál manda las comandas al robot y gestiona los pagos por paypal, evitando así el uso indebido de menores de edad de este robot. Este usuario vería una frontend en su dispositivo móvil. Con ella, pagaría y mandaría la comanda al robot (backend), que ejecutaría la orden de elaboración del cóctel. Una vez finalizado el combinado, el robot devolvería un mensaje o notificación al consumidor para que vaya a recoger el cóctel. Un arte conceptual del proyecto sería el siguiente:



Figura 1. Arte conceptual.

2. Alcance

Objetivos

Nuestro gran objetivo sería el de comercializar el producto para captar como clientes principales **discotecas, bares, y pubs**. Como hemos comentado antes en la solución propuesta, pretendemos prescindir de la mano del barman, y que la comanda sea gestionada totalmente por nuestra máquina incluyendo servicio y pago. Esto incluiría todo el proceso de elección de la consumición a través de la app, elaboración de la misma y pago todo vía smartphone. A su vez, regalar a los clientes una espera más amena, en un momento que para muchos es especial y no desean aguantar largos periodos de tiempo en cosas tan simples.

Requisitos y especificaciones técnicas

A continuación se definen los requisitos de los distintos subsistemas que componen el proyecto:

Funcionales y de Prestaciones

- F.1 – La cinta transportadora será capaz de transportar el vaso.
 - P.1.1 – La velocidad será moderada, de forma que no se derrame el líquido.
 - P.1.2 – Será capaz de iniciar la marcha cuando se detecte un vaso.
 - P.1.3 – Tendrá la capacidad de parar en los lugares especificados.
- F.2 – Las bombas serán capaces de succionar el líquido desde su recipiente al vaso.
 - P.2.1 – La succión se hará a alta velocidad para reducir el tiempo de espera.
- F.3 – La estructura externa será capaz de soportar, proteger y dar estabilidad a todo el sistema.
 - P.3.1 – La estructura conservará la atracción visual del sistema.
- F.4 – La pinza será capaz de desplazarse verticalmente.
- F.5 – La pinza será capaz de agarrar una pila de vasos.
 - P.5.1 – La pinza será capaz de elevar la pila de vasos, dejando un único vaso en la cinta.
 - P.5.2 – La pinza será capaz de sostener la pila de vasos.
 - P.5.3 – El subsistema se elevará hasta (por determinar) cm respecto a la base.
 - P.5.4 – El subsistema deberá ser capaz de soportar una pila de vasos de (por determinar) kg.
 - P.5.5 – El subsistema será capaz de volver a dejar la pila de vasos en la cinta.
- F.6 – La polea será capaz de mover las plataformas (para el hielo) adecuadamente.

- P.6.1 – Tendrá una velocidad adecuada para que no se muevan los hielos.
- P.6.2 – La polea parará cuando no haya un vaso disponible debajo del tubo.
- P.6.3 – Tendrá el tamaño suficiente para incluir las plataformas y aguantar su peso.
- F.7 – Las plataformas deben ser capaces de transportar los hielos de manera óptima.
 - P.7.1 – La plataforma en el extremo inferior del tubo se retirará para que caiga el hielo siempre que haya un vaso disponible.
 - P.7.2 – Las plataformas volverán a subir (imitando a una noria) y repetirán el proceso.
- F.8 – La interfaz de usuario de la aplicación permitirá la selección de combinados.
 - P.8.1 – Mostrará dos opciones de combinados para que el usuario elija.
 - P.8.2 – Incluirá imágenes atractivas y descriptivas de cada combinado disponible.
 - P.8.3 – Permitirá al usuario confirmar su elección antes de proceder al pago.
- F.9 – La aplicación procesará pagos a través de la API de Stripe.
 - P.9.1 – Integrará de forma segura la API de Stripe para transacciones de pago.
 - P.9.2 – Confirmará visualmente al usuario la recepción del pago antes de enviar la comanda.
- F.10 – La aplicación comunicará la comanda al Arduino ESP32.
 - P.10.1 – Establecerá una conexión socket entre el servidor Flask y el Arduino ESP32.
 - P.10.2 – Enviará el texto de la comanda en un formato que el Arduino pueda interpretar fácilmente.
 - P.10.3 – Confirmará al usuario que la comanda ha sido enviada al robot bartender.

De Diseño

- D.1 – La cinta transportadora tendrá un ancho entre 80-150 mm (siendo suficiente para el transporte de un vaso) y un largo aproximado de 1 m (suficiente para colocar las botellas y surtidores a lo largo de la cinta).
- D.2 – La estructura externa será de madera.
- D.3 – El diámetro de la pinza deberá ser de (por determinar) cm
- D.4 – La estructura de soporte de los vasos deberá tener un diámetro de 10 cm
- D.5 – El tubo de PVC de 50 cm estará colocado a unos 70 cm de altura, para que el hielo caiga con poca fuerza al vaso.
- D.6 – Las plataformas tendrán un diámetro de unos 35 mm, 10 mm menos que el diámetro interior del tubo, para que puedan pasar por dentro de él. Estarán hechas de PVC.
- D.7 – La polea se colocará a una altura de forma que la primera plataforma entre completamente vertical por el orificio superior del tubo.
- D.8 – Las plataformas estarán hechas de un material adecuado para soportar el peso de los hielos, unos 110 gramos (2x 55g/hielo).
- D.9 – Las plataformas deberán tener el diámetro adecuado para entrar por el extremo superior del tubo sin chocar.
- D.10 – La interfaz de usuario tendrá un diseño simple y directo.

