



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA MECÁNICA – DISEÑO
MECÁNICO

DISEÑO DE UN VEHÍCULO DE ÚLTIMA MILLA PARA SU USO EN PAQUETERÍA:
APLICACIÓN DE UN SISTEMA AGV

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
SERGIO HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

TUTOR PRINCIPAL
DR. ALEJANDRO C. RAMÍREZ REIVICH

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, MARZO 2020

AGRADECIMIENTOS

Irán los agradecimientos personales y para el proyecto

RESUMEN

JBWHBASDASDASD

TABLA DE CONTENIDO

1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Metodología	1
1.4. Trabajo previo	1
1.5. Planteamiento del problema	1
1.6. Objetivo	1
1.7. Alcances	1
1.8. Equipo de trabajo	1
2. CICLO 1. USUARIO	3
2.1. Reto	3
2.2. Usuario en contexto	3
2.2.1. Observaciones	3
2.2.2. Entrevistas	3
2.2.3. Organizar y jerarquización de necesidades	3
2.3. Soluciones actuales (mercado)	3
2.4. Contexto pasado, presente y futuro	3
2.4.1. Estadísticas, normas, reglamentos	3
2.5. Factores críticos, hallazgos	3
2.5.1. Necesidades seleccionadas	3
3. CICLO 2. EXPERIENCIA	5
3.1. Redefinición del reto	5
3.2. Necesidad jerarquizada	5
3.3. Objetivo (propuesta de valor)	5
3.4. Requerimientos	5
3.5. Escenarios	5
3.6. Personajes	5
3.7. Mapa de ruta	5
3.8. Diseño de experiencias	5
3.9. Nuevas tecnologías	5
3.10. Factores críticos, hallazgos	5
4. CICLO 3. PRODUCTO	7
4.1. Redefinición del reto	7
4.2. Principios de diseño	7

4.3. Requerimientos y especificaciones	7
4.4. Generación de conceptos	7
4.5. Evaluación de conceptos	7
4.6. Selección de concepto	7
4.7. Construcción de un simulador*	7
4.8. Resultado de las pruebas	7
4.9. Aprendizajes y hallazgos	7
5. CICLO 4. PROTOTIPO	9
5.1. Redefinición del reto	9
5.2. Problemática	9
5.3. Objetivo	10
5.4. Productos en desarrollo	10
5.4.1. Starship	10
5.4.2. Amazon Scout	11
5.4.3. Robby	11
5.4.4. Eliport	12
5.4.5. Eliport	12
5.4.6. Postmates	12
5.4.7. Marble	12
5.4.8. Boxbot	12
5.4.9. Kiwi	12
5.4.10. Teleretail	12
5.4.11. Rev-1	12
5.4.12. Neolix	12
5.4.13. Robomart	12
5.4.14. AnyBotics	12
5.4.15. Mercedes	12
5.5. Por definir	12
5.6. GENERAR. Generación de conceptos	13
5.7. GENERAR. Selección de conceptos	13
5.8. GENERAR. Desarrollo de la propuesta	13
5.9. PROBAR. Simuladores, maquetas, prototipos	13
5.10. APRENDER. Análisis de hallazgos	13
Bibliografía	19

Capítulo 1

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1. Introducción

1.2. Antecedentes

Última Milla y retos que enfrenta la paquetería

1.3. Metodología

Ciclos y funciones y Enfoque

1.4. Trabajo previo

Descripción de las tesis anteriores

1.5. Planteamiento del problema

¿Cuál es la problemática?

1.6. Objetivo

General y particulares

1.7. Alcances

A qué se llegará

1.8. Equipo de trabajo

Por etapas

Capítulo 2

CICLO 1. USUARIO

2.1. Reto

2.2. Usuario en contexto

2.2.1. Observaciones

2.2.2. Entrevistas

2.2.3. Organizar y jerarquización de necesidades

2.3. Soluciones actuales (mercado)

2.4. Contexto pasado, presente y futuro

2.4.1. Estadísticas, normas, reglamentos

2.5. Factores críticos, hallazgos

2.5.1. Necesidades seleccionadas

Capítulo 3

CICLO 2. EXPERIENCIA

- 3.1. Redefinición del reto
- 3.2. Necesidad jerarquizada
- 3.3. Objetivo (propuesta de valor)
- 3.4. Requerimientos
- 3.5. Escenarios
- 3.6. Personajes
- 3.7. Mapa de ruta
- 3.8. Diseño de experiencias
- 3.9. Nuevas tecnologías
- 3.10. Factores críticos, hallazgos

