

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Vehículo Teleoperado De Carga (VTC)

James A. Baracaldo y Juan S Vera

Programa Ingeniería Mecatrónica, Facultad De Ingeniería, Universidad Escuela Colombiana de
Carreras Industriales

Nota del autor

James A. Baracaldo y Juan S Vera, Programa Ingeniería Mecatrónica, Facultad De
Ingeniería, Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales.

Tutores docentes Ing. Víctor H. Bernal Trisancho e Ing. Germán L. Vargas Fonseca de la
Universidad ECCI.

Cualquier mensaje en relación con este trabajo pueden comunicarse a la Universidad
ECCI

TABLA DE CONTENIDO

1	Título de la Investigación	8
2	Problema de Investigación	8
2.1	Descripción del Problema	9
2.2	Formulación del Problema	10
3	Objetivos de la Investigación	11
3.1	Objetivo General	11
3.2	Objetivos Específicos	11
4	Justificación y Delimitación de la Investigación	12
4.1	Justificación	12
4.2	Delimitación	16
5	Marco de Referencia de la Investigación	18
5.1	Estado de Arte	18
5.1.1	Vehículos de Guiado Automático (AGV)	20
5.1.2	Historia de los AGV	21
5.1.3	Tipos de AGV utilizados en la industria	21
5.1.4	Aplicaciones en la industria	27
5.2	Marco Teórico	27

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

5.2.1	Zeodratación	27
5.2.2	Robótica	28
5.2.3	Locomoción	30
5.2.4	Sistema motriz diferencial	31
5.2.5	Tracción Ackerman	32
5.2.6	Motores eléctricos	33
5.2.7	Baterías de litio	34
5.2.8	Sensores	35
5.2.9	Modelado 3D	36
5.2.10	Actuadores	36
5.2.11	Automatización	37
5.2.12	AGV	38
5.2.13	Controlador Lógico Programable	39
5.2.14	Teleoperación	41
6	Metodología	42
6.1	Fase 1. Investigación	44
6.1.1	Concepto	45
6.1.2	Concepto 1	46
6.1.2.1	Características	46
6.1.3	Concepto 2	48

	4
6.1.4 Concepto 3	50
6.1.5 Selección de conceptos	51
6.2 Fase 2. Diseño	56
6.2.1 Diseño del VTC	56
6.2.2 Modulación	57
6.2.3 Sujeción con el carro de rack	58
6.2.3.1 Concepto 1	58
6.2.3.2 Concepto 2	59
6.2.4 Sujeción a las bandejas	62
6.2.4.1 Concepto 1	63
6.2.4.2 Concepto 2	63
6.2.5 Elección de diseño	64
6.2.5.1 1. Requerimientos del cliente	66
6.2.5.2 2.Especificaciones del producto	66
6.2.5.3 3.Matriz de correlación	66
6.2.5.4 4.Proceso	66
6.2.5.5 5.Importancia	67
6.2.5.6 6.Cuantificación de las especificaciones del producto	67
6.2.5.7 7.Dirección de mejora	67

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

6.2.5.8	8.Evaluación de conceptos	67
6.3	Matriz QFD	68
6.4	Fase 3. Gripper.	68
6.4.1	Opción 1 Gripper 2 dedos agarre mecánico	73
6.4.2	Opción 2 Gripper doble de 2 dedos	78
6.4.3	Opción 3 Gripper de encaje tipo C	87
6.4.4	Opción 4 Gripper de 3 Dedos con Mecanismo Tipo Tijera	90
6.4.5	Selección de Mecanismo Central y Gripper	93
6.4.5.1	Selección de mecanismo central	93
6.4.5.2	Selección del Gripper	100
6.5	Fase 4 Sistemas	109
6.5.1	Componentes Mecánicos	109
6.5.1.1	Análisis estático	109
6.5.1.2	Periféricas	118
6.5.1.2.1	Soportes	119
6.5.1.2.2	Guías	119
6.5.1.2.3	Ruedas giratorias de carga	120
6.5.1.3	Mecanismos	121
6.5.1.3.1	Mecanismo central	121
6.5.1.3.2	Mecanismos acople	121

6.5.1.3.3 Banca trasera	122
6.5.1.4 Bisagra	123
6.5.1.5 Sistema de ventilación	123
6.5.1.5.1 Campanas de filtro	124
6.5.1.5.2 Cúpula de baterías	125
6.5.2 Componentes Eléctricos	125
6.5.2.1 Cálculos	126
6.5.2.2 Componentes	136
6.5.2.2.1 Sensor de ultrasonido	137
6.5.2.2.2 Controlador	137
6.5.2.2.3 Tira leds	138
6.5.2.2.4 Bocina	139
6.5.2.2.5 Motores eléctricos	139
6.5.2.2.6 Batería	140
6.5.2.2.7 HMI KTP400	141
6.5.2.2.8 Actuadores	142
6.5.2.2.9 Ventiladores	142
6.5.3 Sistema de control	143
6.6 Fase 5. Integración de las fases	145

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

6.6.1	Componentes de Detalle	145
6.6.1.1	Tapas de superficie	146
6.6.1.2	Tapas laterales	146
6.6.2	Canaletas	147
6.6.3	Diseño Final	148
7	Conclusiones	160
8	Referencias	¡Error! Marcador no definido.
9	Figuras	¡Error! Marcador no definido.
10	Anexos	¡Error! Marcador no definido.

1 Título de la Investigación

Vehículo Teleoperado de carga (VTC).

2 Problema de Investigación

El proyecto busca dar solución a un problema de traslado de producto alimenticio, dentro de un proceso industrial (zeodratación). Este proceso permite una mejor preservación de los antioxidantes, aromas y además de ello es amigable con el medio ambiente, razón por la cual es un proceso que necesita ser lo más eficiente posible (Gadonna et al., 2012,1).

Para ello es utilizado un sistema de transporte de carga alimenticio con unas variables que afectan la optimización del proceso, dentro de las cuales están: un tiempo elevado en cada ciclo, trabajo repetitivo, enfermedades laborales, costos en producción, entre otras variables.

Dicho sistema transporta alimentos orgánicos en racks que serán presentados a un horno (Punto A), posteriormente los operadores proceden a ejecutar el traslado a su posición de operación. A continuación, estos alimentos son zeodratados y una vez terminado el proceso se realiza la extracción de los alimentos secos los cuales son finalmente trasladados, pero esta vez a su posición de almacenamiento (Punto B) (HorticomNews, 2002).

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

El objetivo de investigación es optimizar dicho traslado, como también optimizar los ciclos de operación, por medio de un sistema que permita hacer el trabajo de los operarios de manera más tecnológica, con la implementación de un vehículo Teleoperado de carga, por esta razón, el vehículo tendrá la sigla VTC (Flow & Process Consulting, 2020).

2.1 Descripción del Problema

El problema que se tiene que solucionar es el traslado de racks de un punto a otro para continuar con la producción de alimentos. Con base en este proceso se hará el diseño de un vehículo Teleoperado de carga, que facilite el transporte de racks.

Para diseñar el VTC es conveniente examinar el proceso de zeodratación (HorticomNews, 2002) lo cual nos lleva a describir la manera como se realiza. Este proceso consiste en atrapar las moléculas de agua de productos alimenticios, utilizando el mineral de zeolita, este cumple la función de un filtro molecular en el que el agua es evaporada del producto y sale a la atmósfera, de tal manera que los nutrientes y vitaminas son reabsorbidos por el mismo.

El proceso de zeodratación inicia con el calentamiento de la zeolita en un horno industrial a una temperatura aproximada de 230°C. Esta temperatura facilita el traslado de la zeolita por medio de racks de 16 bandejas de forma manual a la estación de llenado del producto (Alimentos). Después de que se encuentran las bandejas llenas, se movilizan los racks hacia el

zeodratador, en el que por medio de la técnica de vacío y a una temperatura ambiente controlada se realiza el proceso de zeodratación.

Cuando se realiza el traslado de los racks de forma manual se produce un desgaste físico gradual por parte de los operarios, lo que conlleva a riesgos en la salud ocupacional y a cambios en los ritmos de producción. Del mismo modo, el transporte manual de estos dispositivos a las diferentes etapas del proceso no es eficiente. Las situaciones descritas, permiten mostrar la necesidad de diseñar un sistema de transporte Teleoperado que disminuya los riesgos de salud ocupacional y mejore los tiempos de desplazamiento.

2.2 Formulación del Problema

A partir de la descripción del problema se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo optimizar el desplazamiento de los racks entre el zeodratador y el horno, por medio de un sistema Teleoperado, para disminuir riesgos de salud ocupacional y mejorar tiempos de traslado?

3 Objetivos de la Investigación

3.1 Objetivo General

Diseñar un vehículo Teleoperado de carga (VTC) que permita el desplazamiento de racks con zeolita y producto, en un proceso de zeodratación, buscando mejorar tiempos de producción y disminución de riesgos laborales para los operarios.

3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar el modelo mecánico del VTC en CAD, cumpliendo con los parámetros de espacio, velocidad y seguridad del proceso.
- Realizar el estudio y diseño de un sistema de acople entre el VTC y los racks, que cumpla con los requerimientos de carga a trasladar.

4 Justificación y Delimitación de la Investigación

4.1 Justificación

La industria alimenticia es una de las más importantes a nivel mundial, esta se caracteriza por tener una elevada demanda en el mercado. Las empresas que se encuentran en este campo necesitan ser altamente competitivas y eficientes, por ello es necesario que éstas abarquen un sistema de producción eficiente, satisfaciendo la gran demanda de productos alimenticios que hay en la actualidad. (Raffino, 2020).

Ahora bien, los sistemas de producción manejados en la industria alimenticia están constituidos por un conjunto de elementos, los cuales hacen que la materia prima se convierta en un producto finalizado y listo para ser comercializado, entre estos elementos se encuentran: maquinaria, operarios, procedimientos, materiales y diferentes tecnologías; en esta industria existen diversos sistemas para la producción, de los cuales hay cuatro principales: producción por trabajo, producción de flujo continuo, producción en masa y producción por lotes. (EAE Business School, 2018)

En relación con la producción por trabajo es importante señalar que esta es utilizada para fabricar productos únicos o por pedido. En este caso, la producción puede realizarse de manera manual, o por medio de máquinas o una combinación entre estas dos. En cuanto a la producción de flujo continuo es de anotar que esta es utilizada para fabricar productos en volúmenes muy

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

altos. En lo que refiere, a la producción en masa encontramos que esta es utilizada para fabricar grandes cantidades de producto. La producción por lotes busca fabricar productos de una forma más limitada lo cual implica que la frecuencia de producción dependa de las características de la empresa y los requerimientos del mercado. Además, en este tipo de sistema el factor humano es mayor (UNEA. AliatUniversidades, 2018)

En lo atinente a los sistemas de producción, la norma ISA-88 (García et al., 2018) permite aclarar que, de los sistemas mencionados el más eficiente es el de la producción de flujo continuo a la hora de la implementación, ya que el desarrollar una metodología batch permite crear formas con estándares para automatizar la producción, permitiendo reducir la complejidad y los costos. Las directrices contenidas en ISA-88 ayuda a que el diseño del proceso presente un control en la fabricación por lotes, con el fin de separar información de desarrollo en equipos o maquinarias con funciones de control y la obtención de información se traduce en recetas que especifican las acciones y su orden para así ser ejecutadas e implementadas para el control eficiente del proceso. (Serna Quilindo et al., 2012)

Es importante conocer todos los aspectos que están involucrados en el proceso de flujo continuo, pues este conocimiento permitirá realizar el respectivo control y automatización de dicho proceso. En este se diseñarán recetas que especificarán qué acciones deben ser implementadas y en qué orden serán ejecutadas, ajustándose a las necesidades del cliente. (García et al., 2018)

De los cuatro sistemas de producción anteriormente mencionados los dos que son comunes en la industria alimenticia son: el sistema de flujo continuo y el sistema de masa; mediante la utilización de estos sistemas se pueden fabricar productos en grandes cantidades, lo cual hace que el costo de fabricación sea más económico debido a que no hay un alto número de operarios, disminuyendo así los riesgos de producción y además garantizando la continuidad del proceso. (UNEA.AliatUniversidades, 2019).

En el proceso de producción de un sistema de zeodratación interviene un número significativo de operarios, los cuales trasladan la materia prima a los diferentes puntos de ensamblaje o de producción, con base en esto existe una alta probabilidad de que se presenten riesgos debido al esfuerzo físico que deben ejercer los operarios al transportar los racks de forma manual, y también la posibilidad que en este proceso se afecten los tiempos y costos de producción. (EcuRed Contributors, 2020)

Como se describió anteriormente en la solución del problema se encontró también la dificultad de traslado en los racks y las consecuencias del mismo que afectan la salud ocupacional e inciden en los ritmos de producción.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Esta situación lleva a proponer el diseño e implementación de un VTC, el cual logrará dar solución al problema presentado en el sistema de producción. Para el diseño se tendrán en cuenta los lineamientos establecidos en la normativa ISO3691-4 para la gestión del vehículo guiado automático (AGV); donde establece que, “los vehículos de guiado autónomo, como otros elementos de automatización, no son seguros por sí mismos, ya que pueden recibir infinitos usos y trabajar en condiciones totalmente diferentes, por lo tanto, lo que debe ser seguro es su aplicación.”

Como se puede observar, en la cita referenciada, la norma anterior no es suficiente, lo que conduce a complementar con la ISO 3691-4, específicamente en lo que se encuentra en el apartado de Carretillas de mantenimiento (Requisitos de seguridad y verificación Parte 4: carretillas industriales sin conductor y sus sistemas).

Esta norma establece los límites en materia de seguridad junto a la convivencia entre personas y vehículos autónomos, de manera que, regula aspectos cruciales como la distancia mínima de seguridad entre el AGV y los elementos fijos de la planta industrial, un ejemplo de su aplicación puede ser para evitar la colisión del AGV con los operarios que trabajan alrededor. Otros aspectos dentro de la norma que son importantes de tener en cuenta se refieren a los niveles de prestaciones mínimas que deben tener las funciones de seguridad del sistema, como el control de velocidad, el control de frenos, etc. De igual forma, es posible minimizar los riesgos, dotando a las máquinas de sensores, sistemas de protección electrosensibles, dispositivos de presión sensibles, etc. (Interempresas, 2020)

Por otro lado, es necesario tener en cuenta el control que permitirá satisfacer las demandas de transporte, para esto, las actividades deben ser realizadas por medio de un control teleoperado, dicho control será encargado del desplazamiento, rutas para el vehículo, programación del vehículo y posicionamiento del vehículo en el sitio de trabajo.

Finalmente, la realización de esta investigación aportará nuevas ideas y tecnologías a la empresa, mejorando los tiempos de producción y reduciendo significativamente los accidentes laborales.

Igualmente, el valor agregado de este estudio consiste en la reestructuración de las labores de los operarios, donde se dignifica su trabajo gracias al uso de nuevas herramientas y tecnologías.

4.2 Delimitación y Alcance

4.2.1 Delimitación

La delimitación del proyecto está sujeta a los requerimientos que realice la empresa, por ejemplo: el desplazamiento demandado es de 1.7 toneladas, condición que exige desde luego un sistema de seguridad industrial para evitar accidentes dentro de la empresa. Es importante además tener en cuenta el sistema de consumo energético (Batería), ya que debe soportar las operaciones ejecutadas por el VTC, del mismo modo es necesario contar con un sistema de control Teleoperado para conocer las estadísticas en tiempo real. Igualmente, el VTC debe

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

contar con un sistema óptimo de sujeción a los racks, así mismo, debe ser capaz de soportar altas temperaturas sin que afecte su funcionamiento y por último es importante tener en cuenta los costos de su elaboración.

De acuerdo con lo anterior, es importante considerar las dimensiones del VTC, ya que estas no deben afectar el espacio de trabajo, así mismo, es necesario detallar aspectos relevantes en el diseño del VTC con ciertos requisitos que lo hagan eficiente y seguro, por esta razón, el diseño se encuentra dividido en tres fases: la primera es el diseño mecánico, en la que se realizará un modelo CAD que cumplirá con todas las normas de seguridad y los requerimientos mínimos solicitados. La segunda, abarca el sistema de control y electricidad, dos asuntos que se encargarán de la eficiencia del trabajo y definirán la carga del VTC. Para el control, es pertinente tener en cuenta tanto la programación como el mando, ya que son necesarios para que el vehículo de carga sea manejado de forma sencilla y su tiempo de respuesta sea óptimo. La tercera fase es el diseño de sujeción, que se encargará de sujetar los racks para que puedan ser transportados y trasladados a su punto de operación o su posición de colección, finalmente el desarrollo de estas fases del diseño cumplirá con las normas y requerimientos exigidos.

De acuerdo con lo señalado, Inicialmente, el proyecto contemplaba la realización de los siguientes diseños:

- Modelo Mecánico del VTC en CAD.
- Sistema Eléctrico y Electrónico del VTC
- Sistema de Control Teleoperado del VTC
- Estudio y Diseño de un Sistema de Acople entre el VTC y los racks.

La realización de estos diseños permitía la implementación del VTC en la empresa que hizo la demanda. Sin embargo, por la terminación del proyecto, no se pudo continuar con los diseños planteado inicialmente.

4.2.2 Alcance

El proyecto de investigación solo se centró en la elaboración de un prototipo de diseño funcional modelado en CAD calculando los componentes y permitiendo así el modelamiento del VTC.

Además, para el funcionamiento del VTC se hizo el diseño y modelamiento del componente de sujeción seleccionando un gripper para la sujeción y extracción de las bandejas del carro de racks.

5 Marco de Referencia de la Investigación

5.1 Estado de Arte

La automatización es un proceso que va muy de la mano con la robótica industrial, estas ayudan cada vez más a la gestión empresarial y a que las empresas crezcan cada día a niveles competitivos. Según Pérez Anna, la automatización y la robótica industrial son 2 conceptos que todo profesional debe tratar, puesto que la automatización consiste en la aplicación de procesos automáticos y operaciones de máquinas. Además, la robótica industrial es versátil en el tema de

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

robots que trabajan de manera productiva y eficaz, similar o más eficiente que los seres humanos. (Perez, 2018).

Para la incorporación de estos dos conceptos en el campo de la industria es preciso detallar la implementación de robots automáticos, ya que estos abarcan ámbitos del desarrollo en los sistemas de manufactura flexible (SFM), donde se puede evidenciar la realización de tareas repetitivas o inadecuadas buscando disminuir la intervención humana. (Suell Dutra, Faber Archila, & Lengerke, 2008).

Los robots se han adaptado ampliamente a las necesidades industriales a lo largo de su surgimiento, esto ha llevado a grandes eficiencias operativas, logrando acercar a las empresas al modelo de industria 4.0, (EDS ROBOTICS, 2021). Los robots que se pueden encontrar en el ámbito industrial son:

- Teleoperados. Manipulador de control manual.
- Automáticos. Repiten movimientos y comportamientos reactivos.
- Autónomos. Toma de decisiones propias, aprenden y se adaptan a ambientes no estructurados.

Estos tres robots se diferencian por sus capacidades en el desarrollo de un proceso de información que sirve para dirigir sus movimientos. Grandes ejemplos de robots que hoy operan en la industria son los robots móviles autónomos (AMR), los vehículos de guiado automático (AGV), los robots articulados, los humanoides, los Cobots y los híbridos, (Zamora, 2015).

5.1.1 Vehículos de Guiado Automático (AGV)

Los vehículos de guiado automático (AGV) presentan un sistema innovador, con robots automáticos que se desplazan por rutas y caminos previamente definidos, estos son conducidos mediante un sistema computarizado con el fin de transportar diferentes materiales, productos, herramientas y otras tareas específicas según sea su operación dentro de un espacio. (Betancur Valencia, Betancur Paz, & Bolívar Gómez, 2011).

Los robots AGV como su nombre lo indica, no tienen la necesidad de la intervención humana exceptuando la persona que los programa. Su tipología es muy flexible y cuenta con la ventaja de que pueden integrarse con otro tipo de robots o automatizaciones dentro de la empresa, para así mejorar las operaciones del proceso. (Echeverri Estrada & Escobar Murcia, 2012).

Los AGV son de gran ayuda en la industria, esto se debe a que su recorrido se realiza a través de toda la planta sin requerir tripulantes, su proceso es ejecutado de manera segura y con una gran capacidad de carga. De esta manera se reduce considerablemente el riesgo de lesiones por carga, las pérdidas por daño a los productos terminados, los tiempos muertos por aprovisionamiento y la dificultad de actividades de picking en las instalaciones. (EDS ROBOTICS, 2021).

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

5.1.2 Historia de los AGV

La tecnología de los AGV no ha sido una implementación nueva, ya que esta apareció en la compañía Barret Electronic de North brook, Illinois, U.S.A, en el año de 1954. Este diseño suponía un vehículo de remolque para una empresa de alimentos, el robot era guiado por un cable que se encontraba en el suelo simulando ser un riel. Sin embargo, el desarrollo de estos robots automáticos fue reconocidos en los años 60 y 70 con la llegada de la revolución electrónica, a partir de allí comenzó a conocerse el tema de robots que permitían seguir trayectorias sin la necesidad de una persona a bordo, (Suell Dutra, Faber Archila, & Lengerke, 2008).

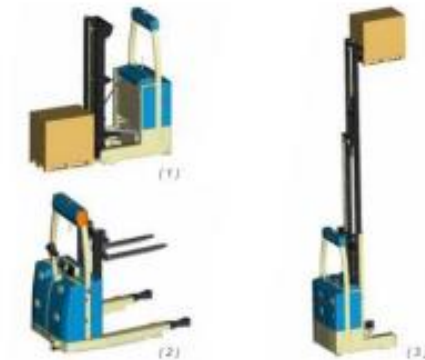
A la fecha las tecnologías han crecido en grandes magnitudes y no por ello quedan atrás conceptos antiguos, la aplicación de guiado por cuerdas es un ejemplo de ello ya que en algunas empresas este sistema aún sigue siendo implementando como guía de los AGV. Sin embargo, diferentes sistemas son mejorados o reemplazados debido a sus procesos, esto se debe a que entre más procesos realice el AGV su seguridad será más sofisticada (Betancur Valencia, Betancur Paz, & Bolívar Gómez, 2011).

5.1.3 Tipos de AGV utilizados en la industria

Hoy en día se encuentran diferentes tipos de AGV, puesto que a lo largo de la historia los SFM necesitan satisfacer diferentes procesos y para ello se han presentado estos tipos de AGV comunes: (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017)

Figura 1

Montacargas de horquilla



Nota. Fuente: (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017)

AGV de Horquillas utilizados por su alta funcionalidad y aplicación en diferentes sistemas de: carga, descarga y transporte de materiales. Como se observa en la figura 1 presenta diferentes diseños y funciones con el elemento principal de las horquillas. Estas pueden ser horquillas fijas, múltiples o de apertura automática y suelen estar diseñadas para soportar diferentes cantidades de peso. (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017).

Figura 2

Transportadores unitarios de carga

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)



Nota. Fuente: (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017)

Utilizados para el transporte de pallets figura 2. Su plataforma cuenta con transportadores como cadenas rodillos o cintas, es un AGV que se integra con los diferentes sistemas de transporte de materiales como bandas transportadoras.

Figura 3

Vehículo contrapesos



Nota. Fuente (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017)

Son de la familia de los vehículos de horquillas teniendo un funcionamiento igual, pero se diferencian porque estos vehículos son diseñados para trabajos complejos (ver figura 3), logran elevar el material hasta los 11 metros. (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017).

Figura 4

Vehículos de líneas de ensambles



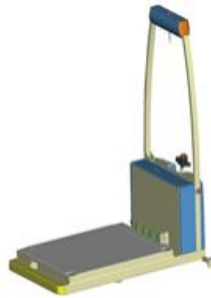
Nota. Fuente (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017)

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Estos vehículos son ejecutados en las líneas de ensamble, presentan adaptación a cargas ligeras las cuales son usadas para producción en serie, ver figura 4.

Figura 5

Vehículo con plataforma

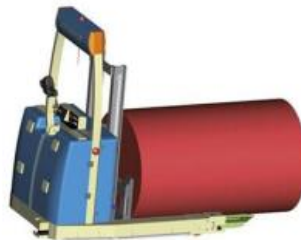


Nota. Fuente (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017)

Este tipo de vehículo es generalmente utilizado para el movimiento de cargas que se encuentran al nivel del suelo. Ideal para transportar cargas voluminosas y con un peso hasta de 10 toneladas (ver figura 5).

Figura 6

Vehículos para bobinas



Nota. Fuente (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017)

Vehículos utilizados para transportar materias primas en industrias textiles o papeleras, necesitan de una buena capacidad de carga ya que las bobinas son de gran volumen y peso (ver figura 6). Por lo general el AGV puede llegar a soportar hasta 2,5 toneladas y alzar el producto hasta 4 metros. (Granados Méndez, Ortega Movil, Gonzáles Bautista, & Hernández Martínez, 2017).

Figura 7

Vehículos para cargas pesadas



Nota. Fuente: (Echeverri Estrada & Escobar Murcia, 2012)

Vehículos utilizados para transportar cargas pesadas y que necesiten capacidades mayores a 15 toneladas. Su estructura puede ser superior a los 8 x 2 m, además traslada cargas al nivel del suelo. La carga y descarga de material se tiene que hacer con otro sistema debido a los grandes pesos y a comparación de los vehículos más pequeños este solo puede alcanzar velocidades de 0.7 m/s (ver figura 7). (Echeverri Estrada & Escobar Murcia, 2012)

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

5.1.4 *Aplicaciones en la industria*

La industria presenta un constante seguimiento en nuevas tendencias con el fin de brindar soluciones y agilizar procesos en la producción, los AGV permiten ejecutar estas tendencias para ayudar en este aspecto y por eso son utilizados en grandes sectores, una de sus tantas ventajas está el transporte de materia prima y productos, así como también ayudando al almacenamiento y distribución de mercancía, permitiendo ser utilizados en terminales de contenedores, sistemas de fabricación flexible, almacenes de logísticos, Agricultura, operaciones militares, gestión de la salud, industria automotriz entre otras. (Bechtsis, Tsolakis, & Lakovou, 2017)

5.2 Marco Teórico

Para entender el alcance de este proyecto es necesario aproximarse a algunos conceptos, que ayudarán al lector a comprender la finalidad de esta investigación.

5.2.1 *Zeodratación*

La zeodratación, es un proceso considerado como alternativo a los comúnmente conocidos procesos de secados en la industria de los alimentos acuosos. Durante el procedimiento de zeodratación, el producto se seca al vacío a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente donde el agua sublimada o evaporada es absorbida por la zeolita, allí la zeolita es regenerada para la continuación del proceso en el lote siguiente, el resultado es un

secado del alimento con unas condiciones económicas y medioambientales favorables.

(Zeodratación, 2022). figura 8

Figura 8

Hornos de zeodratación



Nota. Fuente: Zeotropic Colombia. (s. f.). Zeotropic [Fotografía]. LinkedIn.

5.2.2 Robótica

De acuerdo con el planteamiento del problema, es pertinente revisar los referentes conceptuales que sirven para la realización del diseño del VTC. Un primer referente, tiene que ver con la idea de **Robótica**. Si bien en la literatura ingenieril se encuentran una serie de acepciones, para la realización de la presente investigación, se entiende la Robótica como la disciplina científica que aborda la investigación y desarrollo de una clase particular de sistemas

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

mecánicos denominados “Robots”, diseñados para realizar una amplia gama de aplicaciones industriales, científicas, domésticas y comerciales. (Reyes & Zavala, 2015)

La robótica, por lo general, sustituye acciones que viene realizando el ser humano y que son consideradas peligrosas pues afectan su integridad física y/o mental, igualmente, reemplaza tareas que cuando son hechas de manera manual y repetitiva, muchas veces conllevan a un manejo de tiempo no satisfactorio y a que desaproveche el tiempo de un operario.

La naturaleza multidisciplinaria de la robótica permite involucrar diferentes áreas de conocimiento como matemáticas, física, electrónica, computación entre otras, que permiten observar un estudio preciso de lo que se va a diseñar e implementar. (Reyes & Zavala, 2015)

Ahora bien, en el desglose del término Robot (véase figura 9) se encuentra que este se distingue por estar constituido por la palabra checa “Robota”, que significa trabajo y que fue introducido por Karel Capek en 1921.

Para este proyecto de grado, es conveniente aclarar que de lo que se trata específicamente es de diseñar un Robot manipulador, entendido como aquel dispositivo que se ocupa de trasladar materiales, herramientas o piezas, de acuerdo con la programación de determinadas trayectorias y exigencias industriales.

Figura 9

Robótica



Nota. Fuente. Daily mail. (2019). Robot e inteligencia artificial [Imagen]. Daily mail.