- D.9.1 – Contendrá elementos visuales mínimos para enfocarse en la selección de cócteles.
- D.9.2 – Será responsable de asegurar una correcta visualización en dispositivos móviles.
- D.11 – El backend utilizará Flask y se comunicará con hardware a través de sockets.

De Operación

- O.1 – El sistema será capaz de servir la bebida solicitada a través de la aplicación correctamente.
- O.2 – El subsistema de los vasos deberá ponerse en funcionamiento por orden de una aplicación
- O.3 – La aplicación será accesible para usuarios en discotecas a través de la misma red (Wifi).
 - O.3.1 – Operará eficientemente bajo condiciones de red con alta demanda.
- O.4 – El sistema manejará de manera eficiente las comandas enviadas al robot bartender.
 - O.4.1 – Será capaz de enviar comandas inmediatamente después de la confirmación del pago.

Restriciones

- R.1 – La electrónica debe estar fuera del alcance del derramamiento del líquido o impermeabilizada.
- R.2 – Dado que es un prototipo y no se han realizado controles de sanidad, no se podrá consumir el contenido final de los vasos.
- R.3 – La pila de vasos en conjunto con la pinza no deberán pesar más de 1 KG
- R.4 – El presupuesto máximo del subsistema será de 15€
- R.5 – Los vasos deberán ser de plástico ya que el subsistema será un prototipo
- R.6 – La electrónica debe estar fuera del alcance de los hielos, por si se derriten o caen en un lugar inadecuado. Por ello usamos material impermeable y ligero.
- R.7 – Dado que es un prototipo y no se han realizado controles de sanidad, no se podrá consumir el contenido final de los vasos.
- R.8 – La seguridad de los datos del usuario durante el proceso de pago es primordial.
 - R.8.1 – Todos los pagos se procesarán utilizando las prácticas recomendadas de seguridad de Stripe.
- R.9 – La comunicación entre la aplicación y el Arduino ESP32 debe ser robusta.
 - R.9.1 – La aplicación manejará de manera adecuada la pérdida de conexión o fallos en la comunicación.
- R.10 – La aplicación no requiere autenticación de usuario, simplificando el proceso de selección y pago.

R.11 – Se enfocará en un proceso de pago rápido y eficiente sin necesidad de crear cuentas o iniciar sesión.

Descripción de subsistemas

A continuación se definen los distintos subsistemas que componen el proyecto:

1. Subsistema Líquidos

Esta sección del proyecto será el enlace con el resto de los subsistemas, pues se encarga de diseñar no solo la cinta transportadora que moverá el vaso por cada una de las secciones (Extracción del vaso, servicio de hielos, servicio de bebidas y recogida), si no el bombeo de los líquidos desde la botella al vaso y la estructura externa, todo ello controlado por el microcontrolador MSP430.

Se ha optado por añadir más carga a este subsistema debido a la menor complejidad de diseñar el bombeo respecto a las secciones de servicio de hielos y vasos; y a la necesidad de tener muy presente la geometría del sistema (estructura externa) a la hora de fabricar la cinta transportadora.

2. Subsistema Vasos

Este subsistema se encarga de la parte que dispensara los vasos. Este mecanismo estará compuesto por una biela-manivela para desplazar verticalmente la pinza encargada de coger y sujetar el segundo vaso de la pila y el resto de vasos que habrá por encima, dejando el primer vaso listo para la preparación de la bebida deseada. Para asegurar que el primer vaso se separe del segundo al subirlo, habrá un tope hecho de material suficientemente flexible como para que el primer vaso se quede en la cinta y que al bajar la pila de vasos se vuelva a poner entre los vasos. Habrá un soporte de seguridad elevado alrededor de la pila de vasos para evitar accidentes. Los motores del subsistema se controlarán mediante un microcontrolador Arduino ESP-WROOM-32.

Ese vaso se desplazará por una cinta transportadora de la que se podrá ver más detalles en la parte del subsistema cinta transportadora, bombeo de las bebidas y estructura externa.

3. Subsistema Hielos

Esta parte del proyecto se encarga de una labor muy importante para el mismo. El objetivo es diseñar una especie de polea mediante la que se moverán los hielos hasta ser depositados en el interior del tubo de PVC y posteriormente en el vaso.

Para ello, el mecanismo incluirá unas plataformas circulares que irán subiendo y bajando a la misma velocidad que la polea y que transcurrirán por el interior del tubo, entrando por la parte superior, por lo que tendrán un diámetro ligeramente menor. El tubo tendrá una pequeña ranura vertical para que los enganches entre las plataformas y la polea puedan pasar.

Los hielos en las plataformas irán en grupos de 2, y caerán siempre que haya un vaso libre abajo. Los siguientes hielos esperarán en el interior del tubo hasta que haya un vaso libre de nuevo.

Es de gran importancia la coordinación con el subsistema de los líquidos, ya que es el encargado de la cinta transportadora. Esta debe tener un movimiento muy preciso para que los hielos no caigan fuera de los vasos.