Capítulo 4

CICLO 3. PRODUCTO

- 4.1. Redefinición del reto
- 4.2. Principios de diseño
- 4.3. Requerimientos y especificaciones
- 4.4. Generación de conceptos
- 4.5. Evaluación de conceptos
- 4.6. Selección de concepto
- 4.7. Construcción de un simulador*
- 4.8. Resultado de las pruebas
- 4.9. Aprendizajes y hallazgos

Capítulo 5

CICLO 4. PROTOTIPO

5.1. Redefinición del reto

Se plantea que al VUM se le añadan tecnologías que permitan efficientar el proceso de entrega de paquetería, una primera iteración puede ser la aplicación de un sistema AGV (*Automatic Guided Vehicle*, por sus siglas en inglés). Esto con la idea de tener un primer acercamiento con tecnologías revolucionarias que hoy en día se están desarrollando, como lo son los vehículos autónomos.

5.2. Problemática

Retomando algunas de las necesidades obtenidas de nuestros usuarios, nos dimos cuenta que derivan de situaciones culturales del escenario y contexto mismos. Siendo nuestro usuario principal en este ciclo, el cliente, que como se enunció anteriormente es la dueña de la empresa Re!, quien enunció algunas de las problemáticas siguientes:

- Los empleados no pueden acceder con mochilas ni a la bodega ni a la camioneta porque se pueden robar los paquetes.
- Hacen mal uso del combustible del vehículo, ya sea porque se desvían de la ruta por intereses personales o porque cargan menos cantidad de éste, mientras que reportan haber comprado una mayor cantidad.
- En la solución planteada, si dicho VUM tiene una velocidad mayor que una bicicleta, puede ser peligroso para ellos mismos, ya que no tenderán a ir siempre rápido, propiciando accidentes.
- No es conveniente que el VUM tenga piezas que se quiten, ya que los mismos empleados podrían robárselas.
- En la solución presentada en el capítulo de *experiencia*, cuya solución implica llevar únicamente a los vehículos a un punto intermedio de las zonas de entrega, esto podría generar problemas en la logística, ya que los conductores tendrían que llegar a los puntos de descarga de los vehículos, dificultando su acceso por cuestiones de movilidad.

Con estos hallazgos, se hace evidente que el vehículo y el proceso de entrega es altamente mejorable. por lo que se plantea que el una posible solución sea que dicho VUM sea no tripulado pudiendo entregar en un ambiente controlado.

5.3. Objetivo

Mejorar la eficiencia del sistema de entrega VUM, planteando la implementación de un sistema de Vehículo de Guiado Automático (AGV) en rutas controladas.

5.4. Productos en desarrollo

Algunos de los conceptos que se han ido desarrollando en los últimos años se presentaron en la sección 1.4, cuyo nombre es *contexto pasado, presente futuro*. Si bien en este se presentan propuestas de vehículos de reparto tripulados de dos y tres ruedas, también se presentan algunos que se proyectaban como conceptos de solución no tripulada, como drones y robots.

En esta sección presentaremos más en específico que se ha hecho en el ámbito de la robótica para reparto.

5.4.1. Starship

Esta empresa fue creada en 2014 y sólo cuatro años implementó su negocio de entrega de comida y paquetería por medio de un robot móvil autónomo de seis ruedas en la universidad de Milton Keynes, en Reino Unido. Este navega por las banquetas, detecta obstáculos, personas y demás imprevistos que se presenten en su recorrido. A la fecha se realiza entregas en otras universidades, acumulando más de 100,000 entregas [7].



Figura 5.1: Robot autónomo de Starship[3].

Algunas de las características de este robot son las siguientes [4]:

- Sensores: Ultrasónico, camera de tiempo de vuelo (ToF camera), cámara estereo.
- Características importantes: Utilizando dichos sensores e inteligencia artificial, puede mapear y entender el entorno, permitiéndole detectar objetos y saber su ubicación.
- Dimensiones: 55.9 cm de altura, 68.9 cm de largo y 55.9 cm de ancho.
- Peso: 20 kg.
- Velocidad: 6 km/h.

- Seguridad: El compartimento de carga está bloqueado, solo se puede abrir con la aplicación del teléfono inteligente del receptor. Además, el robot tiene seguimiento de su ubicación por parte de la empresa y del usuario, al llegar al destino, le enviará una notificación [7].