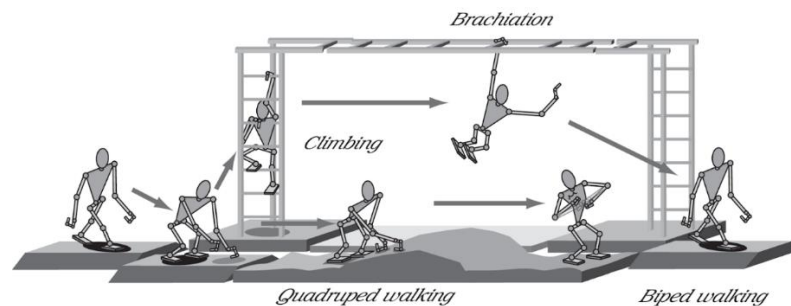
5.2.3 *Locomoción*

Otro concepto que guía la presente investigación es el de **locomoción**. Al respecto, Marcos Javier González Zapatero (2013) define la locomoción como el conjunto de técnicas y mecanismos mediante los cuales los sistemas robóticos pueden realizar movimientos o desplazarse. Generalmente, la locomoción en robots tiene una fuerte inspiración en la locomoción animal (véase figura 10), incluida la humana. (p.47).

Figura 10

Locomoción

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)



Nota. Fuente IntechOpen. (2012, 1 Agosto). Locomotion Transition Scheme of Multi-
Locomotion Robot [Imagen]. IntechOpen.

5.2.4 Sistema motriz diferencial

En el marco de estos conceptos y que nos sirve para precisar el asunto de la locomoción acudiremos a la definición de **Sistema motriz diferencial**. Este sistema nos aporta una tracción simple, dado que puede estar constituido por uno o más ejes de dos ruedas motrices. Ver figura 11. Esto permite que los giros se produzcan por la diferencia de velocidades entre las ruedas de un mismo eje. Esta tracción permite hacer giros sobre sí mismo (como un tanque), girar sobre una rueda (como un compás), o girar mientras se avanza (como un coche), todo ello dando distintas velocidades y direcciones de giro a los motores. Este sistema es muy flexible, lo que permite trabajar con el robot en espacios muy limitados gracias a sus posibilidades de giro. (García, 2010).

Figura 11

Diferencial



Nota. Fuente: ¿Como funciona un diferencial? (2018). [Ilustración]. Gfycat.

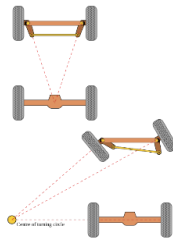
5.2.5 Tracción Ackerman

La tracción Ackermann se distingue por tener cuatro ruedas, en las que en las dos de adelante se encuentra la dirección y/ o la tracción y en las dos de atrás se encuentra la propulsión véase figura 12.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 12

Tracción Ackermann



Nota. Fuente Wikie. (s. f.). Geometria Ackermann [Ilustración].

5.2.6 Motores eléctricos

Los motores eléctricos (figura 13) son fundamentales en la vida cotidiana, los cuales rodean al hombre día a día sin siquiera él darse cuenta. Estos motores tienen un porcentaje de demanda en distintos campos a nivel mundial, ocupando cerca del 70% en la industria, 60% en el transporte, 20% en lo residencial, 35% en servicios públicos y comerciales, 29% agricultura y pesca, entre otros (Brunner, 2011, 35).

Figura 13

Motores Eléctricos



Nota. Fuente: Orellana Medrano, L. O. (2012). Mundo electrónico: Tipos de motores eléctricos [Imagen]. Blogger.

5.2.7 Baterías de litio

Las baterías de litio (figura 14) son un elemento importante dentro del diseño de un robot industrial, ya que son encargadas de energizar el sistema de locomoción como también el sistema de control, estas baterías son comúnmente escogidas debido a su alto potencial electroquímico produciendo una capacidad teórica de 3860 Ah/Kg (Amperios hora/ Kilogramos o masa) (Fonseca, 2011, 44)

Figura 14

Batería de litio



Nota. Pilas de baterías de litio comerciales a nivel mundial. Fuente: (García G. , 2022)

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

5.2.8 Sensores

Los sensores (figura 15) son componentes importantes dentro de la industria de la automatización y la robótica, debido a que son elementos que supervisan y evalúan los comportamientos de un proceso o una acción generada por un robot, dicha información posteriormente es procesada por un sistema de control para ejecutar una acción de respuesta. El término sensor proviene del diseño de dispositivos que son sensibles a alguna forma de energía del entorno, que puede ser luminoso, térmico, sintético, o también relacionado con una cantidad física que necesita ser medida, como temperatura, presión, velocidad, corriente, aceleración etc. (Universidade Estadual Paulista & Wendling, 2010, 4)

Figura 15

Sensores



Nota. Fuente. maxEmbedded. (s. f.). Sensor Fundamentals [Imagen]. Sensor Fundamentals.

5.2.9 Modelado 3D

El modelado 3D (figura 16) es una tecnología muy importante para el diseño de robots o piezas importantes dentro de una máquina, ya que esta técnica permite visualizar a grandes rasgos especificaciones y cambios en la estructura del modelo en tiempo real, es así como estas herramientas permiten desarrollar una serie de cálculos como el análisis mediante elementos finitos o volúmenes finitos y como la dinámica de fluidos computacional (CFD) (Cunalata Toapanta, 2013, 6).

Figura 16

Modelado 3D



Nota. Fuente: 3DTotal. (s. f.). Top 10 habits to becoming a better 3D modeler [Imagen].

5.2.10 Actuadores

Los actuadores (figura 17) son elementos importantes dentro de cualquier proceso industrial ya que ejecutan movimientos o acciones que pueden llegar a facilitar el proceso. Los

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

actuadores se dividen en muchas categorías: actuadores neumáticos, actuadores hidráulicos, actuadores eléctricos, entre otros. Para este proyecto se utilizarán actuadores eléctricos que a comparación de los actuadores neumáticos e hidráulicos tienen ventajas tales como: precisión, fiabilidad, fácil control y silenciosos; pero también cuentan con algunas desventajas en cuanto a su potencia que es limitada. (Ruiz del Solar & Salazar, 2012, 30).

Figura 17

Actuadores



Nota. Fuente: Progressive Automations. (s. f.). Actuators: what is it, definition, types and how does it work – Progressive Automations Canada [Imagen].

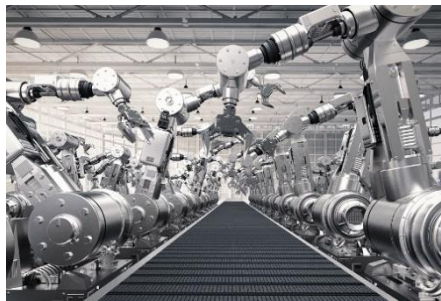
5.2.11 Automatización

La **automatización** según Sandra Vallejo y Bibiana Vallejo, (2005) es considerada “una tecnología en la cual se aplican los sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, con el fin de operar y controlar la producción (figura 18), de bienes físicos de consumo, además involucra una gran variedad de sistemas y procesos que se ejecutan con mínima o ninguna intervención del ser humano”. (página 2).

La automatización es una herramienta competitiva, que exige un análisis exhaustivo de los procesos, para determinar el nivel de automatización que se debe aplicar, con el propósito de adoptar las mejores alternativas de acuerdo con las demandas de la industria y de esta manera lograr aumentar su competitividad.

Figura 18

Automatización



Nota. Proceso industrial de ensambles y soldadura. Fuente: (Ortega, 2021).

5.2.12 AGV

El término AGV, cuyas siglas en inglés son automatic guided vehicle (AGV)- Estos son considerados máquinas de transporte comúnmente utilizadas en el entorno de la automatización para facilitar ciertas tareas que requieren ser ejecutadas repetidamente figura 19, esto se logra mediante una programación o también en algunos casos mediante un control remoto que sirve para que el operario guíe el vehículo, entre las tareas más importantes que puede llevar a cabo los AGV se encuentran: la navegación y guiado, cálculo de rutas, administración de tráfico, transferencia de carga, entre otras. (Pedroza Reyes & Sánchez López, 2007)

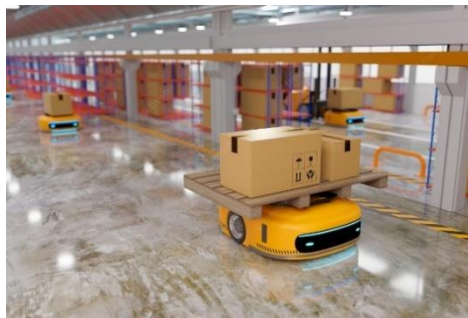
VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Relacionado con este referente, se encuentra la definición de proceso industrial. Este, se entiende como un desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados que se efectúan de forma simultánea, y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso.

Para el diseño del VTC cada proceso tiene diferentes variables que pueden optimizar los pasos a seguir o generar retrasos, como por ejemplo un paso de más o retraso de tiempo. Todos estos aspectos poco a poco fueron siendo eliminados por un concepto oriental nacido en Japón a finales del siglo XIX, llamado lean manufacturing, (que significa producción limpia).

Figura 19

vehículos AGV



Nota. Fuente: Zapi Group. (s. f.). Robotics & Automation [Imagen].

5.2.13 Controlador Lógico Programable

El término PLC proviene de la abreviatura en inglés (Programmable logic controller) su traducción al español es control lógico programable. Este dispositivo es una herramienta muy importante en la industria de la automatización ya que permite múltiples aplicaciones como el control inteligente de un proceso a través de entradas y salidas que son programables en el

dispositivo (figura 20). La modularidad de los PLCs permiten al usuario combinar entradas y salidas genéricas con un control adecuado para formar un sistema específico ajustado a las necesidades del sistema, una manera más fácil de entender su funcionamiento es en 3 pasos:

- lee entradas a través de módulos de entrada
- soluciona control lógico preprogramado
- Genera salidas a módulos de salidas basados en soluciones lógicas de control

Una de las ventajas de este dispositivo es que reduce costos y optimiza cambios de lógicas haciéndolas mucho más rápidas como también el reúso de hardware y de lógica para otras aplicaciones futuras (Gilbert & Diehl, 1994).

Figura 20

PLC



Nota. Fuente: Camosun College. (s. f.). Electrical Engineering Technology - Marine & Industrial

[Imagen].

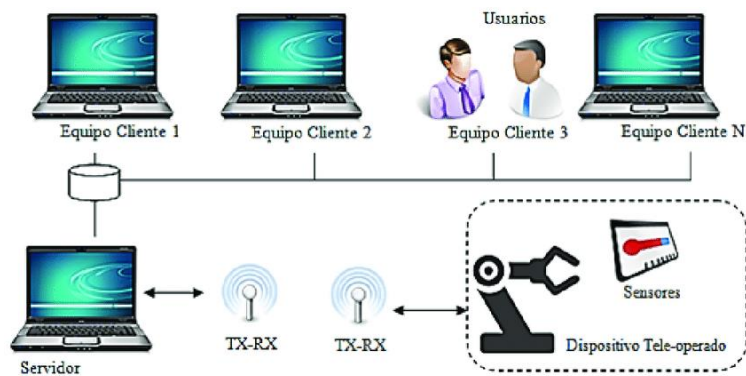
5.2.14 Teleoperación

La teleoperación es un sistema de control remoto en el cual se desarrolla un control a distancia de un proceso o un sistema, facilitando entre otras cosas tareas a los operadores, monitoreo y operación de equipos remotos (ver figura 21) Estos sistemas constan de tres partes diferenciadas. (Moro et al., 2017, 70)

- sensores los cuales son los encargados de percibir y enviar cambios en el entorno.
- actuadores encargados de generar una acción de respuesta o un movimiento deseado.
- El controlador que se encarga del control del sistema.

Figura 21

Tele operación



Nota. Fuente: Sandoval-Ruiz, C. E. (2017). Diseño conceptual del sistema de teleoperación en un laboratorio [Imagen].

6 Metodología

La metodología que se planteó para el diseño del VTC se basó en el cumplimiento de los objetivos específicos, partiendo de estos se dividió el diseño en 5 fases: 1. Investigación, 2. diseño, 3. gripper, 4. sistemas del VTC y 5. integración de las fases.

Para entender como fue el desarrollo de esta metodología se presenta el diagrama de la figura 22, el cual describe el desarrollo de cada una de las fases en la que primero se parte de la fase 1 investigación, donde se estudian diferentes diseños industriales y a partir de allí se establecen 3 conceptos. Estos son evaluados y de allí se determinan 2 modelos para analizarlos con detalles más específicos.

En la fase 2 diseño, se simularon los 2 conceptos en 3D especificando características del chasis y su sistema de locomoción, a partir de esto se da solución al objetivo de diseño del modelo mecánico del VTC en CAD. Se evaluaron los 2 modelos por medio de la matriz QFD y se seleccionó uno para continuar con la fase 3 gripper, donde se evaluaron 3 conceptos de mecanismo central y 4 opciones de gripper, con este estudio se soluciona el objetivo de diseño de un sistema de acople y así tener un ensamble completo del VTC.

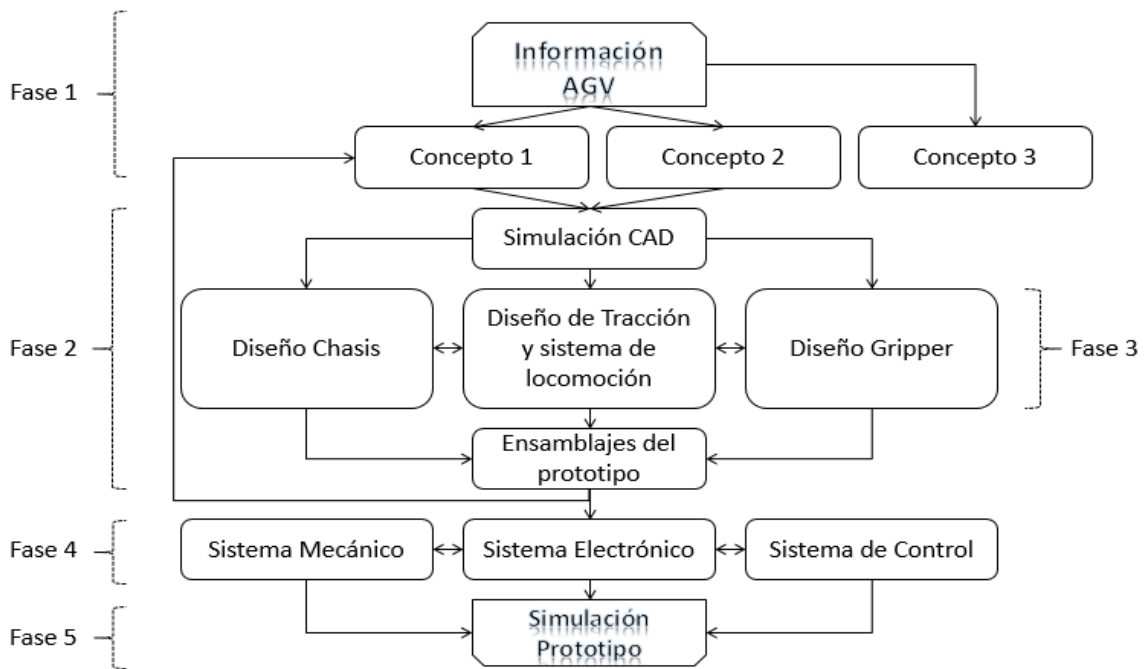
Continuando con la fase 4 sistemas del VTC, se solventa el objetivo de sistema eléctrico y electrónico del Concepto, en el cual se establece el sistema mecánico, electrónico y control del VTC, con el fin de simularlo en el diseño final. Este se realizará en la fase 5 integración de las

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

fases que integra todas las fases anteriores dando solución al objetivo de diseñar el modelo mecánico del VTC en CAD, cumpliendo con los parámetros de espacio, velocidad y seguridad del proceso.

Figura 22

Diagrama descriptivo para el desarrollo del trabajo



A continuación, se presenta el desarrollo de cada fase, en ellas se desglosarán todas las características que se tuvieron en cuenta para solventar cada fase, con el fin de poder llegar a un diseño final de VTC.

6.1 Fase 1. Investigación

En esta fase, se investigó acerca de diferentes diseños que están en el mercado actualmente brindando soluciones en la industria, a partir de estos se eligieron los más adecuados según el transporte de materia prima a un proceso de Zeodratación que va a realizar el VTC. Para ello se observaron los diferentes conceptos de AGV realizando las tareas específicas y se compararon con los requerimientos que debe ejecutar el proceso según las exigencias de la empresa.

El proceso que desea realizar la empresa es automatizar el transporte de la materia prima por medio de un vehículo de carga teleoperado, esta automatización permitirá desplazar un carro de carga con 16 racks los cuales están abastecidos de materia prima. Actualmente este desplazamiento lo realizan 6 personas que debido a la alta carga y trabajos repetitivos con frecuencia generan incidentes que perjudican tanto al personal como a la empresa.

Para implementar esta automatización es necesario entender como mover en conjunto el carro de carga (carro de racks) con el VTC y como realizar la sujeción de las bandejas con el fin de movilizarlas al horno o ubicarlas nuevamente al carro de racks.

Automatizar el transporte para el proceso de Zeodratación permitirá subsanar los problemas de:

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

- Sistema de transporte totalmente dependiente de personal.
- El personal debe ingresar al autoclave y horno.
- Trabajos repetitivos y de carga pesada.

Con base en lo anterior se establecieron 3 conceptos de AGVs los cuales son modelados en 3D en el software SolidWorks con la finalidad de validar su funcionamiento. Además, se presentaron las ventajas y limitaciones de cada uno de ellos para evaluarlos con el objetivo de seleccionar los 2 mejores de acuerdo con los criterios establecidos.

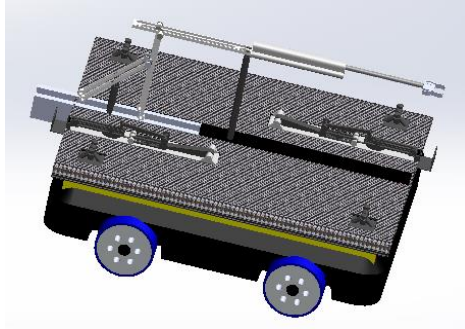
6.1.1 Concepto

Una vez concluida la investigación, se generaron 3 conceptos, estos son seleccionados debido a que parten de un transporte seguro y de fácil implementación. Por medio del software SolidWorks se plantearon bosquejos en 3D, permitiendo así demostrar cómo se desarrollaría el proceso planteado, para luego escoger los diseños que ofrecían un mejor proceso de agarre, innovación, locomoción e implementación.

6.1.2 *Concepto 1*

Figura 23

Modelo 3D en SolidWorks concepto 1



6.1.2.1 Características

La idea para el concepto 1 (figura 23) se basa en manejar todos los mecanismos de ajuste, agarre para el carro de racks y el gripper. Es importante señalar que su sistema de locomoción obedece a la tracción akerman.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 24

Mecanismos del concepto 1



Como se aprecia en la figura 24, por medio de 4 mecanismos con ruedas y resortes ubicados cada uno de ellos en las esquinas, se genera un ajuste al momento de entrar por la parte de abajo del carro de racks, ya ubicado en una posición óptima se procede a subir sus 2 mecanismos de enganche, los cuales se encuentran en el frente y el otro, en la parte posterior del vehículo, después del acople con el carro de racks, se procede a realizar la movilización en conjunto con el VTC.

Ventajas

- Optimización de espacio y movilidad.
- Facilidad en el proceso.

Limitaciones

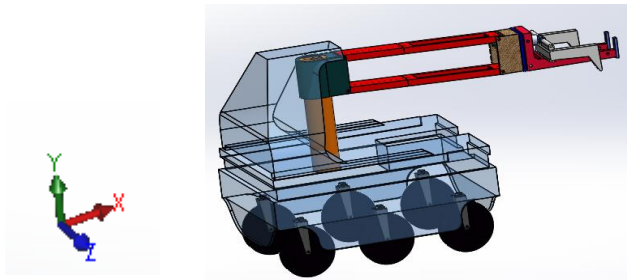
- Alcance del efector final.
- Sistema de locomoción.

Este primer concepto suplirá las necesidades de transporte seguro, ya que queda totalmente en paralelo con la carga a transportar, sus mecanismos se adaptarán al carro de racks garantizando el agarre mientras se movilizan en conjunto.

6.1.3 *Concepto 2*

Figura 25

Diseño 3D del concepto 2 en SolidWorks

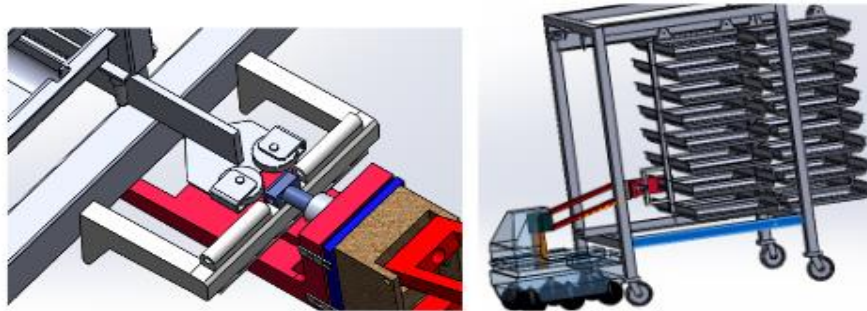


El diseño del concepto 2 (figura 25) se basa en un vehículo que presenta un brazo con un efector final tipo garra, el brazo bidireccional (movimiento en el eje **Y** y **Z**), permite la movilidad del carro de racks por medio de arrastre, su sistema de locomoción se basa en un sistema de tracción diferencial, el cual cuenta con las ruedas del medio como ruedas motrices y las de su periferia como ruedas giratorias, permitiendo una estabilización al VTC.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 26

Ajuste del VTC al carro de racks y las bandejas



El efector final como se observa en la figura 26 proporciona el ajuste para el arrastre del carro de racks, también realiza el enganche de las bandejas con el propósito de poder trasladarlas porque este cuenta con un gripper giratorio que le permite adaptarse bien sea al acople de las bandejas o al carro de racks.

Ventajas

- Agarre del efector final.
- Sistema de locomoción.

limitaciones

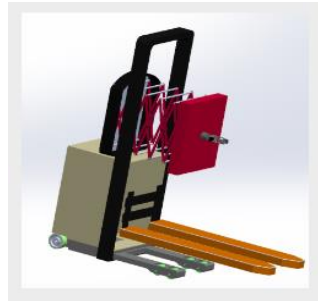
- Número de actuadores.
- Número de procesos.

Este concepto subsanara las necesidades gracias a que su gripper enganchara el carro de racks tanto para la movilización en conjunto como para la entrega o recogida de las bandejas evitando así que el personal tenga contacto con la autoclave o el horno

6.1.4 Concepto 3

Figura 27

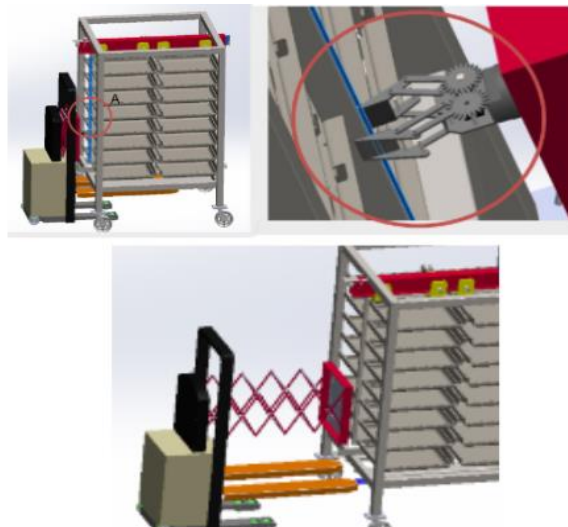
Modelo 3D concepto 3 en SolidWorks



Este concepto 3 (figura 27) realiza la movilidad del carro de racks similar a un vehículo de carga, sus uñas de color naranja son ingresadas por debajo del carro de racks en unos soportes adaptados a este, con el fin de alinearse y así permitir el arrastre, cuenta con un sistema de tracción akerman.

Figura 28

Ajuste del concepto 3 al carro de racks



VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

El agarre se presenta con un gripper de dos uñas que realiza la sujeción en la barra horizontal del medio de las bandejas, ver figura 28, para poder realizar el ingreso de estas al horno, cuenta con un mecanismo tipo tijera de color rojo, el cual permite su traslado.

Ventajas

- Agarre al carro de racks.
- Facilidad en la implementación.

limitaciones

- Movilidad por carga.
- Sistema de locomoción.

Este diseño presenta un acople seguro al momento de movilizarse con el carro de racks, ya que cargara la carga y la llevara a su punto especifico su pinza evitara que el personal tenga contacto con las bandejas y así poder evitar riesgos.

6.1.5 Selección de conceptos

Estudiados los conceptos anteriores por medio de la matriz de priorización se evaluaron los 3 conceptos y se seleccionaron 2, con el fin de seguir evaluando posibles opciones en la implementación de las ruedas, gripper, articulaciones, entre otros mecanismos. Para la evaluación de los 3 conceptos se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- **Agarre.** Sirve para precisar el ajuste al carro de racks como el acople de las bandejas para el traslado de estas.
- **Innovador.** Maneja una combinación de mecanismos, estructuras no comunes y que ofrece una facilidad de proceso.
- **Locomoción.** El sistema de tracción debe ser adecuado para realizar una movilización óptima entre espacios y curvas reducidas.
- **Implementación.** Facilidad a la hora de integrar el VTC con el proceso descrito.

De acuerdo con el objetivo general se le dio al criterio de agarre la mayor puntuación, debido a que se pretende asegurar la movilidad del carro de racks junto con el VTC, para lograr un adecuado desplazamiento.

El criterio de innovación fue manejado con el peso más bajo debido a que no genera gran impacto en los objetivos propuestos. Sin embargo, con ayuda visual se hizo el análisis de diferentes tipos de configuraciones.

Teniendo en cuenta los objetivos planteados, el criterio de locomoción presenta un alto valor, dado que es importante saber la configuración de tracción que presenta el VTC, ya que es fundamental escoger un buen sistema de locomoción precisando si favorece el ajuste, transporte y acople con el proceso a realizar.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

El criterio de implementación tiene un peso alto porque es necesario analizar los procesos que realiza el VTC para cumplir su labor, si facilita la integración de diferentes dispositivos y si presenta un diseño óptimo.

Establecidos los pesos de cada criterio, estos sirven para determinar la matriz de priorización de la siguiente manera:

- Agarre 50%
- Innovador 10%
- Locomoción 20%
- Implementación 20%

Estos criterios son evaluados con una puntuación de 1 a 5 por cada criterio. 1 es considerado como el menos eficaz y 5 como el más eficaz.

Tabla 1

Valoración a los criterios seleccionados y su total

Concepto \ Criterio	Concepto 1	Concepto 2	Concepto 3
Agarre	4	4	4
Peso	50%	50%	50%
Total	2	2	2
Innovador	4	4	3
Peso	10%	10%	10%
Total	0,4	0,4	0,3
Locomoción	2	4	2
Peso	20%	20%	20%
Total	0,4	0,8	0,4

Implementación	4	2	3
Peso	20%	20%	20%
Total	0,8	0,4	0,6
Total	3,6	3,6	3,3

De acuerdo con la puntuación obtenida en la tabla 1 de priorización, se determinan los 2 conceptos que tienen el puntaje más alto (3.6), entonces son seleccionados el concepto 1 y 2, Estos conceptos quedan seleccionadas debido a:

La puntuación arrojada en el criterio de agarre en los conceptos 1, 2 y 3 presentan un puntaje de 4, debido a sus sistemas que son completos tanto para la movilidad como para el ajuste de las bandejas.

Por otro lado, el criterio innovador en los conceptos 1 y 2 son pertinentes con 4 puntos, debido a que sus métodos presentan una idea poco común, a diferencia del concepto 3 con un valor de 3 puntos que ejecuta el proceso similar al de un carro de carga.

Para los conceptos 1 y 3, se presenta una locomoción no oportuna para la movilidad en espacios reducidos con el carro de racks, es por esto que recibe la valoración de 2 puntos, si bien un sistema de tracción akerman que manejan estos 2 modelos ayuda con la mejor posición y estabilidad, no favorece al momento de realizar un giro, ya que deberá disminuir la velocidad y adecuar el sistema para ángulos de dirección más grandes. En cambio, el concepto 2 que implementa un sistema de tracción diferencial tolera un mejor ángulo de giro y su sistema es sencillo de acoplar, gracias a esto su evaluación es de 4 puntos.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Por último, el criterio de implementación indica que el concepto 1 presenta superioridad con 4 puntos debido a sus 3 mecanismos que facilitan todo el proceso, el mecanismo de ajuste ayuda tanto para el agarre del carro de racks como para el ajuste del gripper al momento de sujetar las bandejas.

Por otro lado, el concepto 3 presenta un puntaje de 3 a causa de su proceso de arrastre, pues debe alzar el carro de racks para proceder con su transporte, no obstante, su gripper es fácil de implementar.

Ahora bien, el concepto 2 ofrece un brazo con un efector final que atrapa tanto el carro de racks como las bandejas, esto lleva a que el VTC conozca la posición precisa tanto del carro de racks como de las bandejas y que su tolerancia sea mínima, para poder realizar el proceso, bien sea de transportar el carro de racks o del traslado de las bandejas.