4. Subsistema Aplicación Web

Este subsistema comprende una aplicación web desarrollada con Flask, diseñada para ser utilizada en discotecas, permitiendo a los clientes seleccionar y pagar cócteles de entre dos opciones disponibles. La interfaz de usuario, simple e intuitiva, facilita la elección del cóctel deseado y conduce al usuario a través de un proceso de pago seguro mediante la API de Stripe. Una vez confirmado el pago, la comanda se genera en forma de texto y se envía al backend de Flask. Este, a su vez, comunica la orden a un robot bartender a través de un socket, utilizando un Arduino ESP32. El robot interpreta la comanda y procede a la preparación del cóctel seleccionado.

La operación del subsistema está diseñada para ser eficiente y segura, priorizando la facilidad de uso y la rapidez del servicio. No se requiere autenticación de usuario, simplificando el flujo de interacción y maximizando la accesibilidad. La comunicación entre la aplicación web y el Arduino ESP32 está optimizada para ser robusta y fiable, asegurando que cada comanda se procese sin interrupciones, incluso en entornos de red con alta demanda.

Este enfoque permite una experiencia de usuario placentera y sin fricciones, alentando a los clientes a disfrutar de la innovación y conveniencia que ofrece el subsistema en el contexto de entretenimiento nocturno.

WBS

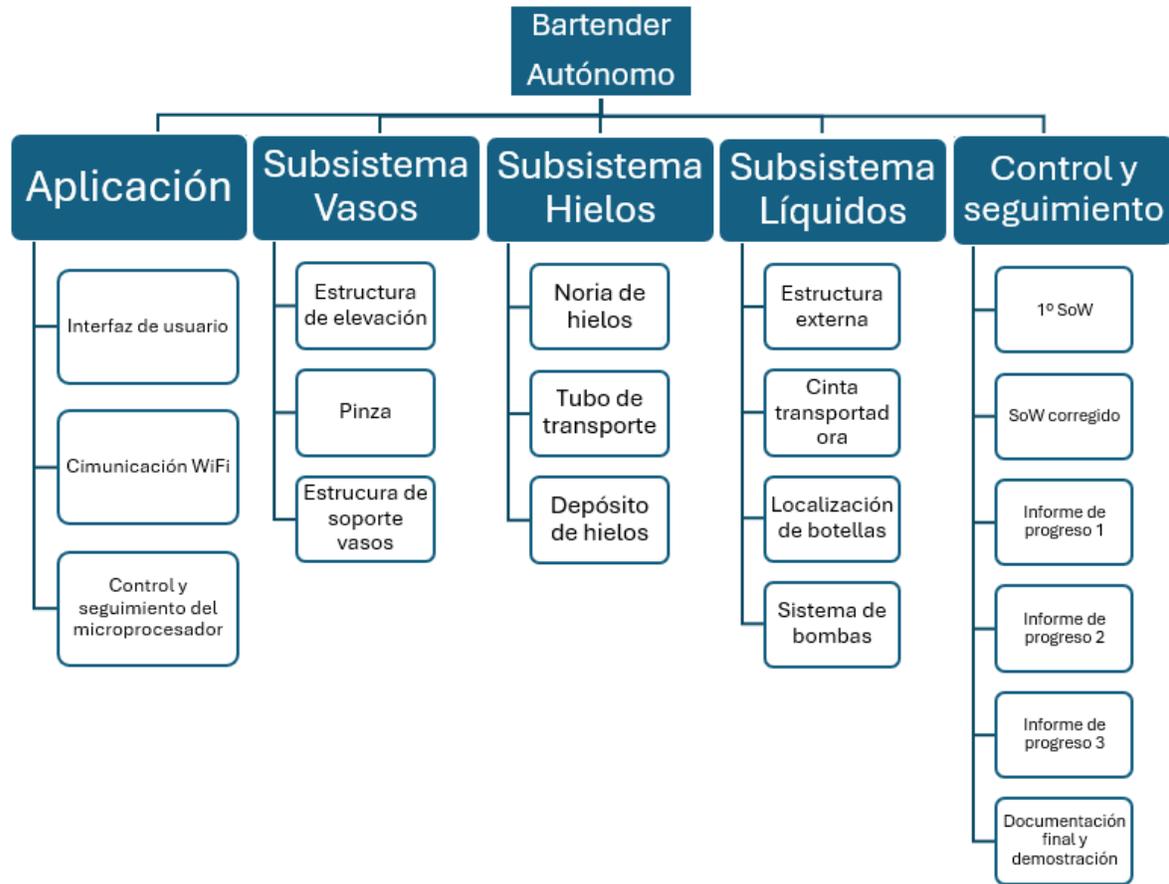


Figura 2. Work Breakdown Structure

1. Período y planificación

Período de trabajo

Fecha de inicio: 2 de Marzo de 2024.

Fecha de finalización: 24 de Mayo de 2024.

Fecha de entrega: 12 de Junio de 2024.