5.4.2. Amazon Scout

Como se pudo ver en el estado del arte del ciclo 1, un robot que se está haciendo famoso es el robot autónomo Scout, el cual es un robot de seis ruedas que Amazon ha estado desarrollando y probando desde inicios del 2019 en Washington y a mediados de ese año, aplió su cobertura a California [2]. Este robot móvil aún está en pruebas, ya que en todas las entregas que realiza, necesita el acompañamiento de un empleado de esta empresa de *e-commerce* para asegurarse que cumple con el objetivo y para obtener hallazgos que ayuden a mejorarlo.



Figura 5.2: Robot autónomo de Amazon Scout[1].

Este robot navegaría por las aceras, que si bien podría parecer un ambiente tranquilo, sigue siendo impredecible, ya que puede haber obstáculos que tendría que evadir este móvil. Amazon comenzó con seis unidades repartiendo en el Condado de Snohomish, Washington, entregando de lunes a viernes por el día en todo tipo de clima sin tener mayores complicaciones. Este vehículo cuenta con espacio para casi cualquier tamaño de paquetes y solo entrega uno a la vez. Uno de los retos más grandes que enfrentan, es que ellos tienen que construir los mapas de las aceras, ya que no existen [1].

5.4.3. Robby

Esta empresa fundada en 2016, ha creado su segunda versión de robot autónomo para entrega de paquetería y comida. Ha hecho alianzas con algunas empresas de comida para alcanzar la entrega de más de 6,000 km [6]. Robby ofrece una solución rentable y sostenible para redefinir la experiencia de reparto [5] .

Este robot puede ir sobre aceras a una velocidad similar al de las personas. El nuevo diseño es resistente al agua y a la intemperie, lo que ayuda su navegación en San Francisco, lugar de las pruebas y al tener seis ruedas, tiene la capacidad de pasar por irregularidades e incluso pasar algunos bordes que pudiera encontrar. Un dato importante es que tiene la capacidad de recorrer hasta 32 km con carga y ser localizado con mucha precisión [6].



Figura 5.3: Robot autónomo de Starship[3].

5.4.4. Eliport

5.4.5. Eliport

5.4.6. Postmates

5.4.7. Marble

5.4.8. Boxbot

5.4.9. Kiwi

5.4.10. Teleretail

5.4.11. Rev-1

5.4.12. Neolix

5.4.13. Robomart

5.4.14. AnyBotics

5.4.15. Mercedes

5.5. Por definir

- Sistema para que no se caiga
- Actuación
 - Aceleración
 - Dirección
 - Frenado
 - Luces

Sensado

- Detección de obstáculos
- Detección de ruta
- Conocer el estado del VEnTUM

Procesamiento (Programación para las diferentes condiciones de funcionamiento)

5.6. GENERAR. Generación de conceptos

Generación de conceptos y selección

5.7. GENERAR. Selección de conceptos

5.8. GENERAR. Desarrollo de la propuesta

5.9. PROBAR. Simuladores, maquetas, prototipos

5.10. APRENDER. Análisis de hallazgos

CONCLUSIONES

TRABAJO A FUTURO

Bibliografía

- [1] ARCE, Damian de: *Cómo los robots de entrega de Amazon navegarán por su acera*. dearce.com.uy/como-los-robots-de-entrega-de-amazon-navegaran-por-su-acera/
- [2] GARTENBERG, Chaim: *Amazon is now delivering packages in Southern California with its Scout robots*. www.theverge.com/2019/8/9/20798604/amazon-scout-robot-delivery-irving-southern-california-expansion-prime
- [3] HAMILTON, Isobel A.: *Los inversores están apostando 85 millones de dólares a que los estudiantes hambrientos normalizarán estos robots de entrega de comida a domicilio*. www.businessinsider.es/carrera-robots-entrega-domicilio-starship-technologies-480485
- [4] IEEE: *Starship robot*. robots.ieee.org/robots/starship/
- [5] NICHOLS, Greg: *Robby Technologies*. robby.io/
- [6] NICHOLS, Greg: *Robby the last-mile delivery robot gets an update*. www.zdnet.com/google-amp/article/robby-the-last-mile-delivery-robot-gets-an-update/
- [7] TECHNOLOGIES, Starship: *Starship webpage*. www.starship.xyz/