Valoradas las puntuaciones, se tomaron los conceptos 1 y 2 para continuar con el proceso de investigación, por lo tanto, cada concepto tendrá un diseño más detallado e implementaciones más claras de sus sistemas, pues es pertinente señalar que cuando se manejan diferentes puntos de vista se fundamenta la mejor elección de diseño.

6.2 Fase 2. Diseño

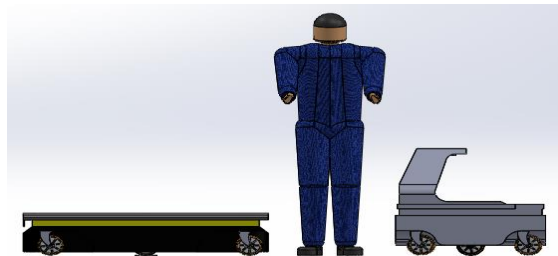
Fase 2. Diseño. En esta se procedió a realizar un boceto en CAD a cada uno de los 2 modelos seleccionados, en ellos se implementó el diseño del chasis, locomoción y la opción de enganche al carro de racks. Culminado el ensamble de cada concepto se realizó la evaluación mediante la Matriz QFD, la cual ayudó a identificar las expectativas y necesidades del cliente, con la finalidad de poder seleccionar el mejor modelo del VTC. Realizado este proceso se seleccionó el concepto 1.

En esta fase se graficaron los conceptos elegidos. Por medio del software SolidWorks se diseñó el modelo 3D con el fin de analizar las distintas propiedades de estos conceptos, en ellos se estudiaron características, tales como: Diseño del VTC, modulación, sujeción con el carro de rack y sujeción a las bandejas que se transportaran al horno.

6.2.1 Diseño del VTC

Figura 29

Comparación de un operador con los VTC.



VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

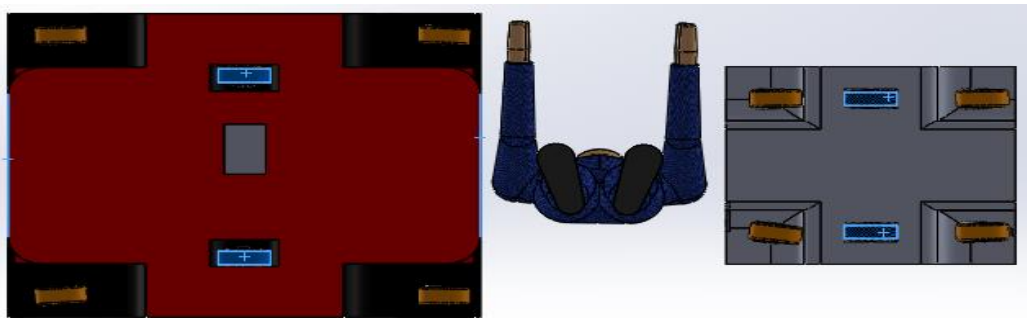
Como presenta la figura 29 se puede observar que si el operador es una persona con una estatura de 1.75m (imagen de color azul), es conveniente comparar las dimensiones del VTC para controlar las proporciones de éstos. El concepto 1 ubicado a la izquierda del operador, su chasis tiene las siguientes dimensiones: 1375 * 2240 * 350mm. El concepto 2 tiene las siguientes dimensiones: 1430 * 800 * 1180 mm junto con el brazo en las posiciones finales de alto y de largo.

Estos bocetos manejan diferentes alturas debido a sus funciones, la configuración del concepto 1 abarca todos sus mecanismos dentro del mismo, además, debe entrar por la parte de abajo del carro de racks, por lo cual presenta dichas dimensiones, a diferencia del segundo concepto que tiene más volumen precisamente para dar movilidad a su brazo.

6.2.2 Modulación

Figura 30

Comparación vista planta entre el operador y los VTC



Los 2 conceptos presentaron una locomoción de tracción diferencial, como se presenta en figura 30 las ruedas motrices están ubicadas en el centro de los VTC y para garantizar el equilibrio en los vehículos se manejan 4 ruedas giratorias ubicadas en su periferia. Las articulaciones y los motores de las llantas se manejan con un sistema netamente eléctrico debido a su proceso e interacción con alimentos.

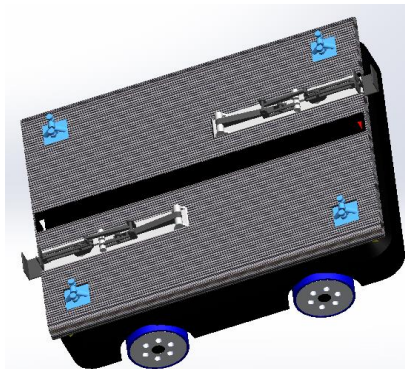
6.2.3 Sujeción con el carro de rack

A continuación, se describen los sistemas de sujeción de cada uno de los conceptos de VTC, en ellos se explican los diferentes dispositivos que permiten el desplazamiento entre el VTC y el carro de racks.

6.2.3.1 Concepto 1

Figura 31

Detalles de los mecanismos de concepto 1



VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Analizando la figura 31 se aprecian los 4 mecanismos de ajuste (color celeste) y 2 mecanismos de enganche, la función específica de estos es ubicar el VTC para hacer el desplazamiento junto con el carro de racks.

Los 4 mecanismos de ajuste permiten el posicionamiento del VTC en la parte de abajo, estos se desplazan en unas guías del carro de racks con la intención de ajustar y situar. Ya en posición el VTC procede a encajar los mecanismos de enganche que por medio de actuadores lineales suben o bajan los dispositivos garantizando el acoplé con el carro de racks. (figura 32).

Figura 32

Ajuste del concepto 1 al carro de racks

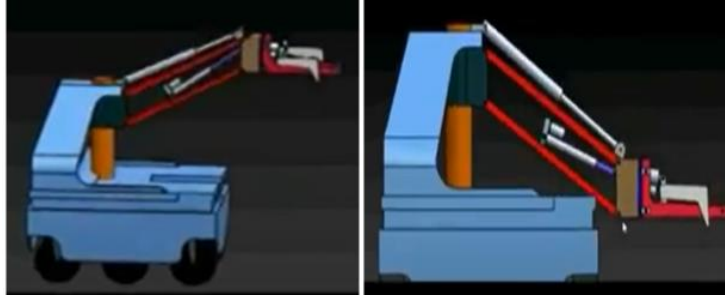


6.2.3.2 Concepto 2

Para el concepto 2 en comparación con el modelo anterior presenta un único mecanismo que le permite realizar el proceso de ajuste al carro de racks, esta configuración describe un dispositivo de sujeción que a causa de su efector final y su sistema de sujeción evita emplear más mecanismos.

Figura 33

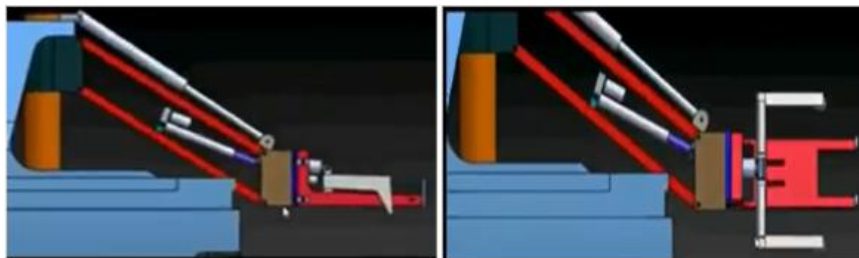
Modelo concepto 2 En SolidWorks



Como presenta la figura 33 este concepto consiste en un brazo robótico el cual tiene un gripper como efector final que es manejado por medio de 2 actuadores lineales, estos son localizados uno en la parte superior y el otro en medio de 2 eslabones paralelos, su diseño es inversamente proporcional, debido a que mientras el actuador de la parte de arriba extiende el vástago, el otro se contrae para así direccionar el gripper ubicándolo en la posición inferior, si se desea direccionar a una posición alta debe desempeñar el procedimiento de forma contraria, de forma tal que el vástago superior se contrae y vástago del medio sale del cilindro.

Figura 34

Articulación del gripper

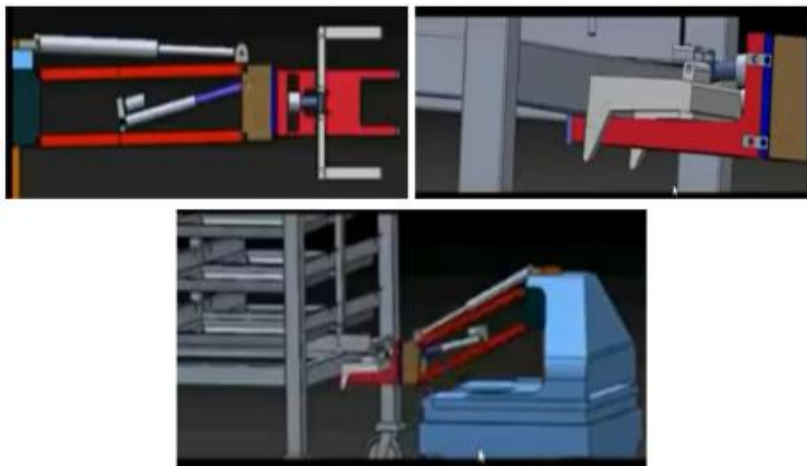


VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

El gripper cuenta con una articulación rotacional entre los eslabones, esto permite que se logre generar un movimiento angular entre -90° - 90° (figura 34), con el objetivo de ajustarse para lograr el acople al carro de rack (Gripper a 0°) o las bandejas (Gripper -90° o 90°) según sea su adaptación a ellas.

Figura 35

Ajuste concepto 2 al carro de racks



Para realizar el ajuste del carro de racks al gripper se maneja un actuador lineal, este abre o cierra la pinza dependiendo de la posición del vástago, logrando así adaptarse en la barra horizontal de la parte de abajo como se aprecia en la figura 35.

Figura 36

Primera articulación en brazo robótico del VTC



El brazo robótico del VTC presenta una primera articulación rotacional, este acoplamiento le permite al robot poder posicionarse antes de cualquier marcha (figura 36). Esto es posible debido a que cuenta con tracción diferencial, lo que le permite girar sobre su propio eje incluso cuando ya está acoplado al carro de rack.

6.2.4 Sujeción a las bandejas

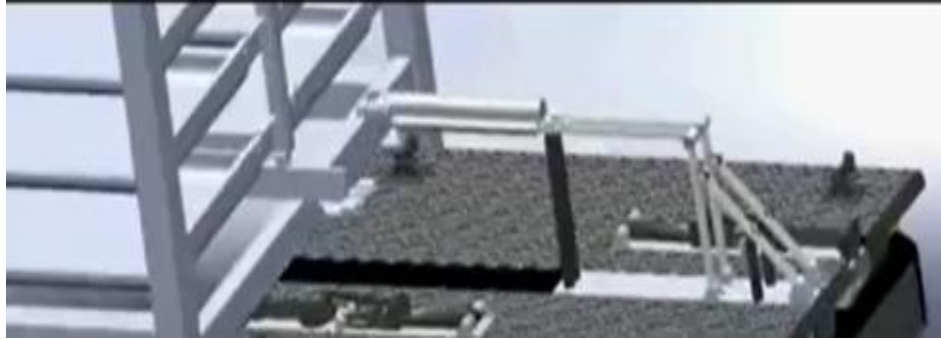
Es necesario considerar cómo los conceptos sujetan las bandejas del carro de racks, debido a esto, cada diseño describe cómo se desempeña la movilización de las bandejas.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

6.2.4.1 Concepto 1

Figura 37

Ajuste del VTC a las bandejas del carro de racks

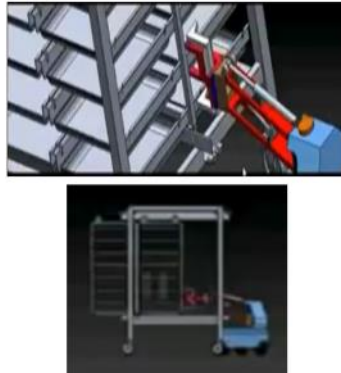


El proceso del concepto 1 efectúa el ajuste del gripper a las bandejas del carro de racks con 2 actuadores (ver figura 37), el primero realiza la operación de subir el mecanismo hasta su punto más alto y el segundo abarca un dispositivo que extiende el gripper, este último mecanismo maneja 2 funciones ya que al terminar el recorrido del vástago procede a realizar el cierre de la pinza.

6.2.4.2 Concepto 2

Figura 38

Ajuste del VTC a las bandejas del carro de racks



El concepto 2 maneja la sujeción a las bandejas con el gripper rotado bien sea a -90° o 90° (figura 38), este acople de forma vertical se ejecuta en la barra vertical de las bandejas y así realizar la movilización de estas.

Para mayor claridad de los conceptos 1 y concepto 2 se presenta el enlace de una corta animación mostrando los conceptos básicos mencionados anteriormente.

Concepto 1 <https://youtu.be/tYu2uyWCiHc>

Concepto 2 <https://youtu.be/FmRErSt3JN4>

6.2.5 Elección de diseño

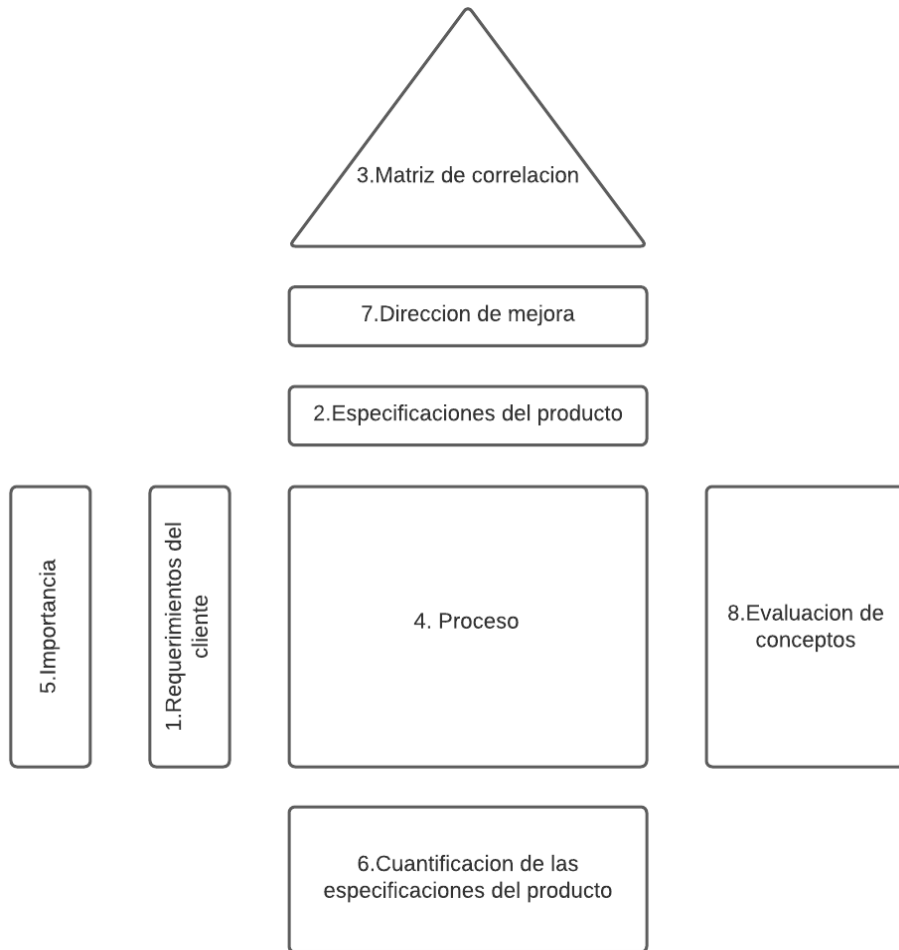
Para realizar la evaluación y poder determinar qué concepto se debe diseñar, se utilizó la ayuda de la matriz QFD (figura 39), en esta solo se evaluó la parte mecánica, con ello se

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

realizaron los cálculos de ingeniería que permitieron elegir el material, componentes electrónicos, ubicación de estos y diseños estéticos que mejoran la apariencia del VTC.

Figura 39

Mapa según la evaluación de la matriz QFD



A continuación, se presentan, la definición y contenido de cada ítem dentro de la matriz QFD y su respectivo orden de evaluación.

6.2.5.1 1. Requerimientos del cliente

Este ítem es el más relevante de todos dentro de la matriz ya que define los elementos que son importantes para el cliente, en este caso se evalúan aspectos mecánicos y de diseño para el VTC.

6.2.5.2 2.Especificaciones del producto

Aquí se definen aspectos esenciales que pretenden cumplir los requisitos del cliente desglosando tantos aspectos mecánicos y de diseño del VTC.

6.2.5.3 3.Matriz de correlación

Se relacionan aspectos mecánicos y de diseño dentro de las especificaciones del producto.

6.2.5.4 4.Proceso

Esta etapa pretende relacionar los requerimientos del cliente y especificaciones del producto con el fin de dar a conocer las relaciones entre estas dos, allí se evalúan todos los aspectos mecánicos y de diseño.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

6.2.5.5 5.Importancia

Aquí se identifican los aspectos importantes dentro de los requerimientos del cliente para el diseño del VTC.

6.2.5.6 6.Cuantificación de las especificaciones del producto

Aquí se brindan los pesos y prioridades técnicas mecánicas y de diseño del VTC abarcando las especificaciones del producto.

6.2.5.7 7.Dirección de mejora

Una vez relacionados todos los ítems con especificaciones del producto y requerimientos del cliente se identifican los aspectos débiles del producto que requerirán una mejora.

6.2.5.8 8.Evaluación de conceptos

Se califican aspectos de los conceptos que pueden brindar solución a los requerimientos del cliente de acuerdo con sus especificaciones individuales.

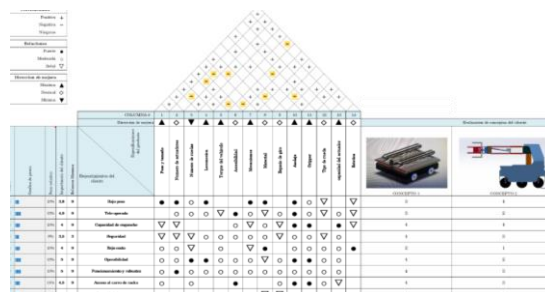
Para una mejor comprensión de la matriz QFD, esta se puede se puede ver en él.

Apéndice 1....

6.3 Matriz QFD

Figura 40

Matriz QFD



La matriz de evaluación QFD permitió identificar las necesidades y expectativas del cliente, realizar especificación de conceptos y seleccionar uno de estos modelos para trabajar y presentarlo como proyecto final, ver figura 40.

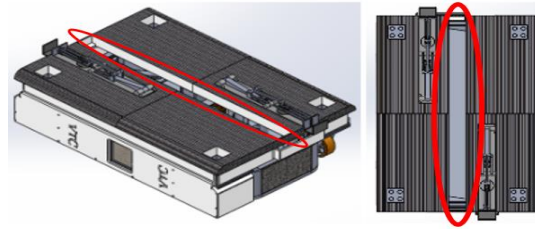
6.4 Fase 3. Gripper.

Para dar solución a esta se consideró el mecanismo central, puesto que sujetará y elevará el gripper permitiendo así el enganche a las bandejas del carro de racks. Los cálculos respectivos al peso que presentan estas bandejas son considerados en los diseños tanto del mecanismo central como del gripper, en ese sentido, se propusieron 3 modelos de mecanismo central y 4 opciones de gripper.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 41

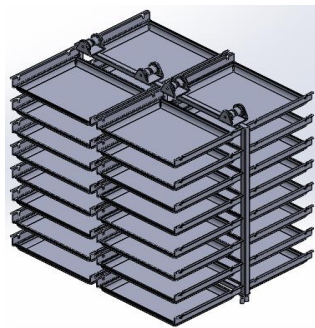
Zona del mecanismo central



Como se ve en la figura 41, la parte que encierra el óvalo en rojo será el lugar donde se ubicará el gripper, en esta zona se ensamblará el mecanismo central, el cual permitirá movilizar el gripper de manera horizontal y vertical.

Figura 42

Bandejas del carro de racks



La figura 42 muestra un modelado de las bandejas del carro de racks, que de acuerdo con los datos proporcionados de la empresa su peso es de 600 kg al estar cargadas todas sus bandejas de fruta para iniciar el proceso de zeodratación.

Figura 43

Centro de masa de las bandejas del carro de racks



En la vista lateral de las bandejas del carro de racks (figura 43), se aprecia que su centro de masa se ubica en el centro de ellas, esto ayuda a la movilidad en el momento que entren o salgan las bandejas del carro de racks o del horno. Los rodamientos oscilantes de bolas presentados en la parte de arriba fabricados en acero presentan un coeficiente de fricción que ayudan a la movilidad de las bandejas de 0.0080 - 0.012 como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Información de los coeficientes de rozamiento de los rodamientos

Tipo de rodamiento	Coefficiente de fricción
Rodamientos rígidos de bolas	0,010 - 0,015
Rodamientos de bola a contacto angular	0,012 - 0,018
Rodamientos oscilantes de bolas	0,0080 - 0,012
Rodamientos de rodillos cilíndricos	0,010 - 0,015
Rodamientos de agujas	0,02 - 0,03
Rodamientos de rodillos cónicos	0,017 - 0,025
Rodamientos de rodillos esféricos	0,020 - 0,025
Rodamientos de axiales de bolas	0,010 - 0,015
Rodamientos de axiales de rodillos	0,020 - 0,030

Nota. Se encierra el coeficiente de fricción ya que este es empleado en los rodamientos de las bandejas del carro de racks. Fuente: (Fundamentos de la fricción externa, 2018)

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

A estos datos se aplicó la ecuación de la segunda ley de Newton para calcular la fuerza (masa por aceleración), pues esta se debe ejercer para enganchar el gripper a las bandejas del carro de racks y la fuerza para mover las bandejas. Sumado a esto se agregó el coeficiente de fricción que presentan los rodamientos.

$$F = M * g * fr$$

F = Fuerza.

M = Masa del objeto a mover.

g = Gravedad,

fr = Coeficiente de fricción.

$$F = 600 \text{ kg} * 9.8\text{m/s}^2 * 0.012$$

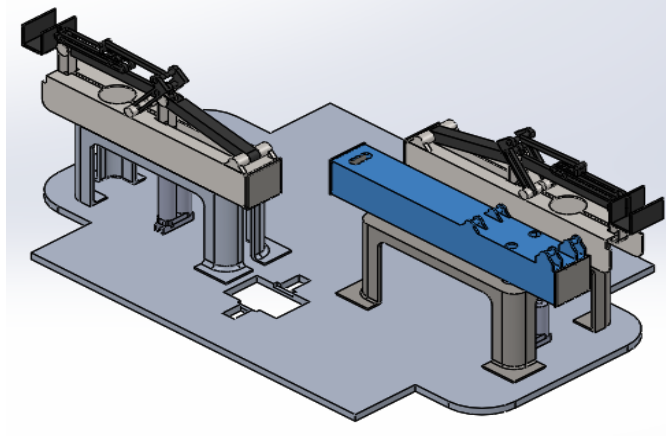
$$F = 70,56 \text{ N}$$

$$F = 7,2 \text{ kg}$$

De acuerdo con el valor de la fuerza que se necesita para poder mover las bandejas del carro de racks, se realizó el ensamblaje de las diferentes opciones de gripper que tendrá el VTC, los diseños propuestos se modelaron por medio del software de SolidWorks con el fin de analizar su espacio y la configuración, para ello se estudiaron estas opciones:

Figura 44

Mecanismo centrales opción 1



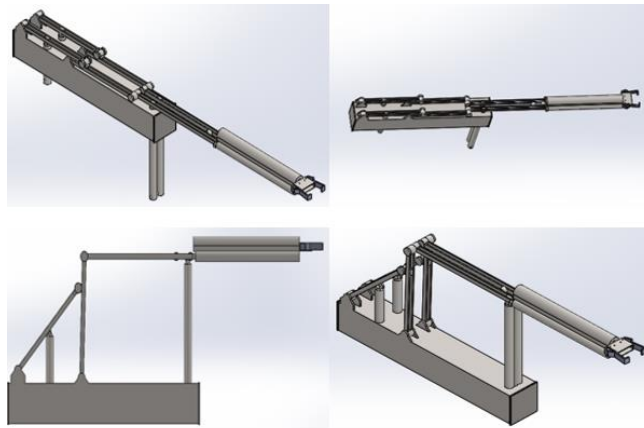
Como se ve en azul en la figura 44 el mecanismo central presenta un tubo cuadrado con sus respectivas tapas que se encuentran sostenidas por una banca, lo que permitirá el apoyo tanto del mecanismo central como del mecanismo de enganche al carro de racks, con el fin de colocarlo en la posición deseada para la conexión. Las opciones 1, 2 y 3 comparten este diseño para el gripper.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

6.4.1 Opción 1 Gripper 2 dedos agarre mecánico

Figura 45

Mecanismo central 1 implementado el gripper 1



En la figura 45 se observa la opción 1 la cual maneja 4 guías verticales en el tubo cuadrado, 2 delanteras con una longitud de 600mm y 2 en la parte posterior de 250mm. La estructura del tubo cuadrado se modifica añadiendo 4 guías de ajuste circular las cuales anclarán 4 eslabones para permitir el movimiento angular de estas, los 4 eslabones que serán sujetos por estas permitirán levantar un cilindro eléctrico junto con el gripper con el fin de ubicarlo en posición para realizar el agarre de las bandejas en el carro de racks.

Figura 46

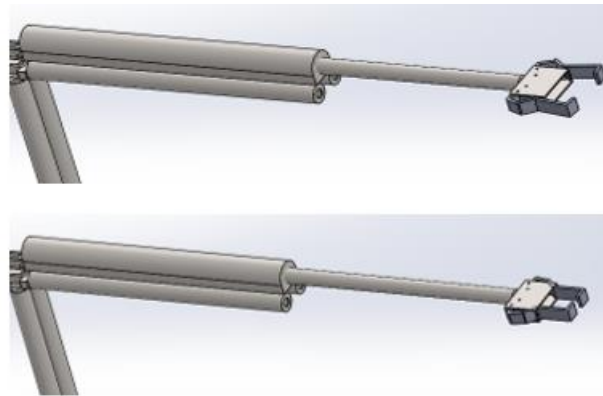
Gripper 1 posición 1 y 2



En la parte izquierda de la figura 46 se aprecia el gripper en su posición inicial, la cual será abierta, las uñas que tendrá a los lados permanecerán separadas en todo momento, sin embargo, para que las uñas se cierren, como se ve en la parte derecha, se tendrá que activar el cilindro eléctrico y este procederá a que el gripper pase a su posición 2, para acoplarse a las bandejas de los racks.

Figura 47

Gripper 1 posición 1 y 2.

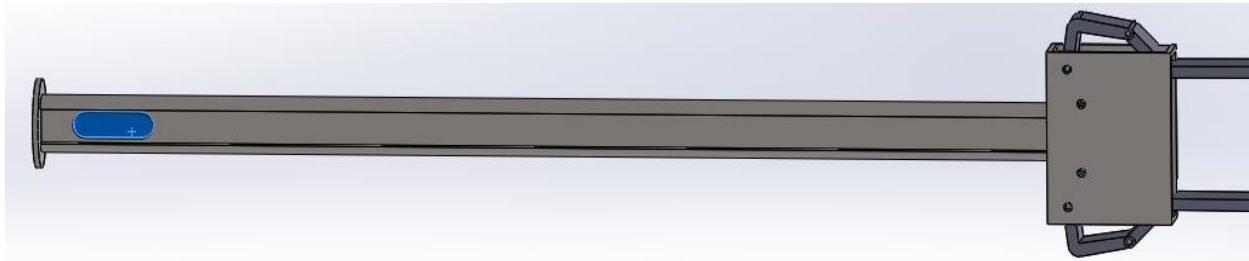


Durante la carrera que tendrá el vástago del cilindro eléctrico el gripper permanecerá en su posición 1 como se ve en la figura 47 en la parte de arriba, solamente cuando este llegue a su carrera final cierra las pinzas como se ve en la figura 47 en la parte de abajo. lo que quiere decir que la apertura o cierre del gripper será netamente mecánico ya que se aprovechará el movimiento lineal del cilindro para realizar la posición 1 y 2 del gripper y no se utilizará otro actuador para ello.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 48

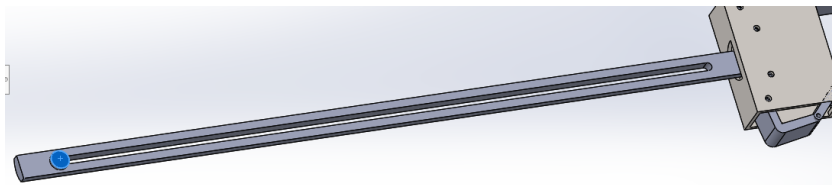
Ranura del gripper 1



Para lograr que el gripper se apoye para realizar sus 2 posiciones, el cilindro tendrá que ser modificado, ya que el vástago tendrá una ranura como se ve en la figura 48 de color azul, la cual tendrá una dimensión dependiendo de cuanto es la apertura del gripper para realizar el cierre de este, la ranura colocada permitirá deslizar una guía que es la encargada de hacer que el gripper este en su posición 1 o en su posición 2.