Diagrama de Gantt

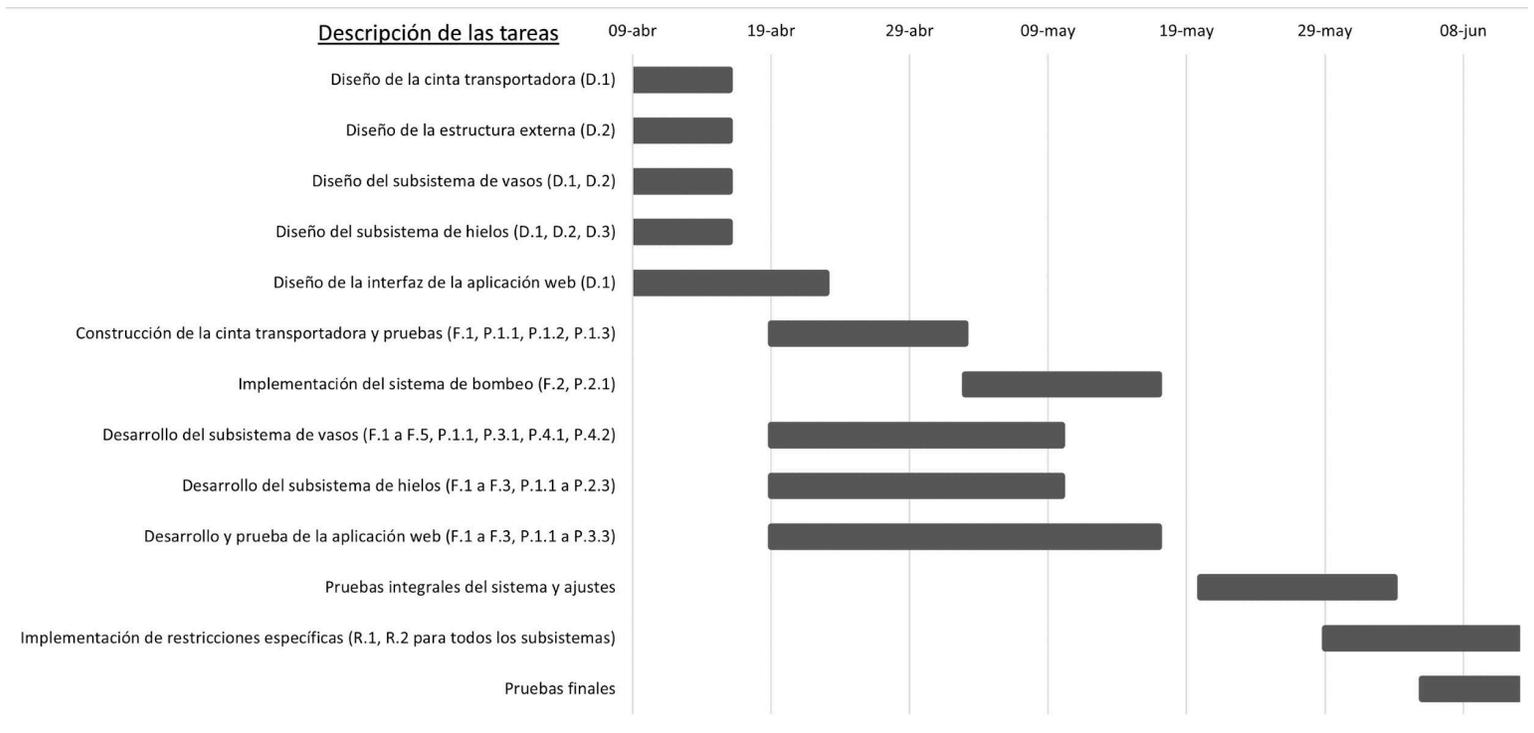


Figura 3. Diagrama de Gantt

Análisis de riesgos

A continuación, analizaremos los riesgos de nuestro proyecto.

❖ Técnicos / de implementación

- El motor se avería
 - Probabilidad: Media
 - Severidad: Alta
 - Criticalidad: Alta
 - Solución propuesta: Comprar repuestos del modelo.

- La cinta se atasca
 - Probabilidad: Baja
 - Severidad: Baja
 - Criticalidad: Muy baja
 - Solución propuesta: Se asegurará que no haya holguras cuando se implemente.

- La estructura se desmonta:
 - Probabilidad: Baja
 - Severidad: Media
 - Criticalidad: Media
 - Solución propuesta: Se tratará de usar métodos de construcción muy fiables (por ejemplo, tornillos en lugar de silicona)

- Las bombas no tienen fuerza suficiente:
 - Probabilidad: Media
 - Severidad: Baja
 - Criticalidad: Baja
 - Solución propuesta: reservar parte del presupuesto para comprar otras.

- Las plataformas de la noria chocan o rozan con el interior del tubo de PVC generando movimientos indeseados
 - Probabilidad: Media
 - Severidad: Alta
 - Criticalidad: Alta
 - Solución propuesta: Se asegurará que las plataformas que contienen los hielos pasen holgadamente por el interior del tubo y a una velocidad adecuada para que la estructura no corra peligro.

- Los cables interfieren con el movimiento del mecanismo:
 - Probabilidad: Baja
 - Severidad: Media
 - Criticalidad: Baja
 - Solución propuesta: En el caso del mecanismo biela-manivela, el servomotor estará elevado a una altura y los cables estarán adheridos a la pared. En el caso de la pinza, los cables estarán alejados del eje y de los eslabones del mecanismo.

- Los engranajes se desgastan:
 - Probabilidad: Baja
 - Severidad: Baja
 - Criticalidad: Muy baja
 - Solución propuesta: Comprar repuestos

❖ **De Seguridad:**

- Se derrama líquido en la electrónica:
 - Probabilidad: Alta
 - Severidad: Alta
 - Criticalidad: Muy alta
 - Solución propuesta: Toda la electrónica estará encapsulada por aislante, imposibilitando la entrada de ningún líquido.

- Las botellas se inestabilizan y se rompen:
 - Probabilidad: Baja
 - Severidad: Media
 - Criticalidad: Baja
 - Solución propuesta: Anclar las botellas a la estructura.