Figura 49

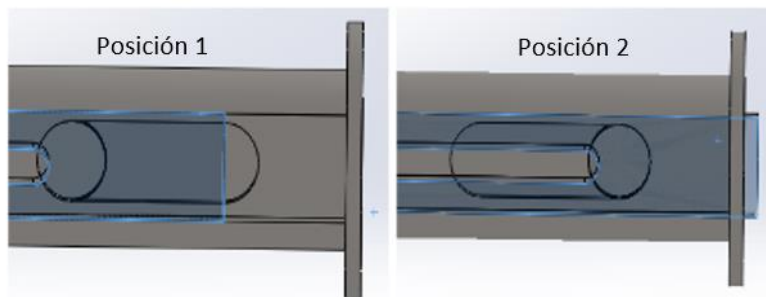
Guía del gripper 1



La guía que permitirá la apertura del gripper tendrá una base circular para ajustarlo a la ranura del vástago como se ilustra en la figura 49 de color azul y una ranura en el medio de esta, con el fin de facilitar la posición el gripper según sea el estado del vástago (activo o reposo).

Figura 50

Vista transparente del cilindro y el vástago



Se colocó la opción del sólido transparente en el software de SolidWorks la guía del gripper como se ve en azul en la figura 50 para observar cómo se posiciona al realizar el cierre del gripper posición 2 o regresarlo a su posición 1.

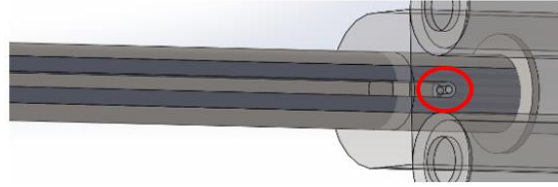


De acuerdo con la posición de la ranura, (distancia cercana o lejana) las uñas del gripper se abrirán o cerrarán. Como se puede apreciar en las posiciones 1 y 2.

Figura 51

Guía vista transparente

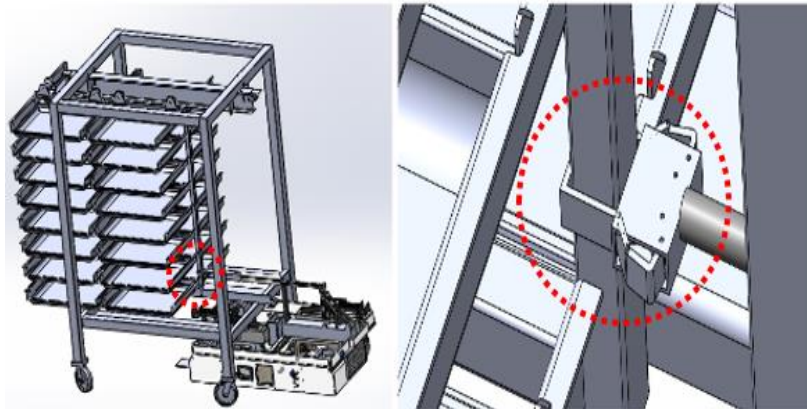
VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)



El círculo rojo en la figura 51 muestra la pieza que presentará el cilindro, la cual trabajará en conjunto con la ranura de la guía del gripper, para ayudar al vástago cuando se encuentre totalmente afuera del cilindro e impida continuar el paso y el cierre del gripper.

Figura 52

Ajuste del gripper 1 a las bandejas del carro de racks

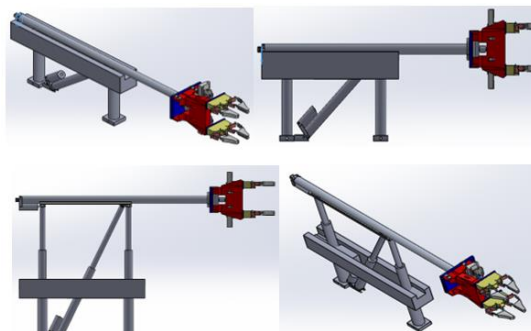


En la figura 52 se analiza el enganche del gripper a las bandejas del carro de racks que presenta esta opción, como se demuestra esta configuración no tiene la necesidad de manejar otro actuador para realizar el cierre o apertura de estas pinzas de 2 dedos. Para el correcto enganche es indispensable contar con una buena ubicación y posicionamiento entre los 2 vehículos, debido a que el cilindro eléctrico que retrae o alarga el vástago debe detener la marcha antes de que llegue a su carrera final, dado que cuando finaliza esta carrera el gripper ya se encuentra en su posición 2.

6.4.2 Opción 2 Gripper doble de 2 dedos

Figura 53

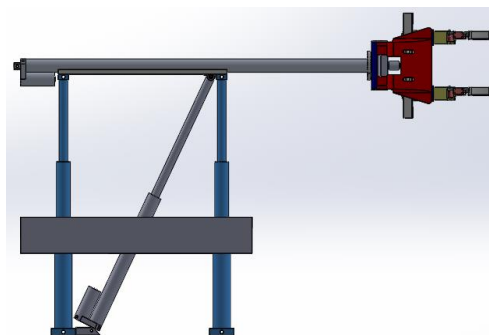
Mecanismo central 2 ajustado el gripper 2



En la figura 53 se presenta la opción 2, que contiene el mecanismo central similar al mecanismo de la opción 1, esto quiere decir que tiene de forma semejante a un tubo cuadrado ejerciendo apoyo y guía tanto para el actuador lineal y los soportes telescópicos, además, posee un actuador lineal ubicado por encima de estos de manera horizontal con el fin de realizar la extensión del gripper.

Figura 54

Vista lateral del mecanismo central 2 implementado el gripper 2

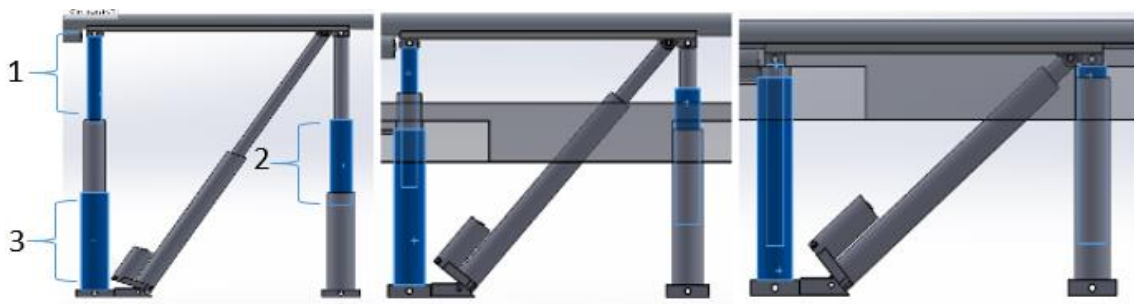


VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

De acuerdo con la vista lateral, se aprovechan 2 soportes telescópicos localizados debajo del actuador lineal como se observa en la figura 54 de color azul, interviniendo en la dirección al momento de subir o bajar el gripper con la intención de que esté presente inestabilidad o descienda.

Figura 55

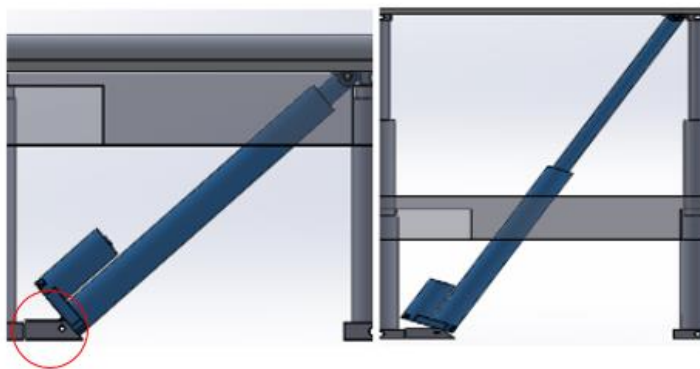
Vista de los ajustes telescópicos



Las guías telescópicas se presentan en 3 fases con la intención de proporcionar soporte a la altura que presente el actuador lineal (figura 55), sabiendo esto, las partes de los mecanismos telescópicos como se ve en la figura 54 de color azul, estarán proporcionalmente limitadas a la acción que determine el actuador, si este realiza la acción de sacar el vástago las guías telescópicas saldrán, en caso de que el vástago entre en el cilindro, las guías del mismo modo entraran ajustándose al tamaño.

Figura 56

Posiciones del cilindro del mecanismo central 2



La figura 56 presenta el actuador lineal en sus 2 posibles estados, (vástago adentro o el vástago totalmente afuera), este actuador lineal tendrá una longitud extendida de 720 mm, el círculo en rojo como se ve en la figura 56 a la derecha, tiene un soporte que aguanta el peso del actuador y posibilita el movimiento angular dependiendo de si se encuentre en su estado 1 o 2.

Figura 57

Posición 1 y 2 del mecanismo central 2



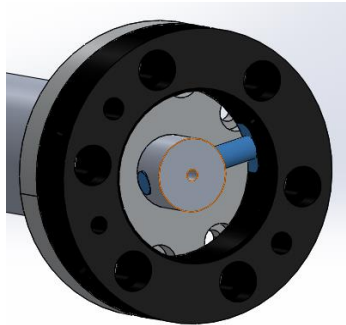
El actuador lineal con función de expandir la longitud del gripper de manera horizontal que se presenta en el mecanismo central como se ve en la figura 57, maneja 2 posiciones, posición 1 el vástago dentro del cilindro y posición 2 el vástago alcanza su máxima carrera, este actuador tendrá la longitud extendida de 1880 mm sin contar las dimensiones del gripper ni su soporte de ajuste. Este actuador descansa en un soporte como se ve en la figura 57, rectángulo

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

rojo, que sostiene tanto el actuador horizontal como el actuador inclinado y sus soportes telescópicos.

Figura 58

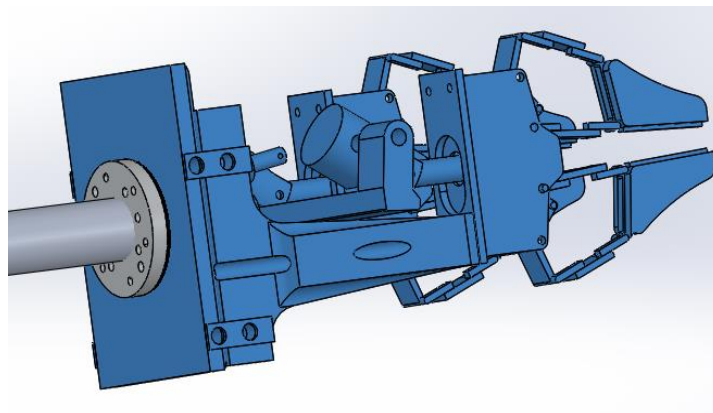
Ajuste del gripper y el vástago del cilindro



El soporte que conectará el actuador con el gripper como se presenta en la figura 58 consta de una pieza circular que se ajusta al vástago del actuador, este presenta una entrada para ajustar un pasador (figura 58 de color azul), y para que este no se salga se le coloca un buje, el cual se ingresa en la parte final del vástago (imagen 58 contorno naranja).

Figura 59

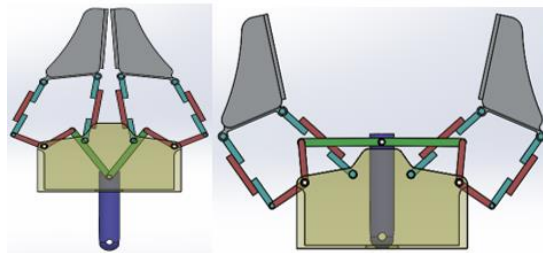
Ajuste de la lámina al gripper



Por medio de tornillos se ajusta el soporte a la lámina para realizar la sujeción (figura 59), y con esto poder realizar el ensamble de todos los componentes que lleva el gripper para obtener un buen agarre al momento de movilizar las bandejas.

Figura 60

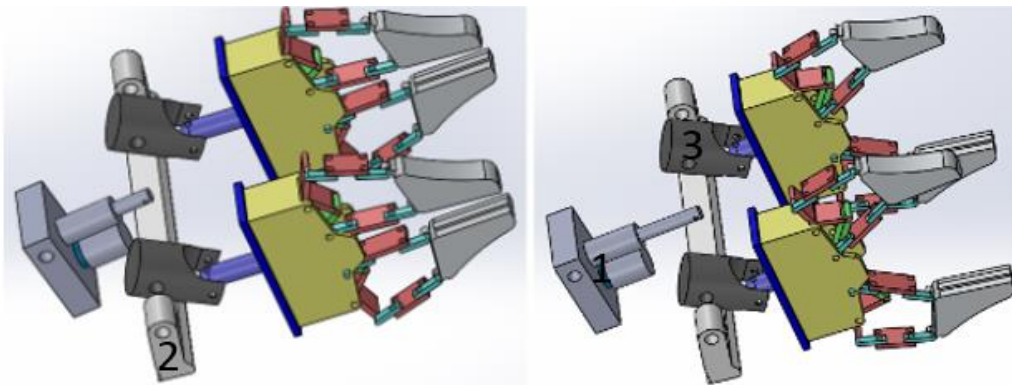
Posición 1 y 2 del gripper 2



En la figura 60 se observa la pinza que tendrá el gripper, este tendrá 2 de ellas para realizar el agarre en 2 puntos, la pinza guiará su cierre o apertura por medio de un eslabón, (como se ve en la imagen de color morado) el cual se mueve de manera lineal empujando los soportes o trayéndolos según sea la acción deseada.

Figura 61

Ajuste de los gripper a la barra de sujeción

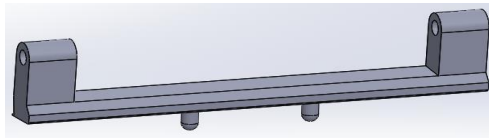


VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Para realizar este movimiento lineal de los eslabones de las pinzas ejecutando el cierre o la apertura de ellas se contó con 3 partes en el ensamblaje, estas son numeradas para mayor entendimiento como se observa en la figura 61. La pieza con el número 1 hace referencia al actuador lineal eléctrico, la número 2 muestra la barra que desliza dependiendo el actuador que se conecta por medio de una barra con el fin de funcionar como un soporte para las guías que encajan a los dos eslabones de las pinzas marcadas con el número 3.

Figura 62

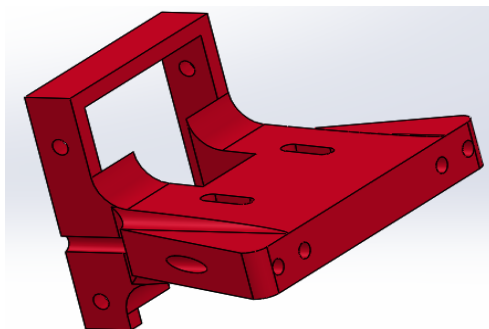
Barra de sujeción de los gripper



La barra que desliza presenta unas guías circulares por debajo en donde se ajusta el actuador y los soportes de los eslabones de las pinzas como se presenta en la figura 62, estas son ajustadas en las ranuras de la base de gripper permitiendo así el desplazamiento para realizar la movilidad de los eslabones de las pinzas.

Figura 63

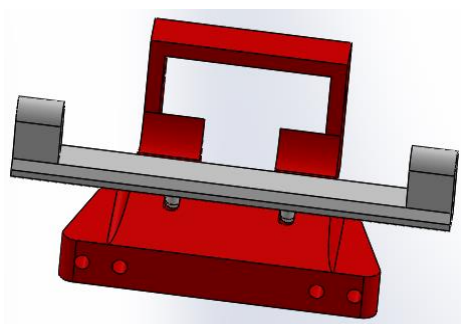
Soporte para las pinzas del gripper 2



En la figura 63 se observa la estructura rígida del gripper. En esta se encontrará el actuador lineal, la barra que desliza, los ajustes de los actuadores y las 2 pinzas a su vez en la parte de atrás se encontrará el soporte para realizar la conexión con el actuador horizontal.

Figura 64

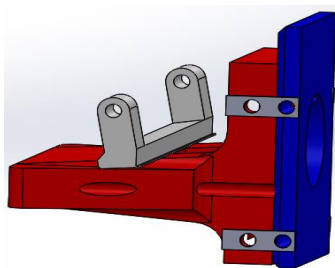
Ajuste y guía del gripper



Conexión de la barra deslizadora con las guías en las ranuras de la base del gripper figura 64

Figura 65

Ajuste de la lámina a la base del gripper

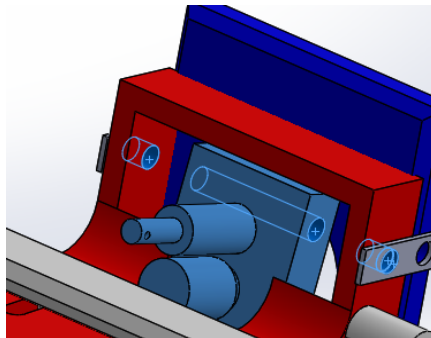


Ajuste del soporte como se observa en la figura 65 de color azul por medio de 4 láminas que serán atornilladas a la base del gripper.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 66

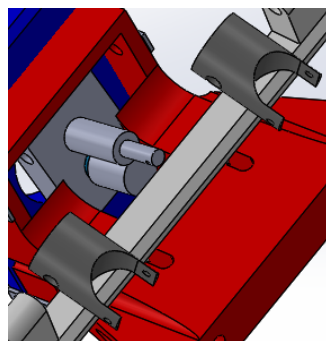
Conexión con el cilindro al gripper



En la figura 66 se ve en azul claro el actuador lineal que será ajustado con un tornillo que atravesará las láminas de ajuste y el actuador para así permitir su desplazamiento, el cual dependerá si el vástago se contrae o se expande.

Figura 67

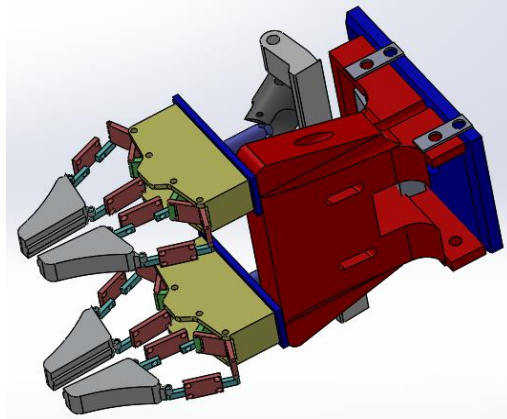
Acoples a la barra deslizante



Los ajustes circulares en gris como se ve en la figura 67 son acoplados en la barra deslizante, estos tendrán apoyo en una vara que se ajustará en la barra y a su vez se conectan a los eslabones de las pinzas.

Figura 68

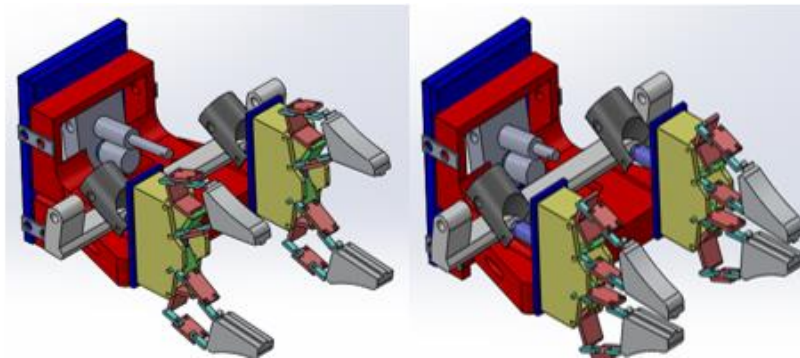
Gripper 2



Las pinzas tendrán su ajuste a la base rígida por medio de tornillos en una esquina de estas con el fin de dar libertad al eslabón y la barra deslizante para ejercer su movimiento. Ver figura 68

Figura 69

Gripper 2



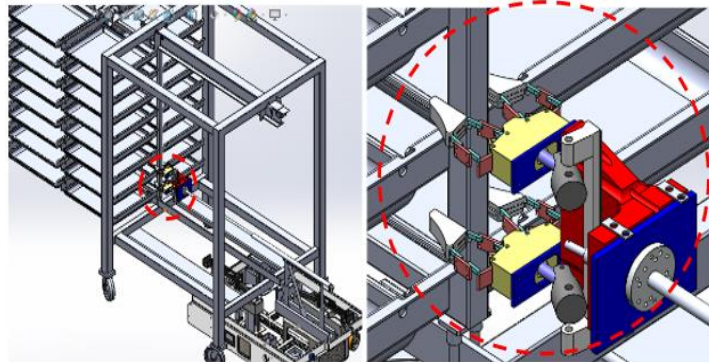
En la figura 69 se puede observar totalmente armado el gripper, en sus 2 posiciones. En el de la derecha presenta las pinzas abiertas para realizar el ajuste a la barra vertical del carro de

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

racks y el de la izquierda en su posición totalmente cerrada, será el que mantendrá el gripper al momento de movilizarse.

Figura 70

Ajuste gripper a las bandejas del carro de racks



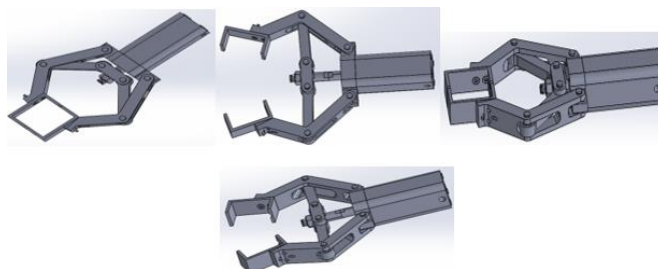
En la figura 70 como se ve en el círculo rojo se muestra cómo se realiza el ajuste del gripper en la barra vertical del carro de racks, además, se observa el desplazamiento que le da a las bandejas para ser entregadas al horno.

6.4.3 Opción 3 Gripper de encaje tipo C

El diseño de este gripper se plasmó con el mecanismo central que se presentó en la opción 2, con base en esto se realizó el montaje del diseño número 3 el mecanismo central de elevación paralela telescópica.

Figura 71

Gripper 3

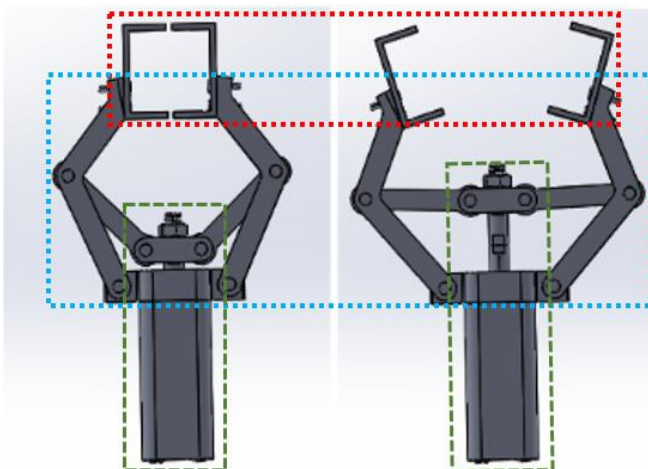


La figura 71 presenta los 2 estados del gripper. Este diseño tiene como función encajar toda la barra vertical del carro de racks en sus uñas, ya que estas presentan una configuración para que se ajuste totalmente a la barra y así desarrollar el movimiento de las bandejas.

Cuenta con un actuador eléctrico dentro con el fin de mover un tornillo de manera lineal para así lograr la apertura o cierre de esta opción de gripper.

Figura 72

Posiciones 1 y 2 del gripper 3

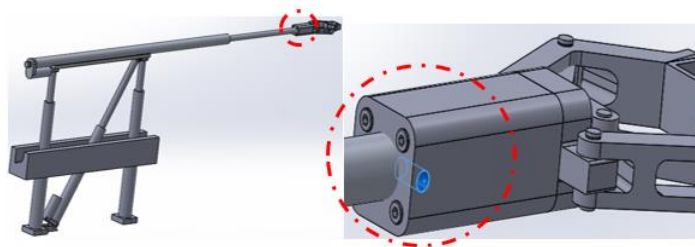


VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

El gripper 3 para ayudar a entender su configuración se dividió en 3 partes como se ve en la figura 72, el rectángulo rojo muestra la configuración de sus uñas tipo C las cuales envuelven la barra vertical del carro de racks. El rectángulo azul señala las partes rígidas que genera el movimiento de apertura o cierre a las uñas dependiendo si el actuador mantiene el vástago afuera o adentro. Por último, el rectángulo verde muestra el actuador lineal eléctrico que se encargará de ejecutar la acción para accionar el gripper.

Figura 73

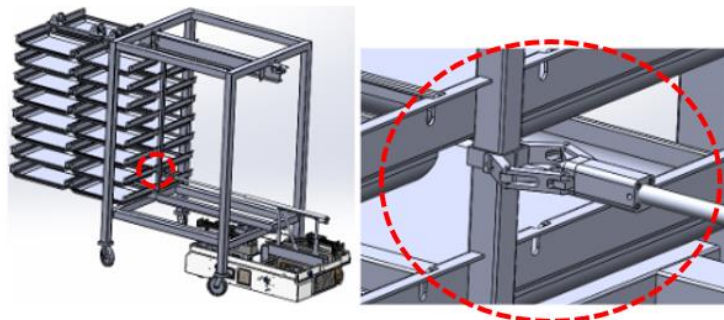
Ajuste del gripper 3 al actuador lineal



En la figura 73 se muestra el ajuste que presenta el gripper al vástago del actuador horizontal, este será de tornillo y tuerca para permitir el ajuste.

Figura 74

Ajuste del gripper 3 a las bandejas del carro de racks



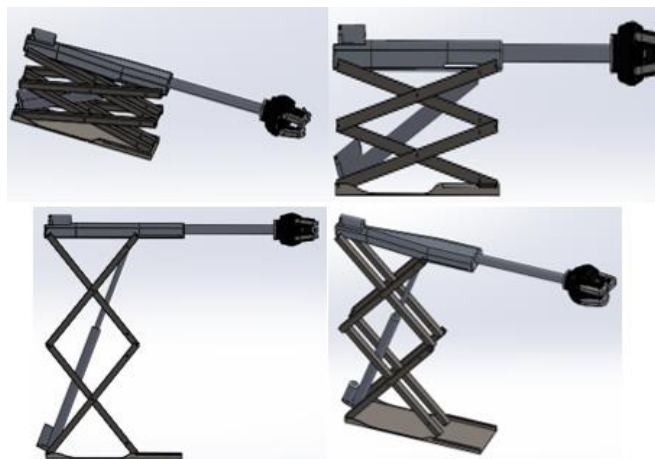
La figura 74, presenta cómo se realizará esta configuración para realizar el ajuste del VTC al carro de racks, en esta se observa el alcance que tendrá de manera horizontal y como se realiza el ajuste de enganche con las uñas tipo C.

6.4.4 Opción 4 Gripper de 3 Dedos con Mecanismo Tipo Tijera

El concepto de este mecanismo central es de una elevación tipo tijera, este permite reemplazar el tubo cuadrado apoyado con la banca, por la unión de varios tubos cuadrados en X para realizar la elevación.

Figura 75

Gripper 4

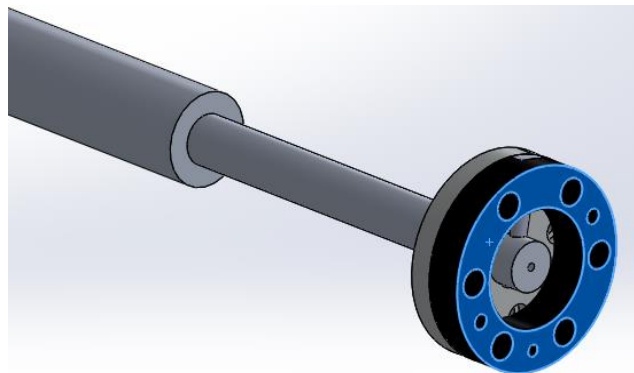


El mecanismo permite la elevación del gripper en un espacio reducido mediante el sistema de tijera (ver figura 75), la elevación es controlada por medio del actuador lineal eléctrico.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 76

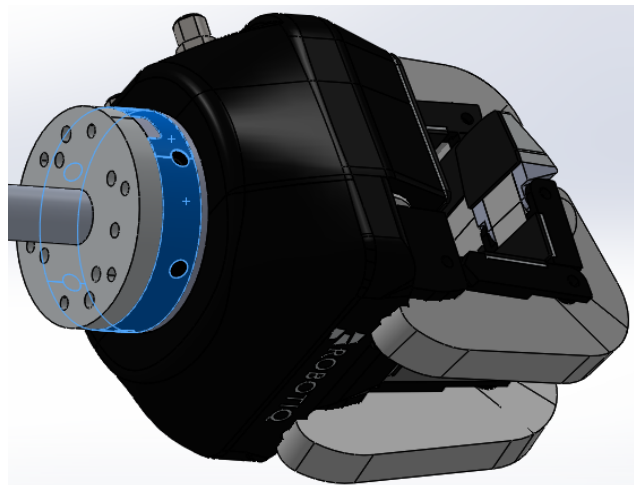
Acople del cilindro al gripper



El ajuste que tendrá el acople del actuador al gripper será el mismo de la opción 2 aprovechando las entradas como se ve en la figura 76 en color azul, para realizar la conexión del gripper por medio de tornillos.

Figura 77

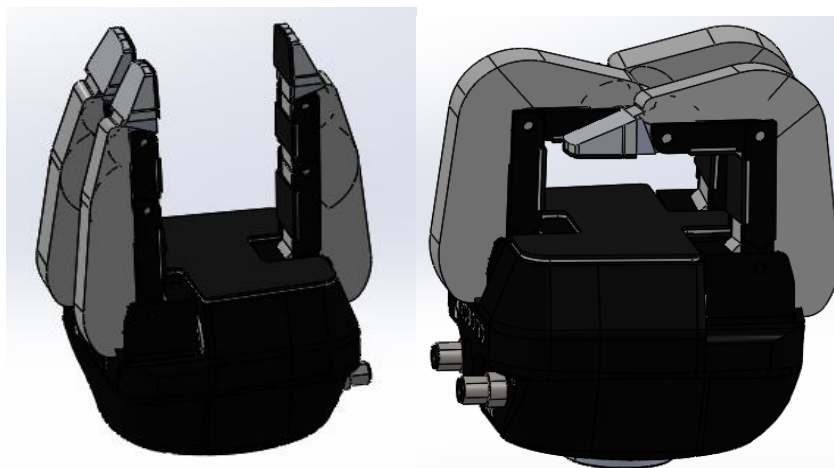
Gripper con el acople



La sujeción del gripper se presenta por la superficie lateral manejando 4 agujeros para realizar el encaje con tornillos a este. figura 77

Figura 78

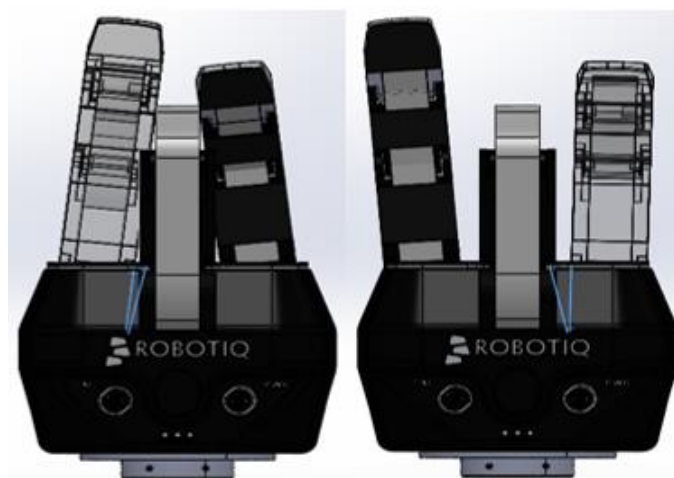
Posición de los dedos



El gripper cuenta con 3 dedos los cuales permiten ajustarse al objeto que requiere el agarre, como se ve en la figura 78 los dedos abren y cierran simulando la barra vertical que sujetan del carro de racks.

Figura 79

Libertad de los dedos

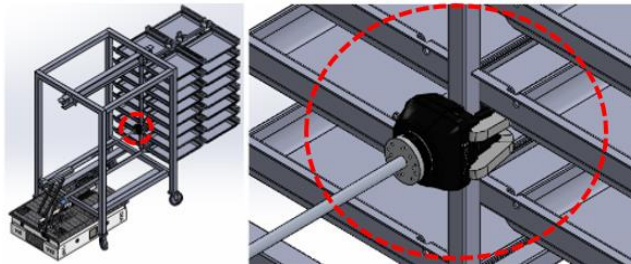


VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Los 2 dedos ubicados en los bordes manejan una configuración que permite moverlos de manera angular, como se ve en figura 79, este realiza el ajuste respecto al objeto a agarrar (ROBOTIQ, 2020).

Figura 80

Acople al carro de racks gripper 4



El ajuste del mecanismo central del VTC y de las bandejas del carro de racks se realiza en la penúltima bandeja contando de arriba hacia abajo. Además, la adaptación del gripper a la barra vertical permite envolver los dedos en la barra para un mejor agarre y con eso ayudar a la movilización a la hora de entregarlos o sacarlos al horno. Ver figura 80

6.4.5 Selección de Mecanismo Central y Gripper

6.4.5.1 Selección de mecanismo central

La selección del mecanismo central se determinó a partir de 3 conceptos, estos se evaluaron para definir cuál era el mejor diseño que permitiera una mejor función de proceso. Con

ayuda de los tutores del proyecto, con diferentes estudios de diseño y mediante lluvia de ideas, se recolectaron los siguientes criterios para posteriormente contemplar la mejor opción.

- Mayor elevación posible.
- Menor número de actuadores.
- Mayor distancia al ingreso de las bandejas al horno.
- Ubicación del gripper en el carro.

Por practicidad y posibles atascos o interrupciones es necesario que el gripper realice el empuje o que hale las bandejas lo más cercano a su centro de masa o al eje donde se encuentran los rodamientos. Por consiguiente, es necesario ubicar la mayor elevación del gripper con el fin de que se evite el problema de la acción palanca; mientras se empuja más lejos de su centro este tendrá que elevarse o inclinarse al momento de movilizarse.

El número de actuadores debe ser el menor posible ya que al aumentarlos se establecen mayor número de procesos, por ende, el tener mayor número de procesos incrementa las posibilidades de fallos o de interrupciones en el; es por eso que mientras se encuentran menos procesos mejor será su eficiencia.

El ingreso de las bandejas al horno es una parte fundamental a la hora de entregar las bandejas al zeodratador, aquí es necesario que el mecanismo del horno atrape las bandejas para que este las apile y ordene con el fin de poder ingresar la cantidad especificada, por esto se

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

necesita que el gripper tenga la posibilidad de alcanzar la mayor longitud posible a la hora de ser entregadas estas bandejas.

La ubicación del gripper en el carro presenta una buena estética dado que este se encuentra dentro del VTC al momento que recorre las diferentes zonas de la empresa en busca de un carro de racks o para ir a recoger las bandejas del horno. Tener el gripper dentro del VTC evita interferencias o posibles choques ya que los sensores siempre estarán calculando espacios según las dimensiones del carro.

Para decidir qué mecanismo central es el más aproximado a estos criterios se evaluaron por medio de una matriz de Holmes, esta herramienta ayudó a priorizar alternativas y/o apoyo en la toma de decisiones.

Se realizó la comparación de cada uno de los criterios correlacionando cada mecanismo central con los demás, se estableció un criterio sencillo en el que si es superior un criterio al otro tendrá el valor de 1, si presenta desventaja tendrá el valor 0 y si es semejante tendrá 0,5. Al finalizar se realizó la sumatoria del total de puntos que obtenidos para efectuar la elección del mecanismo central.

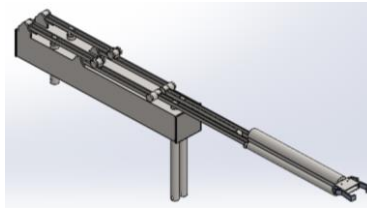
Dado el caso que el mecanismo a evaluar resultará descartado por diferentes circunstancias, la matriz de Holmes permite tomar un concepto distinto debido a que las matrices arrojan un puntaje y con este se puede establecer el puntaje más alto. Este mismo procedimiento se realizó con el segundo concepto que arrojaron las matrices.

Los mecanismos que se comparan son:

- Mecanismo central 1 Elevación con guía, (ver figura 81).

Figura 81

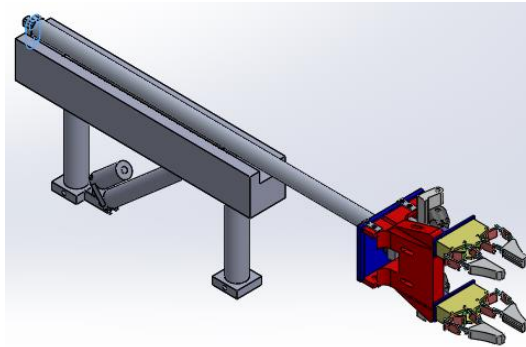
Mecanismo central 1



Mecanismo central 2 Elevación paralela telescópica, (ver figura 82).

Figura 82

Mecanismo central 2

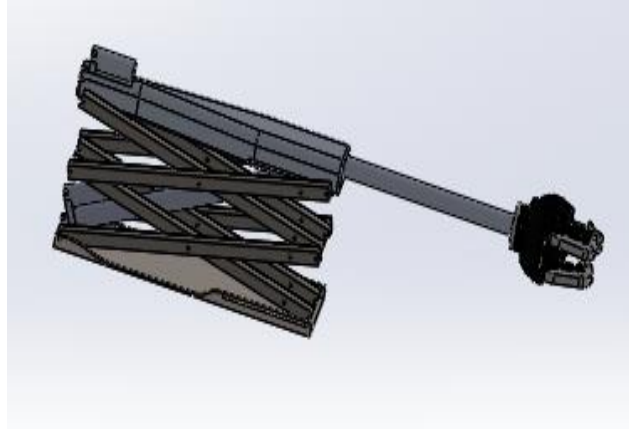


Mecanismo central 3 Mecanismo de tijera, (ver figura 83)

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 83

Mecanismo central 3



Definidos los mecanismos centrales que se quieren comparar, se procedió al diseño de la matriz de Holmes. Para cada criterio se realizó una matriz y por último se recopilaron los totales obtenidos para así conocer los mecanismos que se ajustan a los parámetros.

Tabla 3

Matriz de comparación criterio 1

Mecanismo Central	Mayor elevación posible			total
	1	2	3	
1		0,5	0	0,5
2	0,5		0	0,5
3	1	1		2

Como se evidencia en la tabla 3, el criterio de mayor elevación posible arroja el mecanismo central 3 como el óptimo en comparación con el 1 y 2. Esto se debe a que el mecanismo tipo tijera presenta un alcance de altura superior realizando el ajuste del gripper entre las bandejas 2 y 3 tomando como bandeja inicial la que se encuentra más cercana al piso.

Los mecanismos 1 y 2 su alcance máximo se presenta entre la bandeja 1 y 2 debido a esto su puntuación maneja una similitud de 0,5 para este criterio.

Tabla 4

Matriz de comparación criterio 2

Mecanismo Central	Menor número de actuadores			Total
	1	2	3	
1		0,5	0,5	1
2	0,5		0,5	1
3	0,5	0,5		1

La tabla 4 Refleja una congruencia en todos los mecanismos centrales, como se ha mostrado anteriormente, todos presentan 2 actuadores, uno para realizar el levantamiento y el otro para movilizar de manera horizontal el gripper.

Tabla 5

Matriz de comparación criterio 3

Mecanismo Central	Mayor distancia al ingreso de las bandejas en el horno			total
	1	2	3	
1		0	0	0
2	1		0,5	1,5
3	1	0,5		1,5

En la tabla 5, se puede observar que el mecanismo central 1 presenta una menor longitud en el momento de hacer la entrega o recoger las bandejas del horno, puesto que su actuador y su diseño de levantar el gripper de manera no lineal causa la pérdida de longitud horizontal.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Los mecanismos centrales 2 y 3 manejan un actuador similar alcanzando una mayor longitud que la del mecanismo 1, no obstante, si la longitud requiere ser mayor puede reemplazar su cilindro a diferencia del mecanismo 1, que por su configuración no permite cambiarlo por una longitud mayor

Tabla 6

Matriz de comparación criterio 1

Mecanismo Central	Ubicación del gripper en el carro			total
	1	2	3	
1		0	0	0
2	1		0,5	1,5
3	1	0,5		1,5

El mecanismo central 2 y 3 maneja una configuración que permite que el gripper se encaje al momento de estar inactivo dentro del carro, a diferencia del mecanismo 1 en donde el gripper sobresale de las dimensiones del carro quedando parte de su pinza visible fuera del VTC. (ver tabla 6).

Tabla 7

Matriz de resultados

Mecanismo Central	Resultados				Total
	criterio 1	criterio 2	criterio 3	criterio 4	
1	0,5	1	0	0	1,5
2	0,5	1	1,5	1,5	4,5
3	2	1	1,5	1,5	6

La tabla 7 muestra los resultados de los criterios evaluados realizando la comparación con las diferentes opciones de los mecanismos, en esta se refleja que el mecanismo 3 es el más adecuado para realizar el montaje junto con el gripper, sin embargo, el mecanismo central 2 queda en estudio por si alguna configuración impide el montaje del mecanismo 3 en el VTC.

La comparación que se hizo de los mecanismos centrales fue evaluada sin el gripper ya que en esta parte del estudio solo se seleccionó el mejor mecanismo central con el fin de montarlo en el VTC, terminada la elección se realizó el ensamble junto con el gripper escogido.

6.4.5.2 Selección del Gripper

La elección del gripper se evaluó nuevamente por medio de matrices de priorización, estas matrices señalan los conceptos más viables según sean los criterios que se desean valorar, a fin de arrojar desde el más adecuado hasta el menos conveniente al momento de realizar el ensamblaje junto con el mecanismo central.

Con el apoyo del método brainstorming entre los autores del documento, los tutores e investigaciones revistas y documentos (Revista de Robots, 2021) (González García & Garzón Ortiz, 2019) (Torres, 2022) (Grupo SIM, 2021) se discuten los criterios de ponderación, nivel de importancia y calificación. Los criterios que se establecieron por medio de este método son:

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Tipo de agarre. La necesidad de establecer un buen agarre para la movilidad de las bandejas es esencial, con el objeto de evitar posibles atascos y pérdidas de tiempo al momento de ingresar o sacarlas del horno.

Fuerza en el actuador. Garantizar que al momento de movilizar las bandejas del carro de racks el gripper no se va a romper o abrir, esto certifica el buen funcionamiento del proceso a realizar.

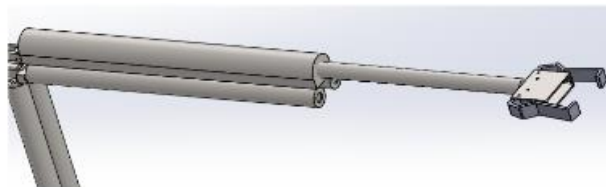
Dimensiones. Un tamaño óptimo para que no se vea sobredimensionado y permita realizar las acciones requeridas del VTC son necesarias estimarlas para un correcto funcionamiento.

Facilidad de acceso. Manejar un control factible del gripper ayuda para la interacción de éste en el momento de ejercer diferentes procesos o trabajos repetitivos.

Gripper a evaluar:

Figura 84

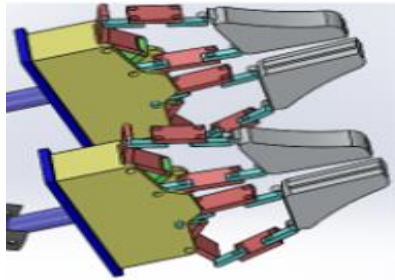
Gripper de ajuste de 2 uñas con uñas tipo C con cierre mecánico



Las uñas con una horma en C presentan un ajuste que envuelve la barra vertical del carro de racks, su diseño permite manejar un ajuste resistente gracias a que el agarre estará sustentado por la densidad de su material. (ver figura 84).

Figura 85

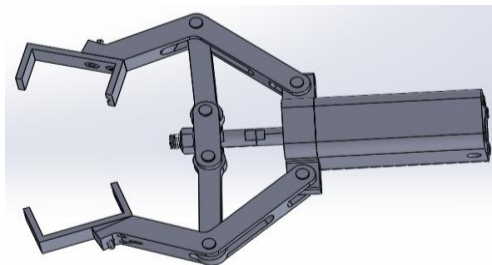
Gripper doble de dos dedos paralelas



La ayuda de tener dos pinzas permite tener doble apoyo evitando el balanceo al momento de ingresar o recoger las bandejas, estas pinzas presentan la facilidad a la adaptación de la geometría del objeto que se desea agarrar. (ver figura 85).

Figura 86

Gripper de encaje de dos uñas en C



VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Al igual que el gripper de ajuste de 2 uñas tipo C con cierre mecánico, este se diferencia por manejar un actuador para realizar el cierre de sus pinzas. figura 86

Figura 87

Gripper adaptable de 3 dedos



Nota. Fuente: (ROBOTIQ, 2020)

En la figura 87, se aprecia la pinza de 3 dedos de la compañía ROBOTIQ, en la selección de esta pinza se analizó la fuerza que debía tener el brazo para poder mover las bandejas de los racks.

La pinza proporciona una fuerza de 5 kilogramos de agarre, lo cual permite la movilidad de sus dedos ya sea para realizar una apertura más grande o una apertura más pequeña.

Lo señalado hasta aquí sirve para aplicar la matriz de priorización, para esto se comenzó con la valoración de los criterios.

Tabla 8

Elección de valoración a los criterios

Criterios	Evaluadores				Total
	James	Juan	Tutor 1	Tutor 2	
1 Tipo de agarre	35%	50%	40%	45%	43%
2 Fuerza en el actuador	35%	35%	35%	35%	35%
3 Dimensiones	20%	10%	10%	15%	14%
4 Facilidad de acceso	10%	5%	15%	5%	8%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

En los resultados presentados en la tabla 8 se puede observar qué criterio tiene mayor prioridad según los evaluadores. Esta tabla es muy importante porque permite pronosticar el gripper seleccionado, así mismo estos resultados sirven para ser comparados con los requerimientos del cliente.

Finalmente, el tipo de agarre es el seleccionado en la evaluación de criterios, es decir que los evaluadores vieron la necesidad del cliente y determinaron que para la elección del gripper el aspecto más importante es el tipo de agarre. Es conveniente aquí señalar que los criterios que obtuvieron un menor puntaje no quieren decir que no sean importantes, al contrario, son aspectos que los evaluadores deben tener muy en cuenta porque se puede cometer una omisión que puede perjudicar el proceso.

Como la matriz de priorización permite la toma de decisiones de manera objetiva, la tabla 1, presenta el análisis de la importancia que presenta cada concepto según la percepción de cada evaluador, para sintetizar los resultados de cada uno de estos colaboradores se realiza el promedio obteniendo una calificación más asertiva.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

A continuación, se realiza la calificación de cada concepto con los evaluadores, identificando un criterio a la vez. Para lo cual se calificó de 1 a 5, siendo 5 la mayor calificación con mayor relevancia y 1 la de menor importancia.

Tabla 9

Criterio 1 elección de gripper

Tipo de agarre						
Gripper	James	Juan	Tutor 1	Tutor 2	Total	
1	4	2	3	3	3	
2	4	3	4	4	3,75	
3	4	3	3	3	3,25	
4	4	5	5	5	4,75	

Los evaluadores apuntaron al gripper 4 como el mejor tipo de agarre en comparación con los demás, es decir según la complejidad del gripper y su manera de agarre los evaluadores puntuaron, los grippers 1, 2 y 3 obtuvieron una media de 3,33 lo que quiere decir que puede cumplir con la función en el proceso, pero requiere mejoras en su diseño de agarre. (Ver tabla 9).

Tabla 10

Criterio 2 elección de gripper

Fuerza en el actuador					
Gripper	James	Juan	Tutor 1	Tutor 2	Total
1	3	3	4	4	3,5
2	2	2	3	3	2,5
3	3	3	3	4	3,25
4	4	4	4	5	4,3

La anterior tabla muestra que el gripper número 4 presenta una posible ventaja respecto a los demás grippers en cuanto a fuerza en el actuador; el gripper 2 obtuvo la menor calificación en este criterio y es debido a que los evaluadores consideraron que su estructura no facilita la fuerza necesaria que requiere el proceso; mientras los grippers 1 y 3 obtuvieron una calificación sobresaliente pues cumplen con la función requerida, pero no es un puntaje suficiente para elegirlos. Ver tabla 10

Tabla 11

Criterio 3 elección de gripper

Dimensiones					
Gripper	James	Juan	Tutor 1	Tutor 2	Total
1	5	4	2	3	3,5
2	2	4	2	2	2,5
3	4	4	3,5	3	3,625
4	3	3	4	5	3,75

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

La tabla 11 sobre las dimensiones de los grippers, presenta alto puntaje en el gripper 4 debido a la alta valoración de los tutores, si bien su tamaño es más grande que el gripper 1 y 3 esto no afecta su resultado.

Se evidencia una calificación media para el gripper 2 debido a la sobredimensión que este maneja, operar dobles pinzas para el agarre a la barra del carro de racks hace que este se vea demasiado grande.

El resultado de los grippers 1 y 3 no presenta una sobredimensión, en cambio enseña algo pequeño frente al ajuste que este debe tener en relación con las bandejas.

Tabla 12

Criterio 4 elección de gripper

Gripper	Facilidad de acceso					Total
	James	Juan	Tutor 1	Tutor 2		
1	2	2	3	3	2,5	
2	3	3	2	2	2,5	
3	3	2	3,5	3	2,875	
4	5	4	5	5	4,75	

En la tabla 12 se puede observar que el gripper 1 debido a su falta de actuador para realizar el cierre o la apertura ya que depende netamente del actuador horizontal del mecanismo central, su proceso lo hace más tedioso, puesto que se debe tener una alta precisión para poder ubicar el gripper en la posición frente a la barra vertical de las bandejas para cuando haga el cierre esta incluye también la barra. Del mismo modo las dobles pinzas del gripper 2 que

presentan el mismo puntaje con 2,5 se considera algo tedioso a la hora de manejar el doble control de estos.

El gripper 3 presenta un puntaje de 2,8 ya que maneja un actuador independiente para realizar el cierre y la apertura de este, ayudando así a manejar un proceso accesible.

La configuración, control y manejo independiente que presenta el gripper 3 ofrece una facilidad en la interacción para manejar el proceso, gracias a esto se obtiene su alto puntaje con un 4,75

Tabla 13

Matriz de resultados elección de gripper

Resultados					
Gripper	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Total
	43%	35%	14%	8%	100%
1	1,3	1,2	0,5	0,2	3,20
2	1,6	0,9	0,3	0,2	3,03
3	1,4	1,1	0,5	0,3	3,27
4	2,0	1,5	0,5	0,4	4,46

Como se analiza en la tabla 13, los resultados expresan que el gripper 4 maneja la mejor opción. Esto se debe además que se puede encontrar comercialmente, este gripper adaptable de 3 dedos es la mejor opción para recoger y entregar las bandejas del carro de racks con la empresa ROBOTIQ facilitando así su control y diseño

6.5 Fase 4 Sistemas

En esta fase se presentarán los sistemas mecánicos y eléctricos, cada uno de estos presentan los cálculos específicos con el fin de realizar su elección, Después de haber obtenido cada uno de los componentes de los sistemas anteriores, se seguirá con el análisis del sistema control que se implementará en el VTC,

6.5.1 Componentes Mecánicos

En este apartado se mostrarán sistemas y componentes mecánicos que soportan y efectúan el trabajo del VTC. Dichos sistemas tienen distintas dimensiones y pesos, los cuales se tuvieron en cuenta debido a los requerimientos del VTC, cada elemento tuvo una etapa de diseño y evaluación, los análisis muestran los datos necesarios que sustentaron los diseños finales del chasis.

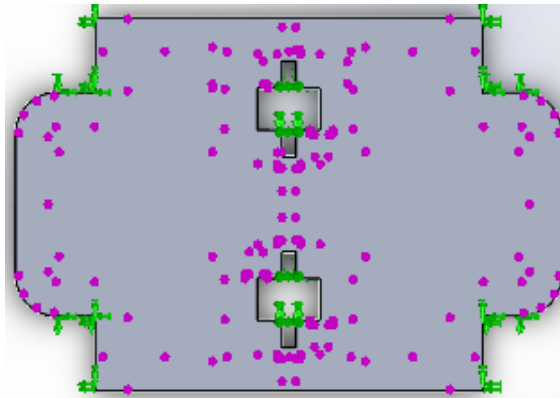
6.5.1.1 Análisis estático

En este apartado se muestran 3 tipos de estudios realizados a lo largo del proyecto, los cuales se realizaron con el fin de obtener la mejor configuración para el chasis del VTC, pues el chasis es el elemento más importante del mismo y es aquel que sostiene motores, actuadores y mecanismos del VTC.

En este análisis se efectuó una fuerza de 980 N, en cada análisis se tomaron los mismos puntos de sujeción que están marcados con flechas verdes y la fuerza está reflejada en puntos morados, el material es una aleación de aluminio 1060 dentro de sus características isotrópicas este material cuenta con excelente resistencia a la corrosión, alta conductividad térmica y eléctrica, bajas propiedades mecánicas y excelente trabajabilidad. Este chasis cuenta con un coeficiente de elasticidad de 27MPa.

Figura 88

chasis tipo 1

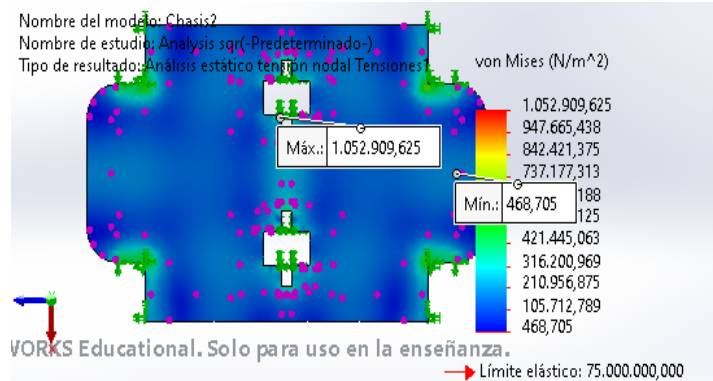


Este primer tipo de chasis tiene una configuración y unas definiciones en sus esquinas cuadradas de 90°. (Ver figura 88).

Figura 89

Análisis de tensiones

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)



Como se puede observar según la paleta de colores entre más tenue sea el color menos tensión se ejercerá sobre el chasis, en este caso las partes verdes son las que están sufriendo una tensión considerable y justamente son aquellas secciones que cuentan con una definición de un ángulo de 90°. Ver figura 89

Figura 90

Análisis de desplazamientos

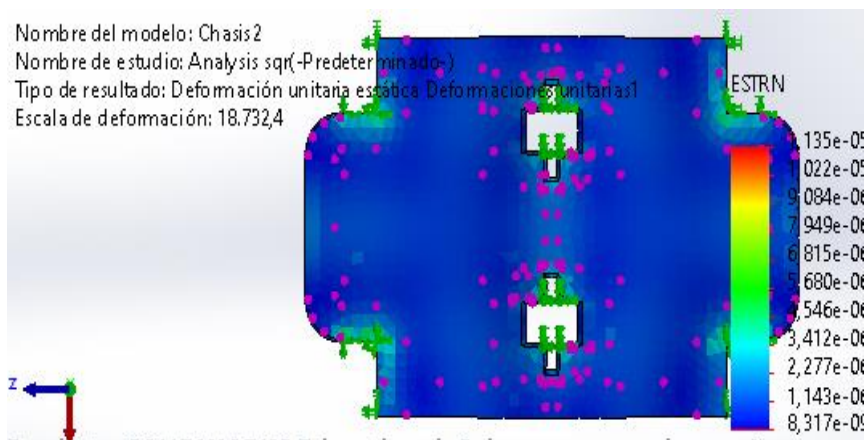


En este análisis se muestran las secciones que pueden desplazarse debido a la fuerza ejercida sobre el chasis, aquellas partes en azul son las zonas que van a tener un desplazamiento mínimo, en cambio las zonas rojas son aquellas que sufrirán un desplazamiento considerable,

esto es debido a que en estas zonas no hay ningún apoyo como las ruedas, dichos desplazamientos son en mm. figura 90.