- El vaso cae al llegar al final de la cinta:
 - Probabilidad: Baja
 - Severidad: Alta
 - Criticalidad: Media
 - Solución propuesta: Durante el diseño del proyecto, usar vasos de plástico o proteger al vaso de la posible caída.

- El hielo cae con demasiada fuerza al vaso
 - Probabilidad: Baja
 - Severidad: Media
 - Criticalidad: Baja
 - Solución propuesta: Hacer que los hielos caigan desde una altura no muy alta y que tampoco lo hagan de manera totalmente vertical al vaso.

- Los hielos se caen de la plataforma
 - Probabilidad: Baja
 - Severidad: Baja
 - Criticalidad: Muy baja
 - Solución propuesta: Evitar fabricar las plataformas totalmente planas para que los hielos tengan menos probabilidades de salirse con el movimiento de la noria.

- El soporte de vasos se desprende de la estructura:
 - Probabilidad: Baja
 - Severidad: Alta

- Criticalidad: Media
 - Solución propuesta: Hacer el soporte de plástico ligero que al caer no dañe otros componentes. Sujeción firme con tornillos.
- Los vasos se caen desde una altura considerable:
- Probabilidad: Alta
 - Severidad: Alta
 - Criticalidad: Muy alta
 - Solución propuesta: Usar vasos de plástico para evitar roturas de vasos y lesiones a los trabajadores.

❖ De Entorno / Ambientales

- La cinta se activa a destiempo:
- Probabilidad: Alta
 - Severidad: Media
 - Criticalidad: Alta
 - Solución propuesta: Instalar una seta de emergencia y añadir tiempos de espera en el ciclo de operación.
- Una persona u objeto obstaculiza el movimiento del subsistema:
- Probabilidad: Baja
 - Severidad: Alta
 - Criticalidad: Media
 - Solución propuesta: Cubrir los mecanismos con paredes y asegurar la sujeción para evitar desprendimientos de materiales.
- El viento impide el correcto funcionamiento de la noria
- Probabilidad: Baja
 - Severidad: Media
 - Criticalidad: Baja
 - Solución propuesta: Proteger la noria usando partes con infraestructura más rígida que tengan otros subsistemas
- Una alta temperatura hace que los hielos se derritan rápidamente
- Probabilidad: Baja
 - Severidad: Alta
 - Criticalidad: Media

- Solución propuesta: Evitar que los hielos pasen mucho tiempo expuestos al exterior, haciendo que la mayoría del tiempo estén en el interior del tubo cubiertos por el material aislante.

- La estructura se moja:
 - Probabilidad: Media
 - Severidad: Alta
 - Criticalidad: Alta
 - Solución propuesta: Separar este subsistema de los que

Calendario de entregables

- Versión preliminar del SOW para revisión (3 de Abril)
- Versión corregida del SOW (19 abril)
- Informe de progreso 1 (26 de abril)
- Informe de progreso 2 (3 de mayo)
- Informe de progreso 3 (10 de mayo)
- Demostrador del proyecto (implementación física del proyecto), transparencias de la presentación, y vídeo(s) de demostración (21 de mayo)
- Documentación final: versión final del SOW, memoria descriptiva de resultados (12 de junio)

4. Criterios de Aceptación

El proyecto se aceptará cuando los requisitos obligatorios estén implementados y verificados.

Matriz de verificación

Requisito	Nombre del Requisito	Verificación				Nombre prueba	Estado
		I	A	D	T		
F.1	Transporte de vaso en cinta			X	X	Test 1: Vaso en cinta	Pendiente
P.1.1	Velocidad de cinta moderada			X	X	Test 1	Pendiente
P.1.2	Inicio autónomo de la cinta			X	X	Test 2: Marcha de cinta al poner vaso	Pendiente
P.1.3	Parada de cinta			X	X	Test 1	Pendiente
F.2	Succión de bombas			X	X	Test 3: Succión de bombas	Pendiente
P.2.1	Velocidad de succión			X	X	Test 3	Pendiente
F.3	Estructura externa fiable				X	Test 4: Estructura rígida	Pendiente
P.3.1	Estructura atractiva	X					Pendiente
F.4	Pinza para agarre óptimo de vaso			X	X	Test: 5 Agarre del vaso	Pendiente
F.5	Agarre de pila de vasos			X	X	Test 6: Agarre de pila de vasos	Pendiente
P.5.1	Elevar pila dejando un vaso			X	X	Test 6	Pendiente

	en base						
P.5.2	Sostener vasos			X	X	Test 6	Pendiente
P.5.3	Altura de elevación de la pinza			X		Test 6	Pendiente
P.5.4	Carga levantada por pinza				X	Test 6	Pendiente
F.5.5	Colocación de pila de vasos en cinta				X	Test 6	Pendiente
F.6	Polea para hielo				X	Test 7: Polea del hielo	Pendiente
P.6.1	Velocidad de polea (hielo)				X	Test 7	Pendiente
P.6.2	Parada de polea al no haber vaso libre en tubo				X	Test 7	Pendiente
P.6.3	Tamaño de polea suficiente			X	X	Test 7	Pendiente
F.7	Transporte con plataforma de hielos			X	X	Test 8: Transporte óptimo de hielos	Pendiente
P.7.1	Caída del hielo gracias a plataforma inferior			X	X	Test 9: Dispensación de hielo	Pendiente
P.7.2	Movimiento de noria de plataformas			X	X	Test 10: Movimiento de "noria" de plataformas	Pendiente
F.8	Selección de combinados de la APP		X			Análisis 1: Análisis de la interfaz de la aplicación	Pendiente