Figura 91

Análisis de deformaciones unitarias

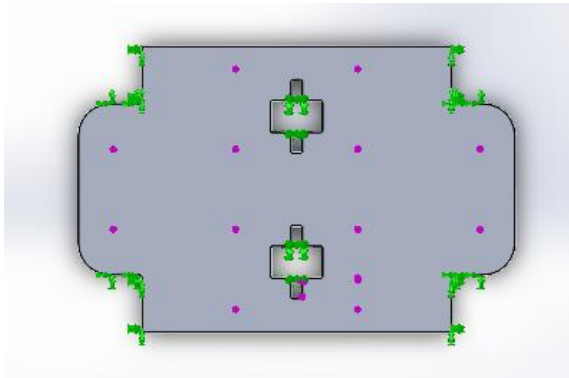


En este apartado se observarán las deformaciones unitarias, las cuales son más notables en las esquinas del chasis. Ver figura 91.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 92

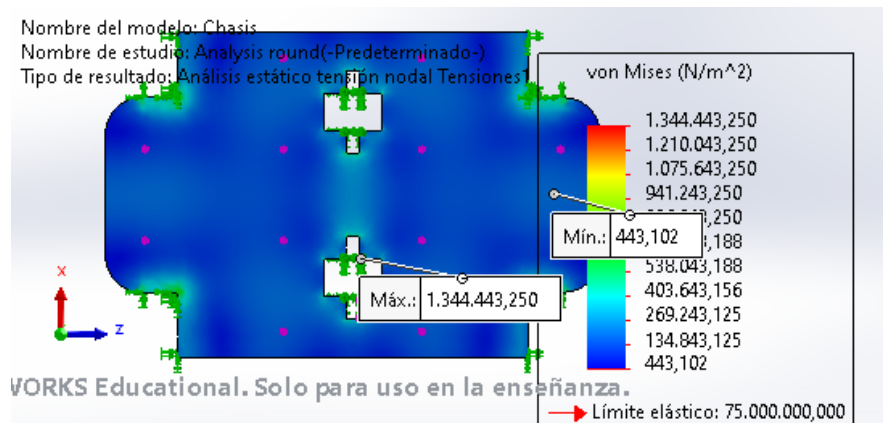
Chasis tipo 2



Este tipo de chasis cuenta con un pequeño cambio en aquellas secciones que tienen un ángulo de 90° las cuales se redondearon para obtener una mejor resistencia a la tensión y unos mejores resultados. Ver figura 92

Figura 93

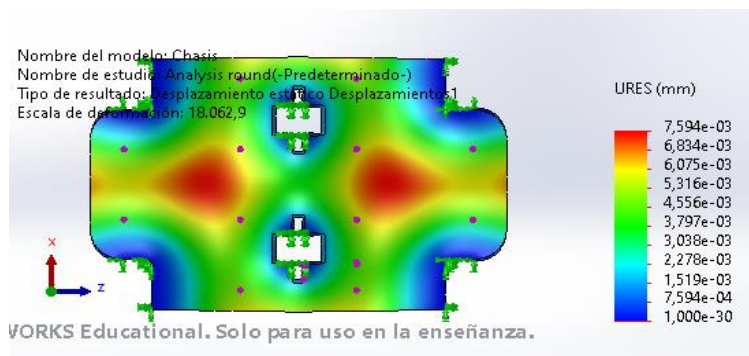
Análisis de tensiones



En comparación con el chasis anterior, esta configuración muestra unos resultados más equilibrados reduciendo su tensión mínima pero también aumentando un poco la tensión máxima en otro sector, en las zonas de los ángulos del VTC se disipa más la tensión a comparación del análisis previo. Ver figura 93

Figura 94

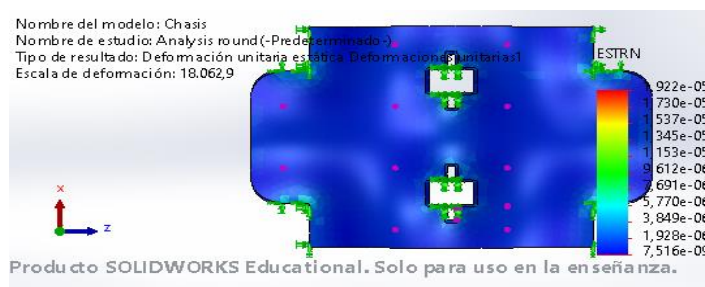
Análisis de desplazamientos



En comparación con el análisis del modelo previo, hay un desplazamiento muy similar pero menos drástico sobre todo en la zona izquierda y derecha del chasis con un cambio más tenue en la tonalidad que determina el desplazamiento. Ver figura 94

Figura 95

Análisis de deformaciones unitarias

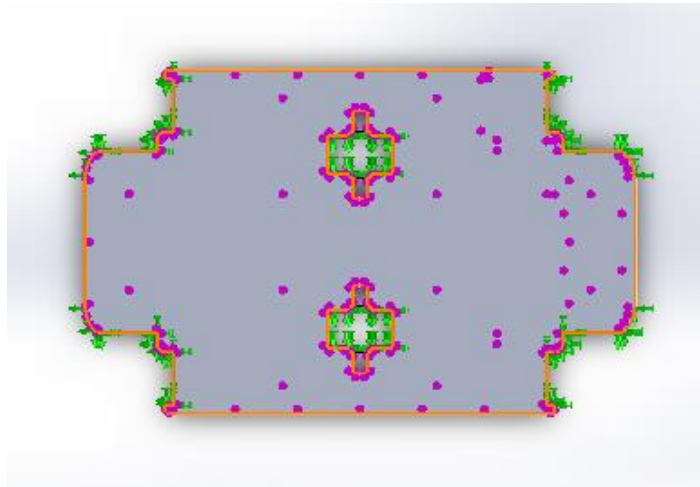


En este tipo de chasis con esquinas redondeadas se puede observar un aumento de deformaciones unitarias, pero a diferencia del anterior modelo, estas se encuentran disipadas en todo el chasis, situación que no ocurre en el anterior modelo. Ver figura 95

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 96

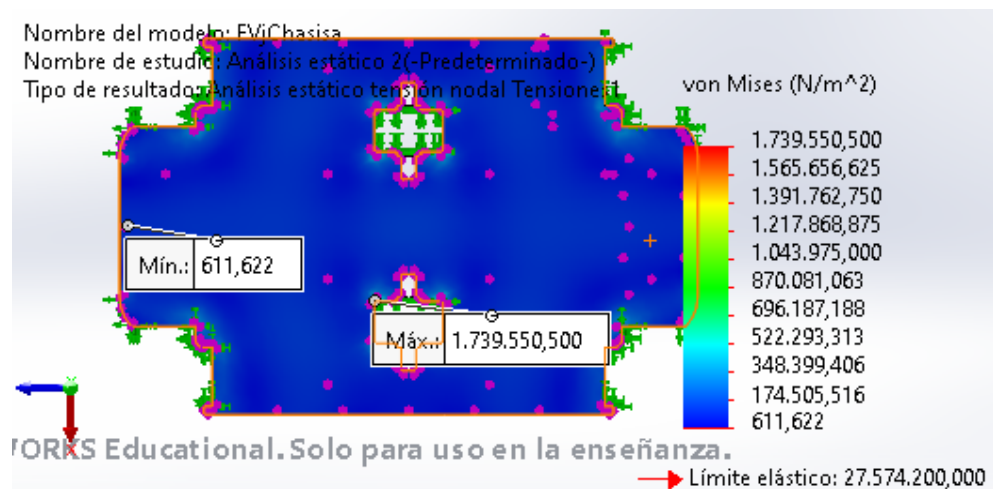
Chasis tipo 3 final



Este chasis finalmente cuenta con la combinación de bordes redondeados y tiene un ángulo de 90°. Estos ajustes corresponden a las necesidades de distintas partes del VTC. Ver figura 96

Figura 97

Análisis de tensiones



Los resultados muestran un significativo aumento de tensiones tanto máximas como mínimas, pero comparativamente con los 2 modelos anteriores, se puede observar que hay muy poca o nula variación en los sectores de los modelos presentados que estaban muy tensionados. Ver figura 97.

Ver figura 97.

Figura 98

Análisis de deformaciones

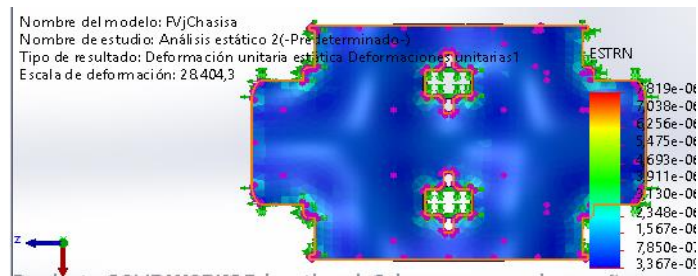


En este análisis se ve una notable diferencia con los 2 modelos anteriores, los cuales presentaban una deformación en varios sectores del chasis. En este modelo se puede observar una concentración de la deformación en 2 sectores. Ver figura 98.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 99

Análisis de deformaciones unitarias

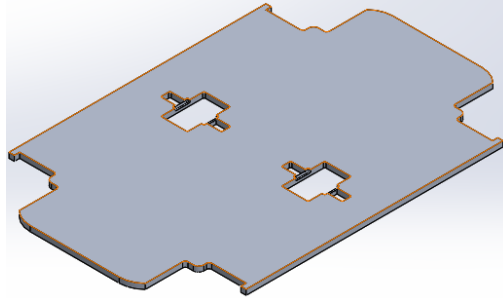


Finalmente, se obtienen unos resultados en el modelo 2, el cual tiene redondeado todos los bordes del chasis. En esta imagen se ven más deformaciones unitarias distribuidas equitativamente por todo el chasis. Ver figura 99.

La estructura interna del VTC soportará todos los elementos eléctricos y mecánicos. Esta presenta un peso de 54.58 Kg manejando un área de superficie de 0.0274,8 m². Además, se realizará en aleación de aluminio 1060 debido a que este material tiene buenos resultados con el análisis realizado anteriormente. Ver figura 100.

Figura 100

Chasis



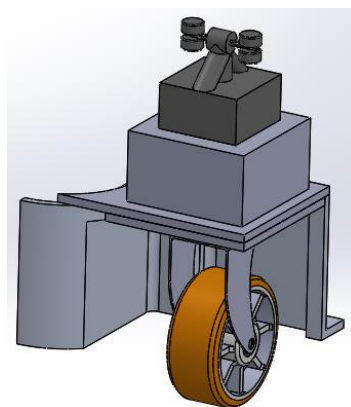
Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.5.1.2 Periféricas

El VTC cuenta con el mecanismo de ajuste, los soportes y las ruedas en su periferia, los cuales serán ajustados al chasis para ser ensamblados y así poder proporcionarle ajuste y estabilidad al vehículo. Figura 101

Figura 101

Componentes periféricos



Nota. Para consultar medidas ver anexos.

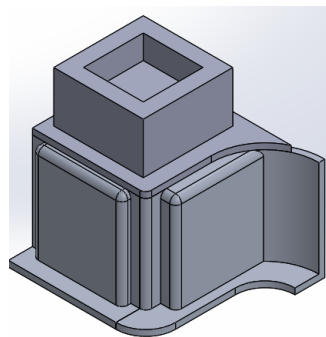
VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

6.5.1.2.1 Soportes

El soporte será el encargado de sostener los deslizadores (guías) y ruedas. Este tiene un peso de 4.13 kilogramos y su área de superficie es de 0.3699 m². El material de su estructura se compone de las paredes que sostienen una base y también unen al chasis, de tal modo que se puedan conectar las ruedas y encajar las guías de ajuste del VTC al carro de racks. Ver figura 102.

Figura 102

Soportes



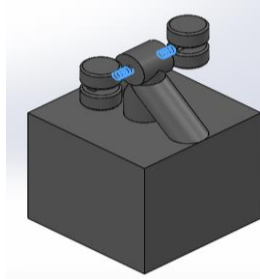
Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.5.1.2.2 Guías

Las guías son las encargadas de proporcionar el ajuste en el momento de encajar el carro de racks con el VTC. Estas presentan una configuración de ruedas y resortes, su material será en aleación de aluminio y tiene un peso de 1.297 Kg, su área de superficie es de 0.10283m². Ver figura 103.

Figura 103

Nota. Para consultar medidas ver anexos.



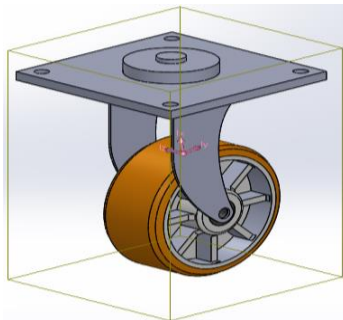
Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.5.1.2.3 Ruedas giratorias de carga

Las Ruedas son las encargadas del soporte del VTC y de su desplazamiento. Estas tienen un peso de 4 kilogramos cada una. Su función es mantener el equilibrio para poder moverse libremente según sea la elección de sus ruedas motrices. Ver figura 104

Figura 104

Ruedas



Nota. Medidas tomadas de suministrointec.com Ruedas de carga pesada y para maquinas.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

6.5.1.3 Mecanismos

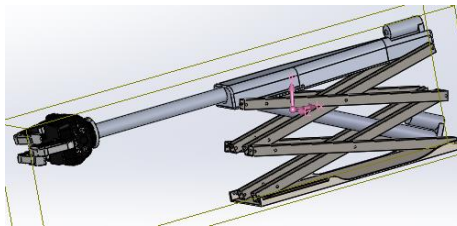
Los mecanismos son destinados para transmitir, transformar fuerzas y generar movimientos a un elemento, su función es la de permitir ajustar el VTC al carro de racks.

6.5.1.3.1 Mecanismo central

Es el mecanismo encargado de la sujeción al carro de racks y del soporte del gripper, cuenta con un actuador en su base. Este mecanismo tiene un peso de 18.69 kilogramos. Ver figura 105

Figura 105

Mecanismo tipo tijera



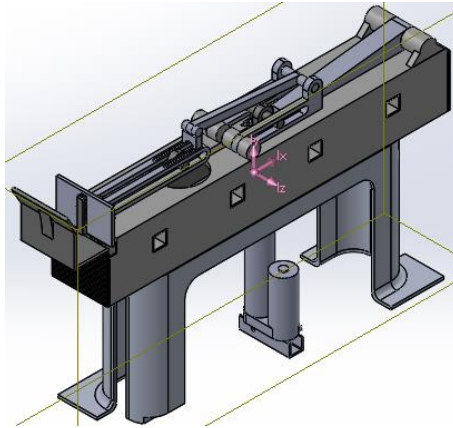
Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.5.1.3.2 Mecanismos acople

Es el mecanismo encargado del acoplamiento a las bandejas del carro de racks para su posterior guiado y entrega al horno. Su estructura tiene un peso de 10.66 Kg. Ver figura 106.

Figura 106

Estructura del mecanismo de acople



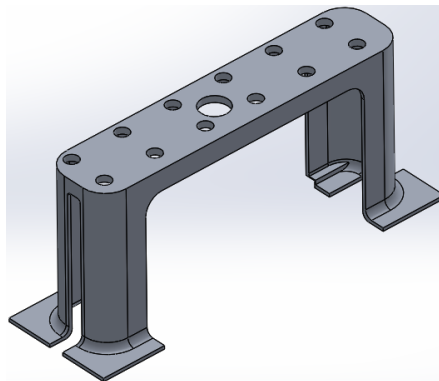
Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.5.1.3.3 Banca trasera

La banca es la encargada del soporte del mecanismo de acoplamiento lateral. Esta tiene un peso de 4.18 Kg. ver figura 107.

Figura 107

Soporte de los mecanismos de acople



Nota. Para consultar medidas ver anexos.

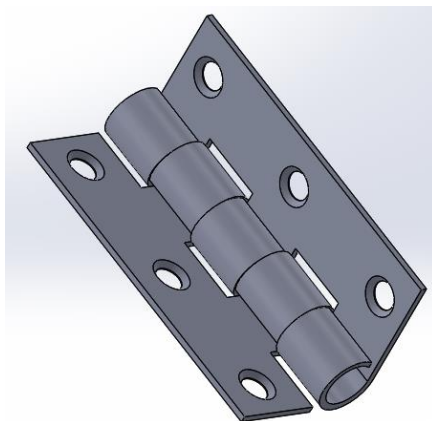
VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

6.5.1.4 Bisagra

Es el mecanismo encargado de ajustar las tapas de encima del carro VTC y permite la movilidad para poder subir y bajar. Tiene un peso de 0,038 kg y un área de superficie de 0.009m². ver figura 108.

Figura 108

Mecanismo tipo bisagras



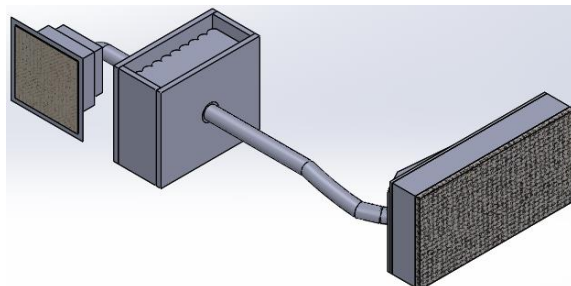
Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.5.1.5 Sistema de ventilación

Es el sistema encargado de la refrigeración interna del VTC. Tiene un peso de 4.77 kg y su área de periferia es de 0.0019m². Ver figura 109

Figura 109

Sistema de ventilación



Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.5.1.5.1 Campanas de filtro

La Campana ha sido diseñada para introducir el aire que sirve para enfriar las baterías.

Tiene un peso de 1.92 Kg y un área de superficie de 0,0683 m². Ver figura 110

Figura 110

Campanas para el filtro y circulación del aire



Nota. Para consultar medidas ver anexos.

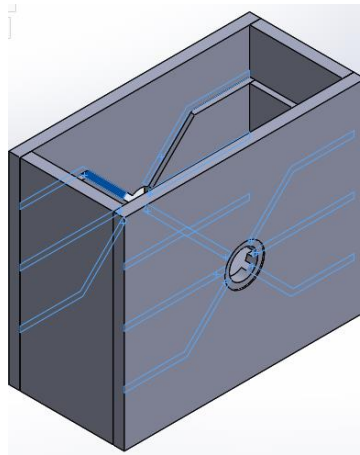
VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

6.5.1.5.2 *Cúpula de baterías*

Esta cúpula ha sido diseñada para transportar el aire que entra por las paredes de la batería. Tiene un peso de 0.732 Kg y un área de superficie de 0.0183m². Ver figura 111

Figura 111

Cajón de baterías



Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.5.2 *Componentes Eléctricos*

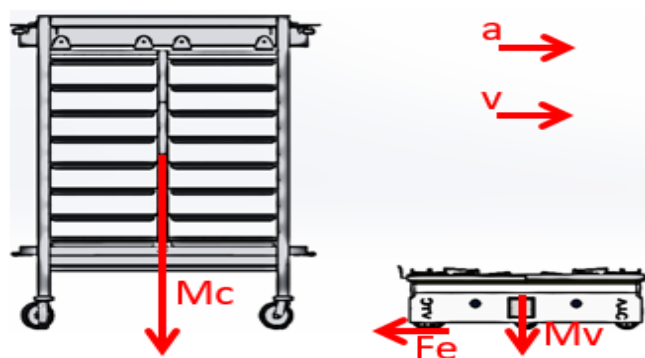
En el diseño de un VTC es fundamental conocer a fondo los aspectos eléctricos junto con sus cálculos respectivos, para obtener una mejor eficiencia. En este tipo de sistemas los motores son la piedra angular de todo el movimiento y funcionamiento, es por esto que son calculados en un principio de acuerdo con las necesidades del cliente y del proceso. Una vez obtenidos los resultados del paso anterior, se procede a plantear una batería teórica, la que será encargada de

generar la electricidad necesaria para el VTC. A continuación, se muestran los cálculos de los sistemas eléctricos que cumplirán un papel importante en el proceso que desarrollará el VTC.

6.5.2.1 Cálculos

Figura 112

Diagrama de cuerpo libre



Como se puede ver en la figura 112 se realiza el diagrama de cuerpo libre para poder identificar las fuerzas que hay, partiendo de este diagrama se planteó la siguiente ecuación.

$$\sum F_x = M * a_x$$

$$Fe = (Mc + Mv) * a_x$$

Donde:

$$\sum F_x : \text{Sumatoria de fuerzas en el eje x}$$

$M = \text{Masa}$

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

a_x = Aceleración en el eje x

M = Masa

F_e = Fuerza de empuje

M_v = Masa VTC

Remplazando los valores obtenidos en el diagrama de cuerpo libre, los cuales resultan en la fuerza de empuje que debe tener para poder generar el movimiento del VTC con el carro de Racks

$$F_e = (1700 \text{ kg} + 250 \text{ kg}) * 1 \frac{m}{s^2}$$

$$F_e = 1950 \text{ N}$$

Los coeficientes estático y cinético dependen de las condiciones de preparación y de la naturaleza de las dos superficies y son casi independientes del área de la superficie de contacto.

Tabla 14

Coefficiente de fricción

Superficies en contacto	μ_s	μ_k
Cobre sobre acero	0,53	0,36
Acero sobre acero	0,74	0,57
Aluminio sobre acero	0,61	0,47
Caucho sobre concreto	1	0,8
Madera sobre madera	0,25-0,5	0,2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0,14	0,1
Teflón sobre teflón	0,04	0,04

Articulaciones sinoviales en humanos	0,01	0,003
---	------	-------

Nota. Fuente: (Serway & Vuille, 2012, p107)

Como se puede observar en la tabla, se seleccionó el coeficiente de rozamiento estático para el caucho sobre concreto, la fuerza de empuje necesaria será de 1. Ver tabla 14

Tabla 15

Factor de servicio

Factores de servicio				
Tipo de motor que acciona el reductor	Horas/Día	Tipo de carga		
		Uniforme	Media	Con choques
Motor eléctrico entrada constante	2	0,9	1,1	1,5
	10	1,0	1,25	2,75
	24	1,25	1,5	2,0
Medianamente impulsiva	2	1,0	1,35	1,75
	10	1,25	1,5	2,0
	24	1,5	1,75	2,5

Nota. Fuente: (CLR, 2017)

Según la revista Electroindustria en la tabla “Factores de servicio” el motor eléctrico maneja una entrada constante, el VTC tiene una eficiencia de más de 6 horas y el tipo de carga es uniforme, pues se tomó un Factor de seguridad de 1.0. Ver tabla 15

$$F_s = 1950 N * 1.$$

$$F_s = 1950 N$$

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

La potencia mecánica necesaria del motor se define a partir de la siguiente ecuación:

$$P = W/t$$

$$P = Fe * d/t$$

Donde:

P = Potencia

W = Trabajo

t = tiempo

d = desplazamiento

El desplazamiento se hallara a partir de:

$$d = v_0 * t + \frac{1}{2} * a_x * t^2$$

El tiempo se halló a través de la siguiente ecuación:

$$t = \frac{v_f - v_0}{a_x}$$

$$t = \frac{1 - 0}{1m/s^2}$$

$$t = 1s$$

Aquí el tiempo será igual a la velocidad inicial menos la velocidad final dividido en la aceleración, la cual será de $1 \frac{m}{s^2}$, y como resultado el tiempo será de 1s, al reemplazar los valores obtenidos se determinó la potencia del motor.

$$d = 0 \frac{m}{s^2} * 1 s + \frac{1}{2} * \frac{1m}{s^2} * 1 s^2$$

$$d = 0.5 m$$

$$P = 1950 * 0.5 \frac{m}{1} s$$

$$P = 975 w$$

Potencia requerida para ello se tendrá en cuenta una eficiencia del 80%

$$Pr = \frac{P}{\eta}$$

$$Pr = \frac{975}{0.8}$$

$$Pr = 1218.75w$$

Torque

$$T = Fe * r$$

$$T=1950w*0.0762m$$

$$T=148.59 N.m$$

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Los cálculos presentados se analizaron para definir un cálculo estático. A continuación, se analizaron para establecer un cálculo dinámico.

Nuevamente se determinaron los coeficientes estático y cinético dependen de las condiciones de preparación y de la naturaleza de las dos superficies y son casi independientes del área de la superficie de contacto.

Tabla 16

Coeficiente de fricción

Superficies en contacto	μ_s	μ_k
Cobre sobre acero	0,53	0,36
Acero sobre acero	0,74	0,57
Aluminio sobre acero	0,61	0,47
Caucho sobre concreto	1	0,8
Madera sobre madera	0,25-0,5	0,2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0,14	0,1
Teflón sobre teflón	0,04	0,04
Articulaciones sinoviales en humanos	0,01	0,003

Nota. Fuente: (Serway & Vuille, 2012, p107)

Conociendo el coeficiente de rozamiento dinámico para el caucho sobre concreto, se procede a realizar el estudio dinámico porque no siempre el carro se transporta con toda la carga y el carro permanece casi todo su recorrido en movimiento, por esto se aplicará el coeficiente dinámico a la fuerza de empuje necesaria que será de 0,8. Ver tabla 16

$$F_e = 1950 N * 0,8$$

$$F_e = 1560 N$$

Aplicando el factor de seguridad, podemos observar un sobredimensionamiento. Este se justificó para prevenir algún tipo de desgaste o corrosión, posibles desviaciones o errores tolerancia de los materiales o fabricación de montaje, entre otros factores.

$$\sum F_x = M * a_x * u_k$$

Fuerza de empuje.

$$F_e = (M_r + M_{agv}) * a_x * u_k$$

Solución:

$$F_e = (1700 \text{ kg} + 250 \text{ kg}) * 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.8$$

$$F_s = 1560 \text{ N} * 1.$$

$$F_s = 1560 \text{ N}$$

La potencia mecánica necesaria del motor se define a partir de la siguiente ecuación:

$$P = W/t$$

$$P = F_e * d/t$$

Donde:

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

P = Potencia

W = Trabajo

t = tiempo

d = desplazamiento

El Desplazamiento se halla a partir de:

$$d = v_0 * t + \frac{1}{2} * a_x * t^2$$

El Tiempo se halló a través de la siguiente ecuación:

$$t = \frac{v_f - v_0}{a_x}$$

$$t = \frac{1 - 0}{1m/s^2}$$

$$t = 1s$$

Aquí el tiempo será igual a la velocidad inicial menos la velocidad final dividido en la aceleración, la cual será de 1 m/s^2 , y como resultado el tiempo será de $1s$, al reemplazar los valores obtenidos se determinó la potencia del motor.

$$d = 0 \text{ m/s}^2 * 1 \text{ s} + \frac{1}{2} * 1 \text{ m/s}^2 * 1 \text{ s}^2$$

$$d = 0.5 \text{ m}$$

$$P = 1560 * 0.5 \text{ m/1 s}$$

$$P = 780 \text{ w}$$

Potencia requerida para ello se tendrá en cuenta una eficiencia del 80%

$$Pr = \frac{P}{\eta}$$

$$Pr = \frac{780}{0.8}$$

$$Pr = 975 \text{ w}$$

Torque

$$T = F_e * r$$

$$T = 1560 \text{ w} * 0.0762 \text{ m}$$

$$T = 118.872 \text{ N.M}$$

Capacidad de carga en cada rueda individual:

$$Q = \frac{Pu + Pc}{n}$$

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

$$Q = \frac{1700 \text{ kg} + 100 \text{ Kg}}{4}$$

$$Q = 450 \text{ Kg}$$

Baterías

Para estimar el número de baterías necesarias que se necesitan para alimentar los motores se calcularon con las siguientes ecuaciones.

Energía necesaria para el desplazamiento

$$E = P * t$$

$$E = 975 * (9 * 3600s)$$

$$E = 31.59Mj$$

Energía que presentan la batería

$$E = P * t$$

$$E = V * I * t$$

$$E = 36V * 100A * 3600s$$

$$E = 12.96Mj$$

Dividiendo la energía que es necesaria para el desplazamiento con la energía que presenta la batería seleccionada se obtiene el número total de baterías necesarias para que el carro presente una eficiencia de 8 horas.

$$\text{Número de baterías} = 31.59Mj/12.96Mj$$

$$\text{Número de baterías} = 2.44$$

manejando el factor de seguridad de 60%

$$\text{Número de baterías} = 2.44 * 1.6$$

$$\text{Número de baterías} = 3.9$$

$$\text{Número de baterías} = 4$$

Con esto se concluye que para que el VTC tenga una eficiencia de 9 horas se requieren 4 baterías

6.5.2.2 Componentes

A Continuación, se mostrarán elementos activos que facilitarán el funcionamiento del VTC, dichos elementos tienen distintas características y tamaños, pues se tuvieron en cuenta las necesidades del cliente y las limitaciones encontradas en el transcurso del diseño mecánico. Es

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

importante anotar que algunos elementos cumplen funciones de seguridad (Sensores y Bocinas), movilidad (Motores) y control (Batería, PLC y HMI).

6.5.2.2.1 Sensor de ultrasonido

Este dispositivo sirve para la detección de obstáculos (2 frontales, 2 traseros, 4 laterales), tiene un alcance de 8 metros. Presenta un peso de 1.84 kilogramos, un voltaje de 9 hasta de 30 voltios y un amperaje de 0.02 Amperios. Ver figura 113.

Figura 113

Sensor de ultrasonido



Nota. Fuente: World Industrial Quiemation (Wia). (03 de mayo de 2022). Sensor UM18-217161101 Sick – 6048408,

6.5.2.2.2 Controlador

Es un dispositivo que controla y procesa las acciones del VTC, así como también sus señales a través de sensores, este dispositivo será encargado de desarrollar y ejecutar las operaciones que son enviadas a través del control remoto y que tienen como objetivo controlar el VTC para que pueda ser implementado en el proceso de zeodratacion, este controlador cuenta

con un peso de 0.435 kilogramos, un voltaje de 24 voltios y un amperaje de 12 Amperios Ver figura 114

Figura 114

Controlador



Nota. Fuente: World Industrial Quiemation (Wia). (03 de mayo de 2022). 6AG1214-1BG40-5XB0 Siemens. Wia.

6.5.2.2.3 Tira leds

Son las Luces de señalización para el vehículo en caso de giro, parada, o puesta en marcha. Tiene un peso de 0.2 kilogramos, un voltaje de 12 voltios y un amperaje de 6 Amperios.