P.8.1	Opciones de combinados en la APP		X			Análisis 1	Pendiente
P.8.2	Inclusión de imágenes descriptivas en la APP	X					Pendiente
P.8.3	Confirmación antes de pago en la APP		X			Análisis 1	Pendiente
F.9	Procesamiento de pago con API de Stripe	X				Análisis: 2: Confirmación de pagos realizados	Pendiente
P.9.1	Integración correcta de la API	X				Análisis 2	Pendiente
P.9.2	Notificación del pago realizado	X				Análisis 2	Pendiente
F.10	Recepción de la comanda en Arduino						Pendiente
P.10.1	Conexión entre el servidor Flask y Arduino				X	Test 11: Recepción de comanda por Arduino	Pendiente
P.10.2	Formato de comanda para recepción en Arduino				X	Test 11	Pendiente
P.10.3	Notificación Arduino-Usuario de pedido recibido				X	Test 11	Pendiente
D.1	Dimensiones adecuadas	X				Test 10: Medida de las dimensiones	Pendiente

D.2	Estructura externa	X				Test 4	Pendiente
D.3	Diámetro Pinza	X				Test 10	Pendiente
D.4	Estructura soporte	X				Test 4	Pendiente
D.5	Dimensiones tubo PVC	X				Test 10	Pendiente
D.6	Dimensiones plataformas	X				Test 10	Pendiente
D.7	Altura Polea	X				Test 11: Medida altura polea	Pendiente
D.8	Material Plataformas	X				Test 4	Pendiente
D.9	Dimensiones Plataformas	X				Test 10	Pendiente
D.10	Diseño simple interfaz			X	X	Test 12: Comprobación Interfaz	Pendiente
D.10.1	Elementos mínimos			X	X	Test 12	Pendiente
D.10.2	Dispositivos móviles			X	X	Test 12	Pendiente
D.11	Backend			X	X	Test 12	Pendiente
O.1	Servir con aplicación			X	X	Test 13: Aplicación	Pendiente
O.2	Arranque con aplicación			X	X	Test 13	Pendiente
O.3	Aplicación WiFi			X	X	Test 14: Conexión WiFi	Pendiente
O.3.1	Alta demanda			X	X	Test 14	Pendiente
O.4	Comandas			X	X	Test 15: Servicio tras pago	Pendiente

O.4.1	Comanda tras pago			X	X	Test 15	Pendiente
-------	-------------------	--	--	---	---	---------	-----------

Plan de pruebas

Número de prueba	1
Tipo de prueba	Movimiento de vaso en cinta transportadora
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo líquidos y cinta
Item probado	Cinta transportadora
Procedimiento y duración de prueba	Encender motor, y comprobar por marcas la distancia recorrida y los tiempos y la parada de la cinta
Duración de la campaña de prueba	10 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	2
Tipo de prueba	Coordinación de la puesta vaso con el arranque de la cinta
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo líquidos y cinta
Item probado	Cinta transportadora
Procedimiento y duración de prueba	Al poner un vaso después de unos segundos se deberá iniciar el funcionamiento del motor
Duración de la campaña de prueba	5 minutos

Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	3
Tipo de prueba	Comprobación de succión y su velocidad
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo líquidos y cinta
Item probado	Bombas
Procedimiento y duración de prueba	Encender las bombas y ver si succionan. Después comprobar el nivel de agua de los depósitos y cuanto tiempo tarda.
Duración de la campaña de prueba	10 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	4
Tipo de prueba	Revisión de la fiabilidad de la estructura externa
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo común
Item probado	Estructura externa
Procedimiento y duración de prueba	Ir aumentando las fuerzas externas a las que es sometida la estructura
Duración de la campaña de prueba	5 minutos
Fecha de campaña de prueba	Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	5
Tipo de prueba	Agarre de la pinza
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo vasos
Item probado	pinza
Procedimiento y duración de prueba	Verificar el funcionamiento de apertura y cierre de la pinza. A continuación se observará el acercamiento de la pinza al vaso
Duración de la campaña de prueba	10 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	6
Tipo de prueba	Dispensado de vasos
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo vasos
Item probado	Pinza y mecanismo biela-manivela
Procedimiento y duración de prueba	Primero se comprobará el agarre de la pila de vasos y luego la elevación de esta y su sujeción. Después se observará el correcto funcionamiento del mecanismo a la hora de depositar la pila en la cinta. Además se supervisará la altura que es capaz de alcanzar la pinza
Duración de la campaña de prueba	15 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	7
Tipo de prueba	Polea para los hielos
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo hielo
Item probado	Polea
Procedimiento y duración de prueba	Se constatará las dimensiones y peso adecuados, la velocidad y altura adquiridos de la polea y la parada de la polea en el caso de que haya un vaso delante.
Duración de la campaña de prueba	20 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	8
Tipo de prueba	Transporte de los hielos
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo hielo
Item probado	Polea
Procedimiento y duración de prueba	Se verificará que el desplazamiento de los hielos es el adecuado
Duración de la campaña de prueba	10 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	9
Tipo de prueba	Dispensado de hielos
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo hielo
Item probado	Plataforma inferior