Ver figura 115

Figura 115

Tira leds



VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Nota. Fuente: adafruit (03 de mayo de 2021). Flexible LED Strip - 352 LEDs per meter - 1m long - Red.
adafruit

6.5.2.2.4 Bocina

Este dispositivo maneja las señales de alarma, (evitar accidentes, bloqueos, niveles de batería entre otros). Tiene un peso de 0.027 kilogramos, un voltaje de 5 voltios y un amperaje de 0.6 Amperios. Ver figura 116

Figura 116

Bocina



Nota. Fuente: adafruit (03 de mayo de 2021) Speaker - 40mm Diameter - 4 Ohm 3 Watt. adafruit

6.5.2.2.5 Motores eléctricos

Para identificar qué motores son adecuados para el movimiento de VTC es necesario hacer uso de la segunda Ley de Newton ya que esta permite conocer qué fuerza es la que se debe vencer para poder generar el movimiento. (Desplazamiento y detención del vehículo)

Tiene un peso de 2.8 kilogramos, un voltaje de 24 voltios y un amperaje de 2-100 Amperios. Ver figura 117

Figura 117

Motores eléctricos



Nota. Fuente: AliExpress (03 de mayo de 2022) Motor de cubo de radios para bicicleta eléctrica QS205, 50H, V3, potencia máxima de 6000W. AliExpress.

6.5.2.2.6 Bateria

Es la fuente de alimentación del VTC. Tiene un peso de 30 kilogramos, un voltaje de 12 voltios y un amperaje de 180 Amperios. Ver figura 118

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 118

Fuente de alimentación



Nota. Fuente: Amazon (03 de mayo de 2022) Batería Varta Promotive Silver M18 12V 180Ah. AliExpress.

6.5.2.2.7 HMI KTP400

Es la Interfaz de usuario interactiva para la visualización de datos y variables provenientes del VTC. Tiene un peso de 0.360 kilogramos, un voltaje de 24 voltios y un amperaje de 0.125 Amperios. Ver figura 119

Figura 119

HMI KTP400



Nota. Fuente: World Industrial Quiemation (Wia). (03 de mayo de 2022). 6AV2123-2DB03-0AX0 Siemens. Wia.

6.5.2.2.8 Actuadores

Los actuadores son el equipo que sirve para empujar, levantar y traer los diferentes mecanismos del VTC. Tiene un peso de 1.031 kilogramos, un voltaje de 12 voltios y un amperaje de 2- 4 Amperios. Ver figura 120.

Figura 120

Actuador



Nota. Fuente: Amazon (03 de mayo de 2022) Rastreador solar de Eco-Worthy, muy resistente, carga de hasta 330 lb, accionamiento lineal, multifunción, uso automático electrónico, 12", 12v, 1. AliExpress.

6.5.2.2.9 Ventiladores

Los ventiladores son usados para la refrigeración y extracción de calor en la batería.

Tiene un peso de 0.84 kilogramos, un voltaje de 24 voltios y un amperaje de 0.2 Amperios. Ver figura 121

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 121

Ventiladores



Nota. Fuente: Amazon (03 de mayo de 2022) Rastreador solar de Eco-Worthy, muy resistente, carga de hasta 330 lb, accionamiento lineal, multifunción, uso automático electrónico, 12", 12v, 1. AliExpress. Recuperado el día 02 mes 05 año de 2022.

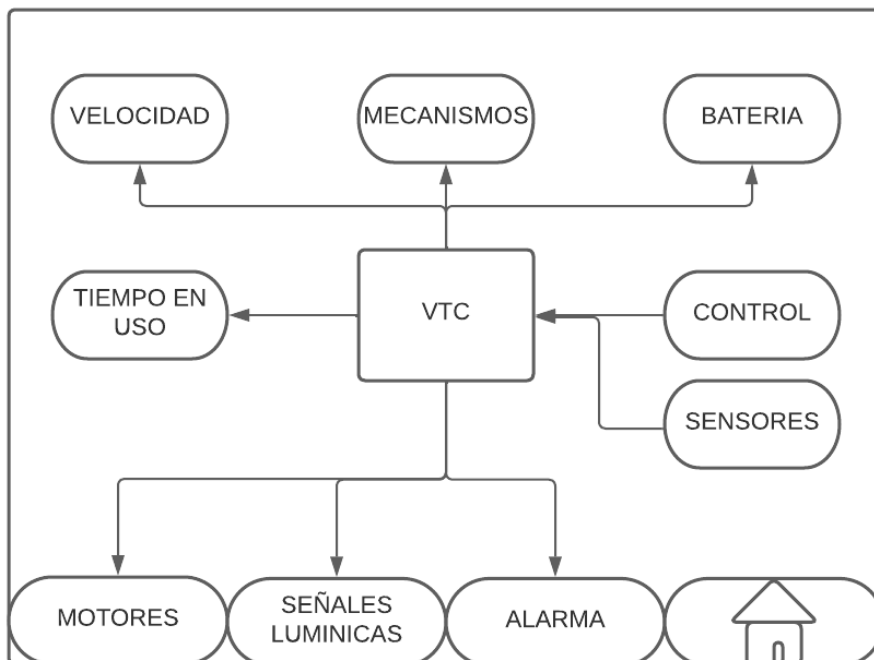
6.5.3 *Sistema de control*

El sistema de control del VTC se pretende realizar de una manera remota a través de un sistema SCADA. Este control será apoyado de una pantalla táctil la cual contendrá los ítems que se presentan en el diagrama (ver figura 122)

El enfoque principal de la pantalla de inicio será el VTC con una imagen central del mismo en 3D. En esta pantalla principal se van a poder visualizar variables importantes, tales como velocidad, duración de la batería y tiempo en uso del VTC, de allí se desprenden 4 pantallas secundarias.

Figura 122

Pantalla



Motores: Allí se podrán ver gráficas de los motores junto con cada motor independiente y su velocidad actual.

Sensores: En este apartado se mostrarán los sensores en sus respectivas posiciones junto con las gráficas de cada uno, aquí se podrá modificar la distancia de censado y otras acciones necesarias para la seguridad del VTC.

Luces: Se mostrarán las tiras en su posición individual dentro del VTC allí se podrán modificar al gusto del usuario.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Alarma: Este apartado contendrá todas las variables de seguridad, así como el control de las dos bocinas ubicadas dentro del VTC, mediante las cuales se podrá modificar el volumen.

Actuadores: Dentro de la pantalla secundaria se podrá visualizar cada actuador y mecanismo individualmente, también se podrá hacer el control de los estos.

6.6 Fase 5. Integración de las fases

En esta fase se presentó el diseño final en 3D, que permitió observar la incorporación de cada componente y precisar los demás accesorios, tales como: tapas laterales, tapas del frente, la tapa que recubre el carro, las canaletas, señales de alarma. Realizado este diseño se elaboró una guía del VTC.

A continuación, se mostrará el VTC en donde se observará el trabajo ponderado de todas las fases anteriores y su correspondiente resultado final.

6.6.1 Componentes de Detalle

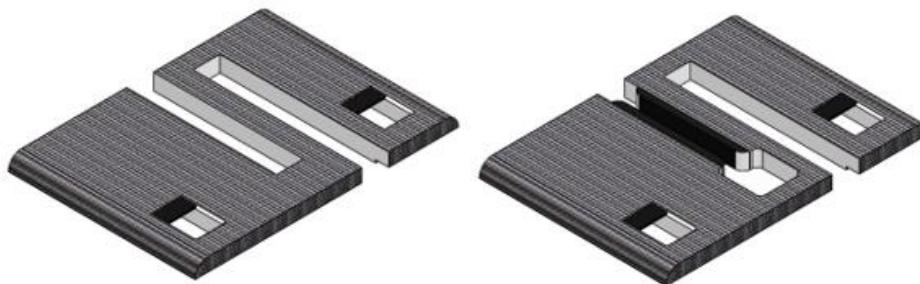
Para culminar el diseño del VTC se describirá las piezas faltantes con su respectiva masa y material.

6.6.1.1 Tapas de superficie

Estos son las que recubren el carro. Su peso es de 32.730 Kg y su área de superficie es de 1.67m². Ver figura 123

Figura 123

Tapas superficie VTC



Nota. Para consultar medidas ver anexos.

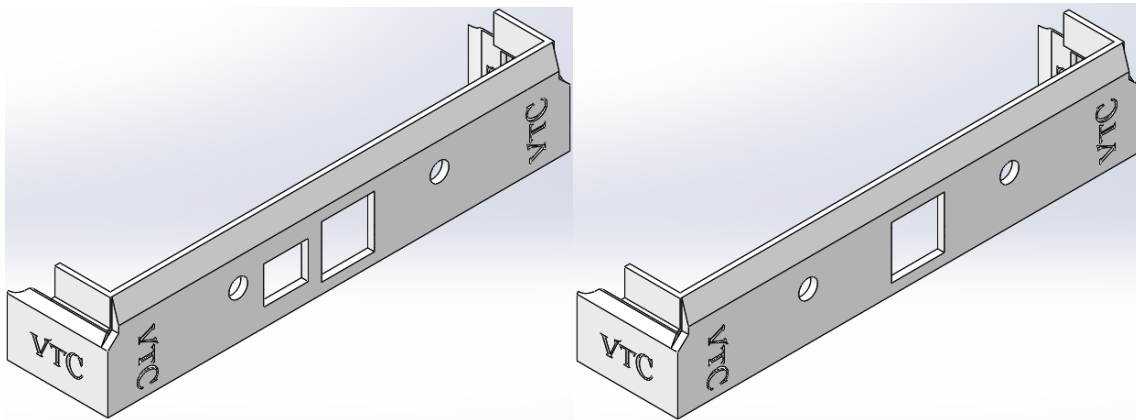
6.6.1.2 Tapas laterales

Estas cubren el carro en su parte lateral. El Peso de cada tapa es de 9.2 Kg y el área de su superficie es de 1.14m². Ver figura 124.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 124

Tapas laterales



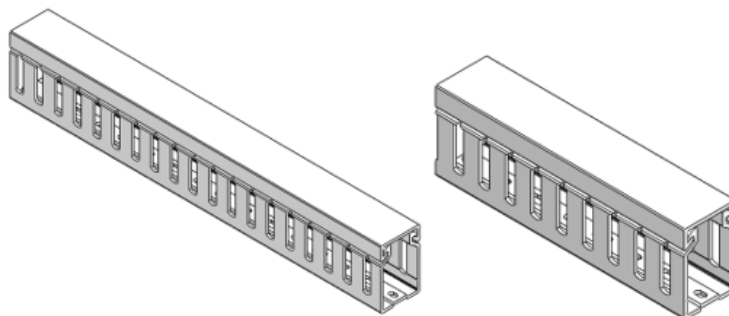
Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.6.2 Canaletas

Las canaletas cumplen el papel de mantener el orden de los cables para un correcto uso del espacio y las conexiones de los componentes eléctricos. Para este diseño se utilizaron 2 tipos de canaletas. Su peso es de 0.186kg y su área de superficie es de 0.166m². Ver figura 125.

Figura 125

Tapas laterales

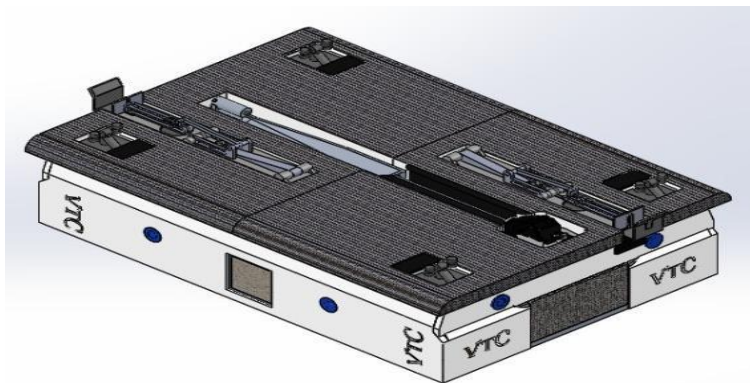


Nota. Para consultar medidas ver anexos.

6.6.3 Diseño Final

Figura 126

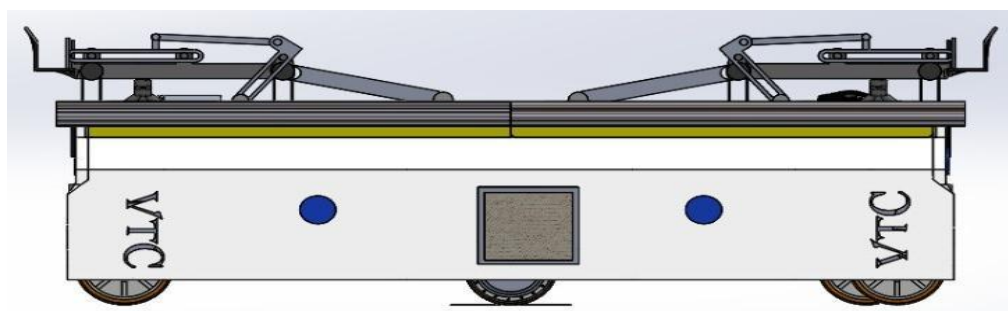
VTC Vista isométrica.



En la figura 126 se pueden observar los sensores de distancia, también el sistema de ventilación, mecanismos y guías. Las tapas superiores, delanteras, traseras y laterales son hechas de un material *empac* el cual facilitó ajustes finales relacionados con la ubicación de sensores.

Figura 127

VTC vista lateral

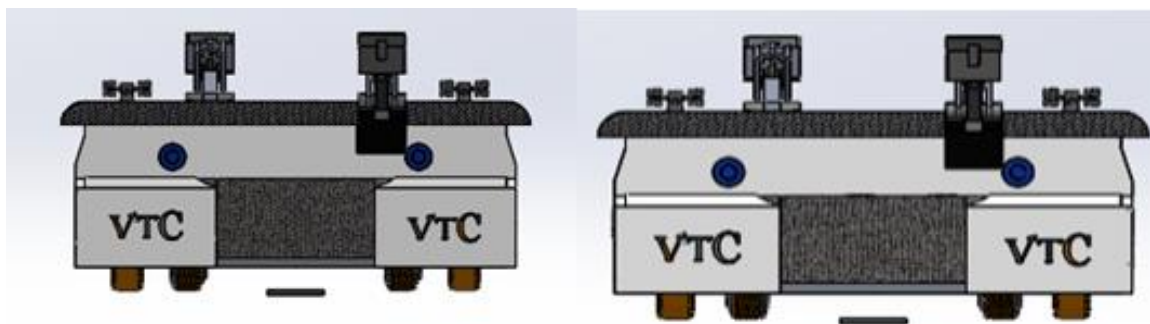


VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

En la figura 127 se puede observar la tapa lateral junto con sus elementos, los cuales están compuestos de 2 sensores de ultrasonido y un extractor del sistema de ventilación. La imagen previa muestra la tapa lateral derecha, la cual tiene elementos, tales como: la HMI, 2 sensores de ultrasonido y un extractor del sistema de ventilación

Figura 128

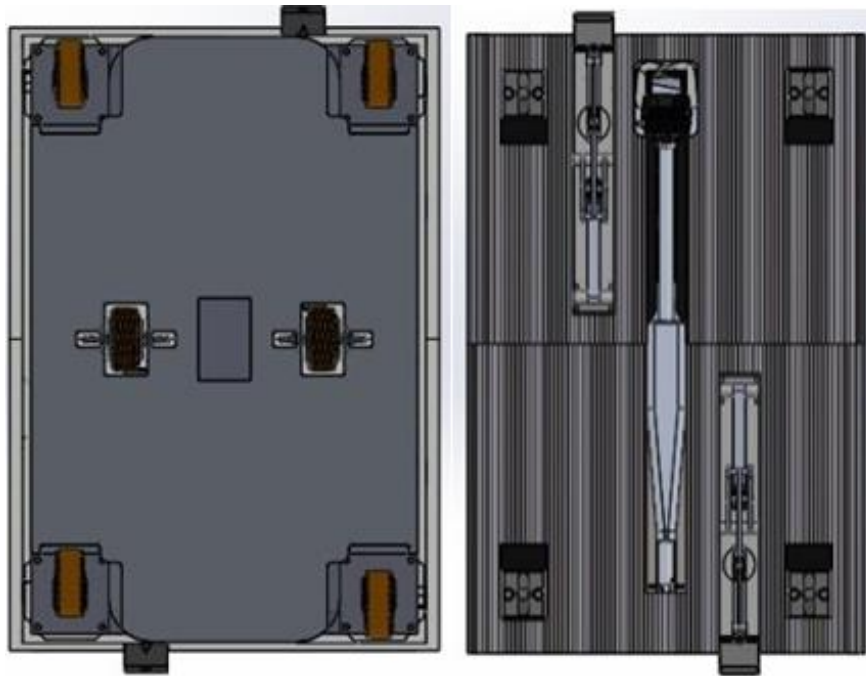
Vista Trasera y delantera del VTC



En la figura 128 podemos observar la parte frontal y trasera del VTC las cuales cuentan con la misma simetría y los mismos elementos: 2 sensores de ultrasonido y un mecanismo de sujeción expuesto.

Figura 129

Vista superior e inferior del VTC



En la figura 129 se puede observar una vista superior e inferior del VTC en la que se pueden apreciar el chasis tanto como los mecanismos que se emplearan en su proceso.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 130

Componentes VTC

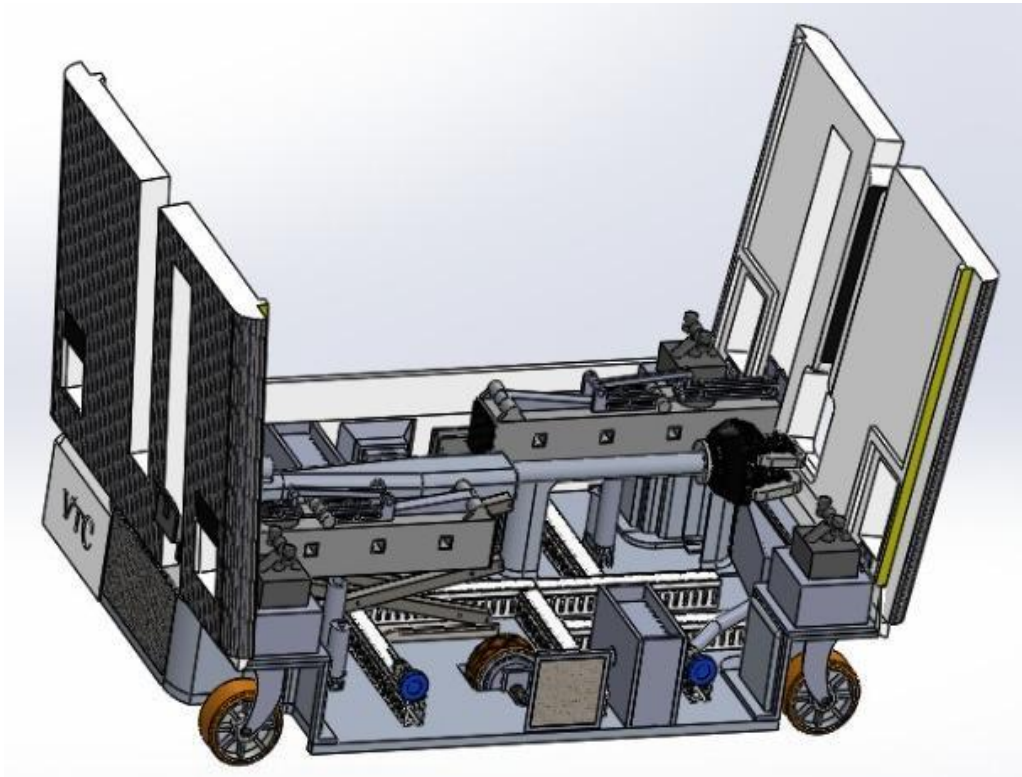
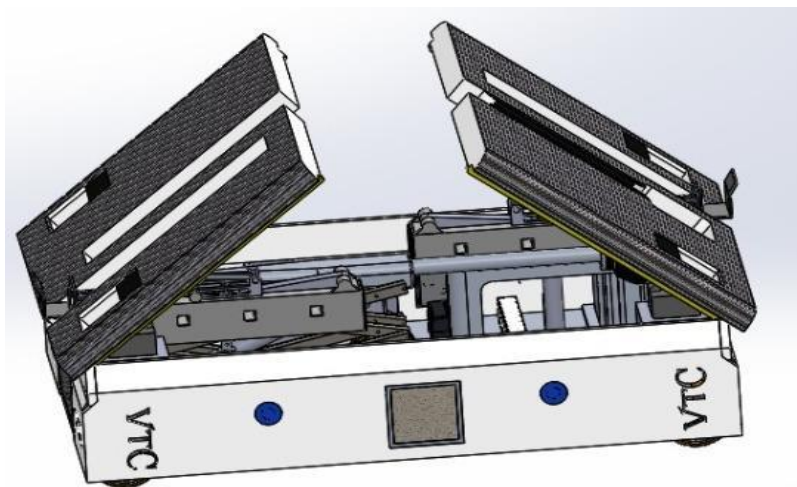


Figura 131

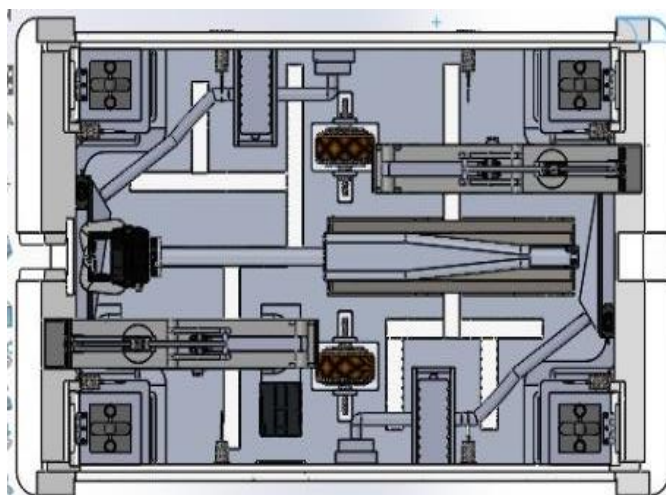
VTC tapas



Las figuras 130 y 131 muestran una vista isométrica del VTC en las cuales se puede observar la parte interna. En la segunda figura se puede observar la tapa que cubrirá dichos mecanismos y que también cuenta con 2 sensores de ultrasonido y un extractor del sistema de ventilación

Figura 132

Visita superior sin tapas



La figura 132 muestra la parte interna del VTC en donde se pueden ver todos los elementos tanto mecánicos como electrónicos contenidos, también se logra observar el sistema de ventilación, el cual cuenta con dos secciones: la superior y la inferior. Este sistema sirve para ventilar el conjunto de baterías.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 133

Mecanismo central



En la figura 133 se puede observar el mecanismo central extendido junto con el gripper en una posición de reposo, estos dispositivos se encargarán del desplazamiento del carro de racks hacia el horno de zeodratación.

Figura 134

Ajuste de bandejas al VTC

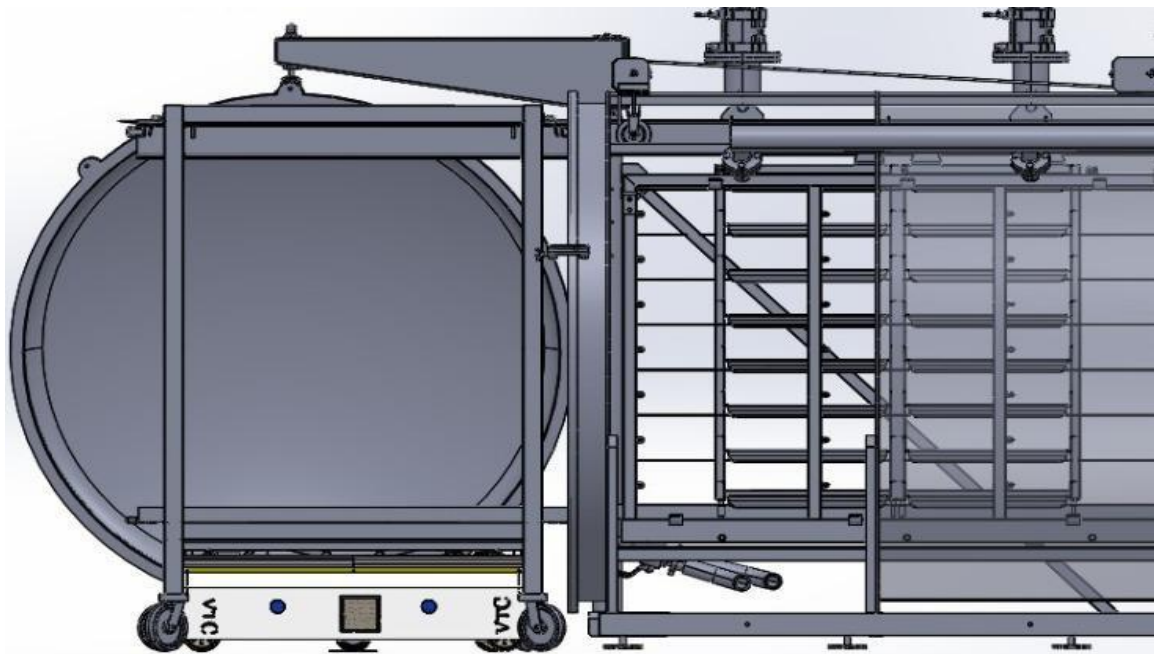


La figura 134 muestra el mecanismo del gripper cuando está extendido y en posición de trabajo, este gripper cuenta con un mecanismo tipo tijera cuyo funcionamiento está direccionado por un actuador eléctrico el cual contrae y expande el gripper dependiendo de los requerimientos del proceso.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 135

VTC, Carro de racks y bandejas dentro del horno zeodrotador



En la figura 135 se puede apreciar una imagen lateral del VTC junto con el carro de racks donde este se encuentra en posición para mover el carro de racks y así permitir que el horno haga su proceso de zeodratacion

Figura 136

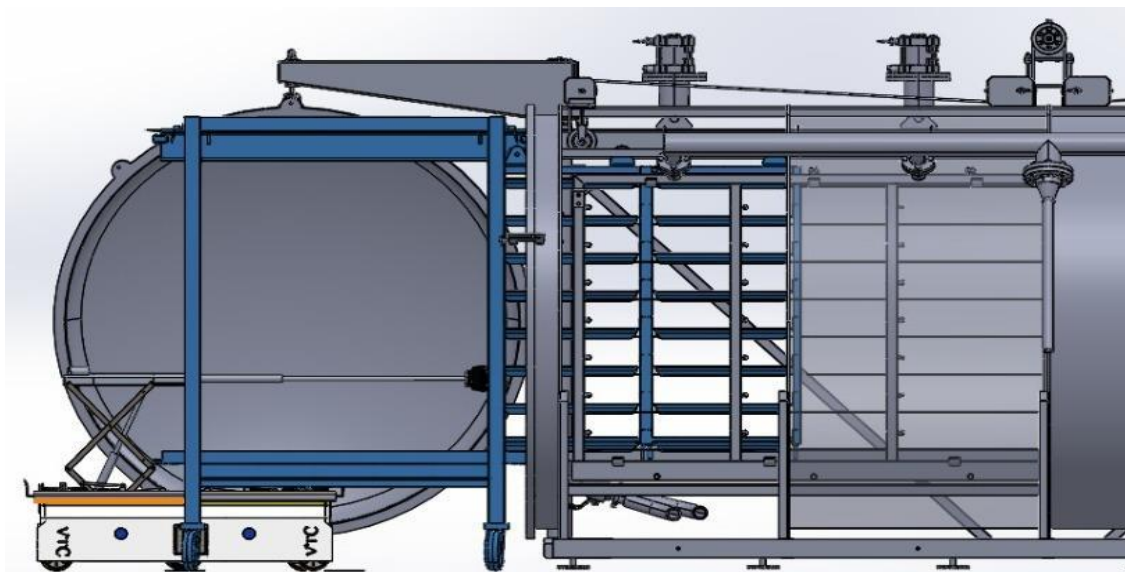
Encaje de los soportes



En la figura 136 se puede apreciar uno de los dos mecanismos de agarre al carro de racks, dichos mecanismos de agarre son los encargados de asegurar el carro de racks al VTC así facilitando el movimiento de las bandejas ya sea al horno o a su posición de reposo.