Procedimiento y duración de prueba	Se probará la apta caída del hielo por la plataforma inferior
Duración de la campaña de prueba	5 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	10
Tipo de prueba	Movimiento noria de plataformas
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo hielo
Item probado	Plataformas
Procedimiento y duración de prueba	Se controlará el movimiento de las plataformas que llevarán los hielos
Duración de la campaña de prueba	15 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	11
Tipo de prueba	Recepción de comanda por Arduino
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo aplicación web
Item probado	Servidor Flask y arduino
Procedimiento y duración de prueba	Comprobación de la entrada de la comanda y notificación al usuario
Duración de la campaña de prueba	10 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	12
Tipo de prueba	Interfaz
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo aplicación web
Item probado	Interfaz
Procedimiento y duración de prueba	Verificación de una interfaz con diseño simple y para dispositivos móviles
Duración de la campaña de prueba	10 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	13
Tipo de prueba	Aplicación
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo aplicación web
Item probado	Aplicación
Procedimiento y duración de prueba	Constatación del arranque de la aplicación y petición de la comanda
Duración de la campaña de prueba	10 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	14
Tipo de prueba	Conexión entre dispositivos por red WiFi
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo aplicación web

Item probado	Aplicación y microcontrolador
Procedimiento y duración de prueba	Revisión de la conexión WIFI
Duración de la campaña de prueba	5 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

Número de prueba	15
Tipo de prueba	Comprobación de pago por aplicación
Instalaciones de prueba	Espacio de trabajo del equipo aplicación web
Item probado	Aplicación
Procedimiento y duración de prueba	Ejecución del pago de una comanda y comprobación del proceso por ambas partes
Duración de la campaña de prueba	10 minutos
Fecha de campaña de prueba	Abril-Mayo
Estado de prueba	Sin hacer

5. Material y presupuestos

Material necesario

Tabla 1
Material de subsistema líquidos

Material	Descripción
Nema 17 motor paso a paso	x1 motor paso a paso de alto torque
Rodamientos (modelo 608zz)	Pack de x10 piezas de Rodamientos con $\varnothing_{ext} = 22\text{mm}$; $\varnothing_{int} = 8\text{mm}$; espesor =7mm
Rodillos cinta transportadora (impresora 3d)	Longitud de rodillos = entre 80-150mm ; $\varnothing_{int} = 8\text{mm}$;
Juego Polea Correa	$\varnothing_{i1} = 8\text{mm}$; $\varnothing_{i2} = 5\text{mm}$ 20-60dientes (1:3) ; modelo (20T5-60T8) ; CORREA: Ancho = 6mm ; Longitud = 294mm
Sujecciones para rodillo (impresora 3d)	Debe poder contener los rodamientos con $\varnothing_{ext} = 22\text{mm}$ y sujetarlo con la pared.
Cilindros para ajustar los rodillos (impresora 3d)	Fijar los rodillos en caso en el que no se ajusten al ancho de la cinta
Madera gruesa (base)	Madera gruesa para base de la cinta transportadora. Longitud = 1m. Ancho = 150mm.
Chapas de madera fina	Paredes de la cinta transportadora para su correcto apoyo. Ver futuros planos.
Tornillos (x12 planos ; x4 estrella ; x6 estrella-madera)	Fijar las distintas placas de madera, motor, sujecciones...
Barra de acero inoxidable	Eje lineal de acero inoxidable 303. $\varnothing=8\text{mm}$. Longitud = max unos 400mm (x2 200mm) ; Hay que cortar
Soportes de tuercas o Arandelas (x12 tuercas ; x12 arandelas)	Fijar cada tornillo que use tuercas y protegerlo.
Tira nylon o banda para cinta transportadora	Ancho = 150mm ; Largo = 1m.
Bombas para líquido	Minibombas de 12 V, 5 W ; capacidad de bombeo de 1.45L/min
Placa de ajuste de motor (modelo: motor Nema17)	Medidas conforme a los planos del motor. Su función es acoplar el motor con la madera y que sobresalga el eje.
Tubos manguera	$\varnothing_{int} = 4.5\text{mm}$; metros los necesarios. Su función es el

transparente	transporte de líquido en impulsión y succión.
--------------	---

Tabla 2
Material de subsistema hielos

Material	Descripción
Enganches en H	Enganches que mantendrán unidos las baldas donde se depositan los hielos y la noria que las gira
DC 12V motor del engranaje, par eléctrico Micro Reducción de alta velocidad	Motor necesario para mover la noria y que los hielos situados en las baldas caigan por el tubo de pvc
Tubo de PVC	Tubo de PVC por el que bajarán los hielos. Longitud: 50 cm (cortar), 50 mm dia. ext. , 45.2 mm dia. int.
Hielo en cubitos bolsa 2 kg	Hielos que caerán desde las plataformas de la noria por la rampa de pvc hasta el vaso
Engranajes	Número de engranajes necesarios para reducir la velocidad del motor, que en sí ya es baja
Plataformas de PVC	Plataformas de la noria que sujetarán los hielos, hechas con el pvc restante del tubo
Tornillos	Por seleccionar
Cables	Común
Polea Correa?	
Trozo de Nuemático?	

Tabla 3
Material de subsistema vasos

Material	Descripción
motor biela-manivela	MG995, 360°
madera para b-m	Estructura
madera eje (guia b-m)	Estructura
madera pinza	Estructura
motor pinza	Motor b-m
engranajes para pinza	Estructura
estructura para pila vasos	13T (terminar de seleccionar)
tornillos	Estructura

Tabla 4

Material de subsistema aplicación web

Material	Descripción
Teléfono Android e IOS	Comprobación del correcto funcionamiento de la app

Tabla 5

Equipos de laboratorio

Material	Descripción
Polímetros	Medición de las potencias necesarias en todo el sistema
Equipo de soldadura	Unión de cableado electrónico del sistema
Equipo para cortar madera	Para la creación de la estructura

Presupuesto

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO
<u>Electrónica, motores y bombas</u>			
Nema 17 motor paso a paso	1	9,99 €	9,99 €
DC 12V motor del engranaje, par eléctrico Micro Reducción de alta velocidad	1	-	0,00 €
Motor biela-manivela	1	0,99 €	0,99 €
Motor pinza	1	0,99 €	0,99 €
Bombas para líquido	4	0,84 €	3,36 €
Arduino ESP32	1	9,00 €	9,00 €
Cables	-	Financiación	0,00 €
<u>Estructura y mecanismos</u>			

Madera gruesa (base)	1	Financiación	0,00 €
Chapas de madera fina	2	Financiación	0,00 €
Madera para b-m	-	-	0,00 €
Madera eje (guia b-m)	-	-	0,00 €
Madera pinza	-	-	0,00 €
Barra de acero inoxidable	2	2,42 €	4,84 €
Juego Polea Correa	1	2,88 €	2,88 €
Rodamientos (modelo 608zz)	4	0,55 €	2,20 €
Tira nylon o banda para cinta transportadora	1	Financiación	0,00 €
Tubos manguera transparente	1	0,66 €	0,66 €
Tubo de PVC	1	5,75 €	0,00 €
Plataformas de PVC	8	Financiación	0,00 €
Tornillos (x12 planos ; x4 estrella ; x6 estrella-madera)	Por definir	-	0,00 €
Soportes de tuercas o Arandelas (x12 tuercas ; x12 arandelas)	Por definir	-	0,00 €
Engranajes	Por definir	-	0,00 €
Placa de ajuste de motor (modelo: motor Nema17)	1	1,65 €	1,65 €
estructura para pila vasos	1	2,00 €	2,00 €
<u>Piezas 3D</u>			
Rodillos cinta transportadora (impresora 3d)	2	-	0,00 €
Sujecciones para rodillo (impresora 3d)	4	-	0,00 €
Cilindros para ajustar los rodillos (impresora 3d)	4	-	0,00 €

Enganches en H	8	-	0,00 €
Extras			
Bolsa de hielos 2 kg	1	0,99 €	0,99 €
Vasos	5	Financiación	0,00 €
Botellas Alcohol	2	5,00 €	10,00 €
Botellas Refresco	2	1,00 €	2,00 €

PRECIO TOTAL			
51,55 €			

6. Trabajo futuro

En este apartado, exploramos varias mejoras potenciales que podrían realizarse para mejorar al bartender. Debido a limitaciones de tiempo o presupuesto, estos cambios no fueron posibles durante el desarrollo.

Un área de mejora es el sistema de hielo. Si bien hemos conseguido abarcar el dispensador de hielos dentro del proyecto, este no es para nada eficiente, ya que tiene un gran defecto y es la poca capacidad de almacenar hielos. Aparte, otra gran problemática es su descongelación. No tenemos la capacidad económica suficiente para incorporar un sistema de refrigeración completo para evitar que estos hielos se descongelen. La posible solución es evidente, añadir un sistema de refrigeración adecuado que mantenga los hielos a temperatura correcta.

Otra posible área de mejora es la incorporación de más tipos de cóctel. Nuestro proyecto solo dispondrá de dos combinados a elegir. En futuras mejoras es algo a tener en cuenta para añadir así más valor y funcionalidad al robot.

Otra funcionalidad que se puede mejorar es añadir una barra al final de la cinta transportadora, para que se puedan acumular los cócteles antes de recogerlos. En nuestro presupuesto y tiempo no da tiempo de incorporarlo.

También, se podría incorporar una pantalla LCD en la que aparezca el número de pedido que se está realizando y así saber la cola que queda para el cóctel de un cliente en concreto.

7. Referencias

- [1] Mixo Drinks (2024). Página web de la empresa Mixo Drinks [Consultado el 25 marzo 2024], disponible en: <https://www.mixodrink.com/>
- [2] L. Peier, Ein Serviceroboter in einem Café hinter der Bar, Bachelor (tesis doctoral) School of Business FHNW, School of Business FHNW, Olten, 2022.
- [3] F&P Robotics (2024): Página web de la empresa suiza F&P Robotics [Consultado el 26 marzo 2024], disponible en: <https://www.fp-robotics.com/en/category/barney/>
- [4] Smyze (2024): Página web de la empresa suiza Smyze [Consultado el 26 marzo 2024], disponible en: <https://smyze.com/en/>
- [5] T. Degernäs, “Digibar : An analysis of the future's bartender”, (tesis doctoral), TRITA-ITM-EX Department, School of Industrial Engineering and Management (ITM), 2023.
- [6] J. Kevin Vega-Rojas, “Design and Implementation of an Automated Robotic Bartender Using VDI 2206 Methodology”, E3S Web of Conf, vol. 465, pp. 02062, 2023.