Figura 137

Entrega de bandejas al horno

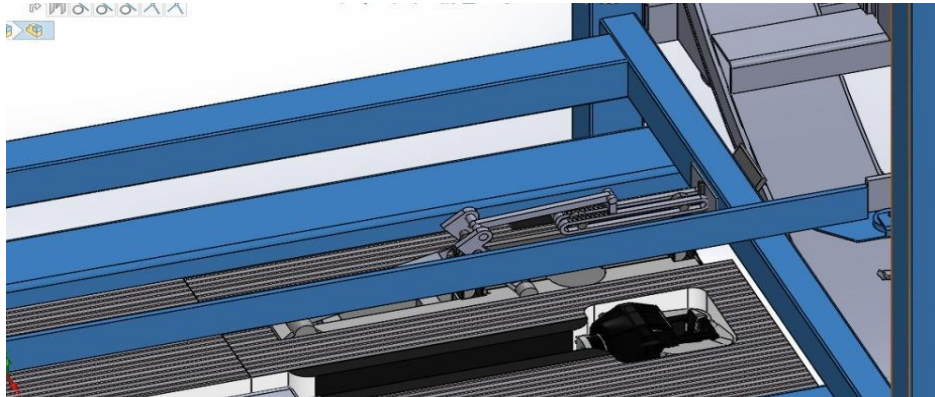


En la figura 137 se puede observar el desplazamiento de las bandejas hacia el horno de zeodratación gracias al mecanismo central junto con el griper, dicho mecanismo logra desplazar las bandejas para que estas sean recibidas por el horno, este mecanismo también es encargado de sustraer las bandejas una vez el proceso de zeodratación se halla completado, para así llevarlas a su posición de reposo.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 138

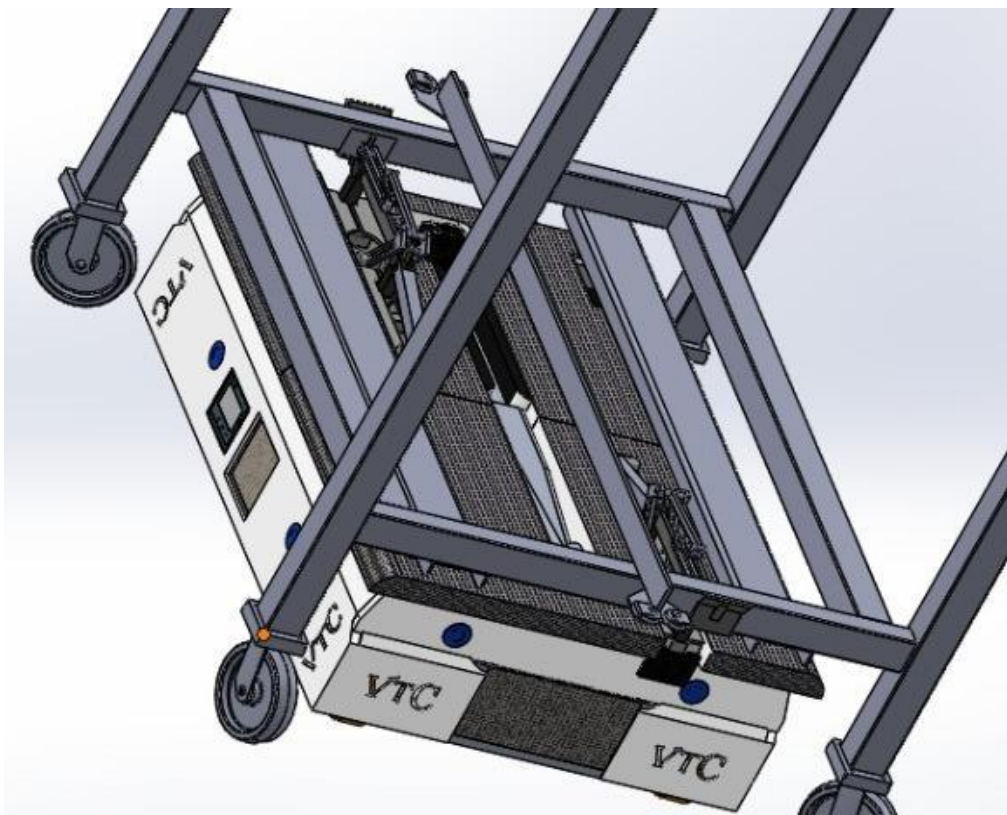
Vista de los soportes de encaje sin las bandejas



En la figura 138 se puede apreciar uno de los mecanismos de agarre en una vista isometrica, donde se puede apreciar donde se sujeta dicho mecanismo.

Figura 139

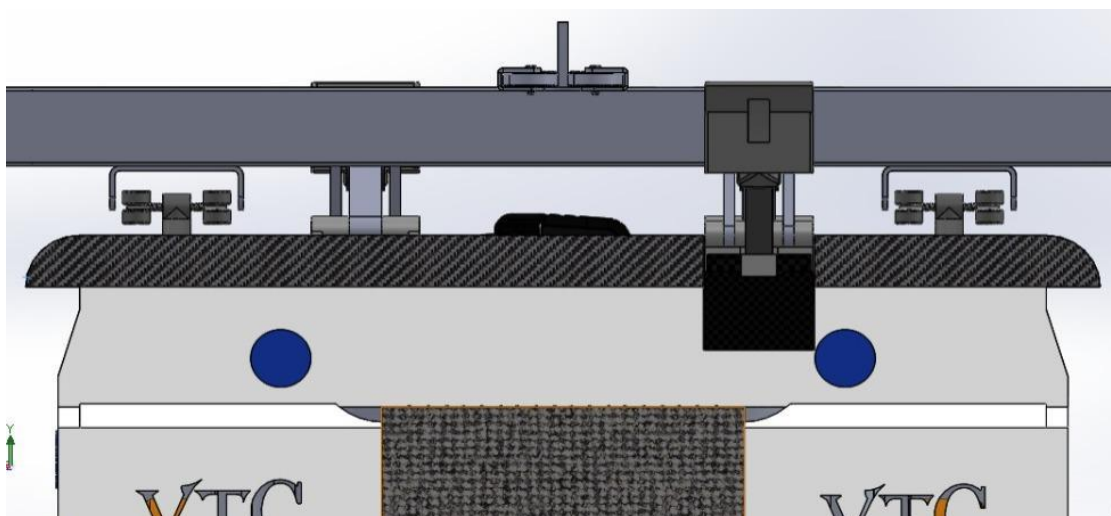
Carro VTC acoplado con el carro de racks sin bandejas



En la figura 139 se observa el VTC en posición de desplazamiento del carro de racks vacío, el cual está asegurado de los mecanismos de agarre, dichos mecanismos permanecen en estado activo hasta que el carro de racks esté en su posición de reposo

Figura 140

Vista frontal del VTC

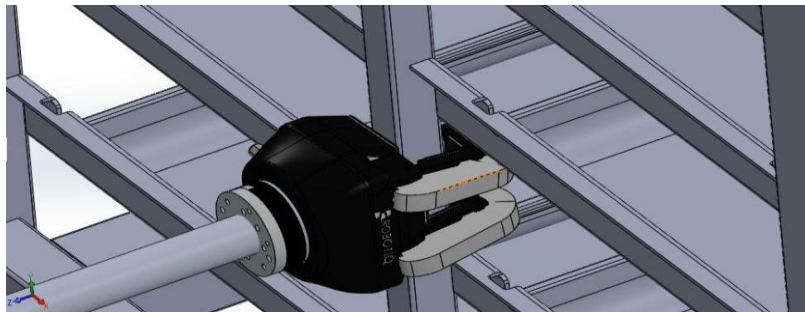


La figura 140 muestra una vista frontal del VTC junto con el carro de racks, el cual está sujetado por los dos mecanismos del VTC. Dichos mecanismos cumplen la función de asegurar el carro de racks de manera que este pueda ser guiado y teleoperado junto con el VTC

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 141

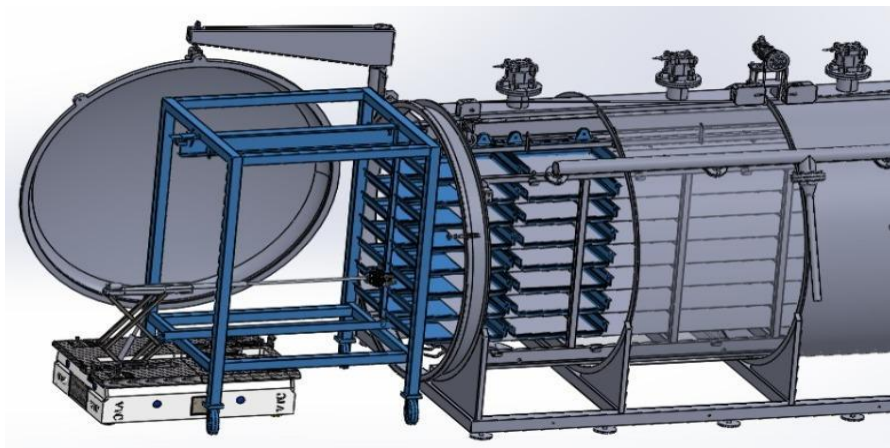
Enganche del gripper 3 dedos con la barra vertical del as bandejas



En la figura 141 se puede observar el funcionamiento del gripper una vez está unido a la bandeja de racks, su propósito es ejercer una fuerza longitudinal, la cual entregará dichas bandejas al horno para el posterior proceso de zeodratación

Figura 142

Extracción de las bandejas del carro de racks al horno



En la figura 142 se presenta el VTC junto con el horno de zeodratación, mostrando el proceso que ejecuta el vehículo mediante el gripper central. Dicho movimiento pretende resolver las necesidades del cliente, así como también tecnifica el proceso anterior el cual era ejecutado por personas causando problemas de carácter ocupacional y retrasando el proceso.

7 Conclusiones

El diseño del VTC que se propuso tecnificará el proceso de zeodratación, debido a que cuenta con 3 mecanismos que sujetan, mueven y desplazan las bandejas hacia el horno de zeodratación. Además, este diseño garantizará la disminución de riegos laborales ya que no requiere de alta intervención humana al movilizar los racks. También realizará trabajos constantes y dará seguridad al producto gracias a sus mecanismos de acoples y gripper. Su control, mantenimiento y guiado deben estar en constante monitoreo por un personal certificado.

Con la ayuda del Software Solidworks se realizaron 2 conceptos, adaptando las dimensiones y especificaciones del material que llevará cada pieza en el VTC, posteriormente se pasaron dichos conceptos a una matriz QFD cuyos resultados fueron importantes para la viabilidad del diseño y poder escoger el óptimo para el proceso. Se continuo con el diseño ganador, con base a esto se determinaron los cálculos y se prosiguió a desarrollar el ensamblaje de cada pieza. Se optó por un sistema de locomoción diferencial el cual ayudará a la movilidad y proporcionará seguridad al momento de realizar la intervención humana.

Debido a que el producto a transportar para el proceso de zeodratación es de orden alimenticio, se decidió manejar mecanismos eléctricos. A partir de allí se analizaron diferentes variables tales como el peso, tiempo de trabajo del VTC, número de actuadores y velocidad de desplazamiento del VTC, garantizando la seguridad del producto al momento de transportar el carro de racks e ingresar las bandejas al horno o extraerlas.

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

El VTC necesitará de un control externo que ejecutará un operador, por lo que se implementó un dispositivo de control para el VTC, el cual está basado en un controlador PLC Siemens, que permite realizar el procesamiento de señales y lecturas de datos de los sensores de ultrasonido. A través de una HMI se realizará la adquisición de datos.

Se realizaron múltiples diseños para encontrar el mecanismo con el mejor desempeño que permitirá el movimiento y sujeción del carro de racks. Por medio del método de brainstorming se establecieron los criterios y se seleccionó el mecanismo más conveniente para el proceso de transporte de la materia prima.

8 Referencias

- AliaExpress. (s.f.). *Batería de iones de litio de 24V, 7S, 4P*. Obtenido de <https://es.aliexpress.com/item/1005001894688317.html>
- Bechtsis, D., Tsolakis, N., & Lakovou, E. (2017). *Sustainable supply chain management in the digitalisation era: The impact of Automated Guided Vehicles*. Obtenido de University of Cambridge: https://www.repository.cam.ac.uk/bitstream/handle/1810/261679/Bechtsis_et_al-2016-Journal_of_Cleaner_Production-AM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Betancur Valencia, E., Betancur Paz, J. D., & Bolívar Gómez, J. A. (2011). *Diseño y construcción del prototipo de un vehículo guiado automáticamente - AGV para la empresa SOFASA S.A.* Obtenido de Universidad EAFIT: <http://hdl.handle.net/10784/5463>
- Brunner, C. U. (2011). *Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems*. (P. Waide, Ed.) International Energy Agency. Obtenido de https://iea.blob.core.windows.net/assets/d69b2a76-feb9-4a74-a921-2490a8fefcdf/EE_for_ElectricSystems.pdf
- CLR. (29 de May de 2017). *Qué es factor de servicio y cómo se calcula*. Recuperado el 3 de May de 2022, de CLR: <https://clr.es/blog/es/que-es-factor-de-servicio-calcularlo/>
- Cunalata Toapanta, E. G. (2013). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MODELADO Y DISEÑO MECÁNICO ASISTIDO POR COMPUTADORA MEDIANTE SOFTWARE CAD 3D-2D Y SOLIDWORKS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE*

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

COTOPAXI SEDE LA MANÁ CANTÓN LA MANÁ PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013. UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI.

Echeverri Estrada, J. M., & Escobar Murcia, P. A. (2012). *CARACTERIZACIÓN DE UN AGV (VEHÍCULO GUIADO AUTOMÁTICAMENTE) EN EL SISTEMA DE MANUFACTURA FLEXIBLE; CASO CENTRO TECNOLÓGICO*. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/10296/EcheverriEstradaJuanMartin2013.pdf?sequence=1&%3Bamp%3BisAllowed=y#page=24&zoom=100,148,114>

EcuRed Contributors. (7 de 9 de 2020). *Esfuerzo físico*. Recuperado el 17 de 06 de 2021, de https://www.ecured.cu/index.php?title=Esfuerzo_f%C3%ADsico&oldid=3755462

EDS ROBOTICS. (9 de noviembre de 2021). *¿Què son losd Robots Autònomos? Ventajas, 5 Tipos y Aplicaciones*. Obtenido de EDS Robotics:

<https://www.edsrobotics.com/blog/robots-autonomos-que-son/>

FLOW & PROCESS CONSULTING. (3 de 11 de 2020). *LOS AGV, UN ELEMENTO CLAVE DE AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA 4.0*. Recuperado el 16 de 06 de 2021, de *LOS AGV, UN ELEMENTO CLAVE DE AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA 4.0*: <https://flowandprocess.com/los-agv-un-elemento-clave-de-automatizacion-en-la-industria-4-0/>

Fonseca, J. H. (2011). *CELIDAS, PILAS Y BATERÍAS DE IONLITIO UNA ALTERNATIVA PARA....???* Artículo de Reflexión.

Fundamentos de la fricción externa. (2018). Recuperado el 11 de July de 2022, de 1Library.Co:

<https://1library.co/document/nq74derq-fundamentos-de-la-friccion-externa.html>

- Gadonna, J. P., Boutaud, D., & Godonna, P. (20 de 07 de 2012). Impact of the zeodration process on the antioxidants and aromatic compounds of food products: comparison with two other dehydration processes. 1. Obtenido de https://www.zeodryplus-europe.com/upload/modules/media_manager/scientifiques2.pdf
- García, Á. (2010). *DESARROLLO DEL SISTEMA DE LOCOMOCIÓN DE UNA PLATAFORMA HARDWARE PARA ROBOCUP SMALL SOCCER LEAGUE (SSL)*. Recuperado el 28 de July de 2022, de CORE: <https://core.ac.uk/download/pdf/30043662.pdf>
- García, C. A., Castellanos, E. X., & García, M. V. (07 de Agosto de 2018). Desarrollo de sistemas ciber-físicos de producción para Procesamiento por lotes usando normas IEC-61499 e ISA-88. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(3), 446. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000300443
- García, G. (28 de mayo de 2022). *Adiós a las baterías de litio ricas en níquel ¿Una tecnología de nicho en los coches eléctricos?* Obtenido de HYE: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/adios-baterias-litio-ricas-niquel-tecnologia-nicho-coches-electricos/20220516112949057910.html>
- GIEICOM. (16 de junio de 2016). *¿POR QUÉ ES TAN ÚTIL UN AGV / VEHÍCULO DE GUIADO AUTOMÁTICO EN LAS LÍNEAS DE ENSAMBLE?* Obtenido de G.I.EICOM: <https://blog.gieicom.com/por-que-es-tan-util-un-agv-vehiculo-de-guiado-automatico-en-las-lineas-de-ensamble>
- Gonzales Zapatero, M. (2013). *Análisis de la tecnología de posicionamiento indoor aplicada a robots autónomos móviles* (1 ed., Vol. 1). Obtenido de <https://e->

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/18162/PFC_MARCOS_GONZALEZ_DIC_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

González García, N. Y., & Garzón Ortiz, W. A. (2019). *DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN GRIPPER PARA LA MANIPULACIÓN DE RECIPIENTES EN LA FMS HAS – 200*.

Recuperado el 19 de July de 2022, de DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN GRIPPER PARA LA MANIPULACIÓN DE RECIPIENTES EN LA FMS HAS – 200 NEILY YANETH GONZÁLEZ GARCÍA 20:

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15650/Gonz%C3%A1lezGarc%C3%ADaNeilyYaneth2019.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

Granados Méndez, J. M., Ortega Movil, C. E., Gonzáles Bautista, S. R., & Hernández Martínez, W. A. (2017). *DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE CONTROL DE UN AGV EN UN FMS*. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/38411/Johana%20Granados%2c%20Carlos%20Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Grupo SIM. (8 de April de 2021). *¿Qué es un gripper o pinza robótica?* Recuperado el 19 de July de 2022, de Grupo SIM: <https://gruposim.eu/blog/que-es-un-gripper-o-pinza-robotica/>

Ortega, J. (2021). *Automatización para la generación de valor*. Obtenido de asenta:

<https://www.asenta.es/src/uploads/2021/02/articulo-automatizacion-para-generacion-valor.pdf>

Pacheco, J. (4 de 10 de 2017). *Optimización de procesos industriales: eficiencia con realismo*.

Recuperado el 16 de 06 de 2021, de HEFLO:

<https://www.heflo.com/es/blog/optimizacion-procesos/optimizacion-procesos-industriales/>

Pedroza Reyes, A., & Sánchez López, C. (2007). Control De Un Vehículo Guiado Automáticamente. *Redalyc*, 1(1). Obtenido de

89N3PDyZzakoH7W6n8ZrjGDDktjh8iWFG6eKRvi3kvpQ

Perez, A. (6 de mayo de 2018). *Razones para estudiar automatización y robótica industrial*.

Obtenido de OBS Business School: <https://www.obsbusiness.school/blog/razones-para-estudiar-automatizacion-y-robotica-industrial>

Revista de Robots. (17 de October de 2021). *GRIPPER Y PINZAS para robots industriales*.

Garras de vacio. Recuperado el 19 de July de 2022, de Revista de Robots:

<https://revistaderobots.com/robots-y-robotica/gripper-y-pinzas-para-robots-industriales/>

Reyes, F., & Zavala, A. (6 de April de 2015). *Robótica: Área clave y estratégica - Saberes y*

Ciencias. Recuperado el 28 de July de 2022, de Saberes y Ciencias |:

<http://saberesciencias.com.mx/2015/04/06/robotica-area-clave-y-estrategica/>

ROBOTIQ. (diciembre de 2020). Recuperado el 28 de junio de 2022, de

https://blog.robotiq.com/hubfs/Product-sheets/3-Finger-Adaptive-Robot-Gripper/Product_sheet-3F-ES.pdf

Ruiz del Solar, J., & Salazar, R. (2012). *Sensores, Actuadores Y Efectores*. Academia. Obtenido

de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38799571/actuadores-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1659646615&Signature=WUPfebIA6DCWawnJ6Rb2rJj9HKEDFtoKvNZcwYTE2c7dZcO3hdNQYIbYhqNJB2UX90jNuc2HTPHfXvdtoHkhv13WQhzLM9KP9Tj5QCk1SpS6Kb4eCYzo3GwZHvstrDXRKxmpbshRNMTrNeleb>

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Serna Quilindo, W. Y., Vergara Gonzales, D. C., & Flóres Marulanda, J. F. (19 de 12 de 2012).

PROCEDIMIENTO DE MODELADO ISA S88 PARA EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE PRODUCCIÓN BASADAS EN RÉCIPES. *CIENCIA E INGENIERÍA*

NEOGRANADINA, 21(2), 107. Obtenido de

file:///C:/Users/James/Downloads/Procedimiento_de_modelado_ISA_S88_para_ejecucion_d.pdf

Serway, R. A., & Vuille, C. (2012). Fundamentos de física. Cengage Learning. Obtenido de

<http://www0.unsl.edu.ar/~cornette/FISICA/Fundamentos%20de%20f%C3%ADsica%20-%20Volumen%201%20-%20Serway%20&%20Vuille%20-%209ed.pdf>

Suell Dutra, M., Faber Archila, J., & Lengerke, O. (1 de junio de 2008). *Diseño Mecatrónico de un Robot tipo AGV "Automated Gided Vehicle"*. Obtenido de Redalyc:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=553756884008>

Torres, G. (9 de June de 2022). *Grippers: la clave de la colaboración*. Recuperado el 19 de July de 2022, de Urany: <https://urany.net/blog/grippers-la-clave-de-la-colaboraci%C3%B3n>

UNIVERSIDAD DE ESTUDIOS AVNZADOS AliatUniversidades. (26 de 11 de 2019).

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN: ¿QUÉ SON Y CUÁLES SON SUS TIPOS? Recuperado

el 17 de 06 de 2021, de SISTEMAS DE PRODUCCIÓN: ¿QUÉ SON Y CUÁLES SON

SUS TIPOS?: <https://www.unea.edu.mx/blog/index.php/sistemas-de-produccion/>

Wendling, P. (2010). *Sensores* (2.0 ed.). Unesp.

Zamora, E. (08 de noviembre de 2015). *Robots Autònomos: Navegaciòn*. Obtenido de

<https://ezamorag.wordpress.com/2015/11/08/robots-autonomos-navegacion/>

Zeodratacion. (2022). Recuperado el 29 de March de 2022, de Zeodratation+Plus Canada Inc:

<http://www.zeodryplus.ca/?q=es/node/7>

9 Figuras

Figura 1: Granados Méndez, J. M., Ortega Movil, C. E., Gonzáles Bautista, S. R., & Hernández Martínez, W. A. (2017). DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE CONTROL DE UN AGV EN UN FMS. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/38411/Johana%20Granados%2c%20Carlos%20Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figura 2: Granados Méndez, J. M., Ortega Movil, C. E., Gonzáles Bautista, S. R., & Hernández Martínez, W. A. (2017). DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE CONTROL DE UN AGV EN UN FMS. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/38411/Johana%20Granados%2c%20Carlos%20Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figura 3: Granados Méndez, J. M., Ortega Movil, C. E., Gonzáles Bautista, S. R., & Hernández Martínez, W. A. (2017). DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE CONTROL DE UN AGV EN UN FMS. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/38411/Johana%20Granados%2c%20Carlos%20Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figura 4: Granados Méndez, J. M., Ortega Movil, C. E., Gonzáles Bautista, S. R., & Hernández Martínez, W. A. (2017). DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE CONTROL DE UN AGV EN UN FMS. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/38411/Johana%20Granados%2c%20Carlos%20Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 5: Granados Méndez, J. M., Ortega Movil, C. E., Gonzáles Bautista, S. R., & Hernández Martínez, W. A. (2017). DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE CONTROL DE UN AGV EN UN FMS. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/38411/Johana%20Granados%2c%20Carlos%20Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figura 6: Granados Méndez, J. M., Ortega Movil, C. E., Gonzáles Bautista, S. R., & Hernández Martínez, W. A. (2017). DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE CONTROL DE UN AGV EN UN FMS. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/38411/Johana%20Granados%2c%20Carlos%20Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figura 7: Echeverri Estrada, J. M., & Escobar Murcia, P. A. (2012). CARACTERIZACIÓN DE UN AGV (VEHÍCULO GUIADO AUTOMÁTICAMENTE) EN EL SISTEMA DE MANUFACTURA FLEXIBLE; CASO CENTRO TECNOLÓGICO. Obtenido de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/10296/EcheverriEstradaJuanMartin2013.pdf?sequence=1&%3Bamp%3BisAllowed=y#page=24&zoom=100,148,114>

Figura 8: Zeotropic Colombia. (s. f.). Zeotropic [Fotografía]. LinkedIn. https://media-exp1.licdn.com/dms/image/C4E1BAQEjaWiTDU3x6A/company-background_10000/0/1550278656391?e=2147483647&v=beta&t=Jg3AQFhyN6_zJZ5NPiNa1bqChJ97k-DGg24K7_C8Hg

Figura 9: Daily mail. (2019). Robot e inteligencia artificial [Imagen]. Daily mail.
https://i.dailymail.co.uk/1s/2019/02/11/15/9676790-0-image-a-43_1549900672900.jpg

Figura 10: IntechOpen. (2012, 1 agosto). Locomotion Transition Scheme of Multi-Locomotion Robot [Imagen]. IntechOpen.

<https://www.intechopen.com/media/chapter/38155/media/concept.jpg>

Figura 11: ¿Como funciona un diferencial? (2018). [Ilustración]. Gfycat.

<https://thumbs.gfycat.com/HardtofindTameAmericankestrel-max-1mb.gif>

Figura 12: Wikie. (s. f.). Geometria Ackermann [Ilustracion].

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c4/Ackermann.svg/langpt-br-300px-Ackermann.svg.png>

Figura 13: Orellana Medrano, L. O. (2012). Mundo electronico: Tipos de motores electricos [Imagen]. Blogger. <http://2.bp.blogspot.com/-zf->

[Ws1itgk4/T6ciPKQ28cI/AAAAAAAAAN0/UJssgOSxkLw/s1600/Embobinado-y-Reparacion-de-Motores-industriales-y-Domenticos-20120329210609acccccccccccccccccccccc.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-zf-Ws1itgk4/T6ciPKQ28cI/AAAAAAAAAN0/UJssgOSxkLw/s1600/Embobinado-y-Reparacion-de-Motores-industriales-y-Domenticos-20120329210609acccccccccccccccccccccc.jpg)

Figura 14: Hibridos Y Electricos. (s. f.). Baterias de litio [Imagen]. Coches eléctricos, híbridos enchufables. <https://www.hibridosyelectricos.com/blog/section/tecnologia?page=4>

Figura 15: maxEmbedded. (s. f.). Sensor Fundamentals [Imagen]. Sensor Fundamentals.

<https://i0.wp.com/maxembedded.com/wp-content/uploads/2012/12/sensors.jpg?fit=730%2C576&ssl=1>

Figura 16: 3DTotal. (s. f.). Top 10 habits to becoming a better 3D modeler [Imagen].

<https://assets.3dtotal.com/paulhatton-habits-3.ah3our.image.47w.jpg>

Figura 17: Progressive Automations. (s. f.). Actuators: what is it, definition, types and how does it work – Progressive Automations Canada [Imagen].

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

<https://cdn.shopify.com/s/files/1/2134/8037/files/Actuators-Pillars-1200-c.jpg?v=1631538095>

Figura 18: Asenta. (s. f.). Automatización para la generación de valor [Imagen].

<https://www.asenta.es/src/uploads/2021/02/articulo-automatizacion-para-generacion-valor.pdf>

Figura 19: Zapi Group. (s. f.). Robotics & Automation [Imagen]. <https://connect.delta-q.com/hubfs/AGV%20AMR%20images/AGV%20in%20warehouse%20with%20packages.jpeg>

Figura 20: Camosun College. (s. f.). Electrical Engineering Technology - Marine & Industrial [Imagen].

https://camosun.ca/events?event_month=all&event_year=all&field_campus_target_id=All&field_sport_target_id=All&field_events_category_target_id=B269D=272

Figura 21: Sandoval-Ruiz, C. E. (2017). Diseño conceptual del sistema de tele-operación en un laboratorio [Imagen]. <https://www.researchgate.net/profile/Cecilia-E-Sandoval-Ruiz/publication/318858687/figure/fig1/AS:522889306664960@1501677933519/Diseno-conceptual-del-sistema-de-tele-operacion-en-un-laboratorio.png>

Figura 22 - 57: Elaboración propia

Figura 23: ROBOTIQ. (diciembre de 2020). Recuperado el 28 de junio de 2022, de

https://blog.robotiq.com/hubfs/Product-sheets/3-Finger-Adaptive-Robot-Gripper/Product_sheet-3F-ES.pdf

Figura 24 - 76: Elaboración propia

Figura 25: ROBOTIQ. (diciembre de 2020). Recuperado el 28 de junio de 2022, de

https://blog.robotiq.com/hubfs/Product-sheets/3-Finger-Adaptive-Robot-Gripper/Product_sheet-3F-ES.pdf

Figura 26: ROBOTIQ. (diciembre de 2020). Recuperado el 28 de junio de 2022, de

https://blog.robotiq.com/hubfs/Product-sheets/3-Finger-Adaptive-Robot-Gripper/Product_sheet-3F-ES.pdf

Figura 27: ROBOTIQ. (diciembre de 2020). Recuperado el 28 de junio de 2022, de

https://blog.robotiq.com/hubfs/Product-sheets/3-Finger-Adaptive-Robot-Gripper/Product_sheet-3F-ES.pdf

Figura 28 - 87: Elaboración propia

Figura 29: ROBOTIQ. (diciembre de 2020). Recuperado el 28 de junio de 2022, de

https://blog.robotiq.com/hubfs/Product-sheets/3-Finger-Adaptive-Robot-Gripper/Product_sheet-3F-ES.pdf

Figura 30 - 112: Elaboración propia

Figura 31: <https://co.wiautomation.com/sick/productos->

[generales/fotocelulas/6048408?utm_source=shopping_free&utm_medium=organic&utm_content=CO205272&gclid=Cj0KCQjwpcOTBhCZARIsAEAYLuV05L9chSYQP4BCrM6s6Iwp_RFok65xDt4f8JDnAcLfrzCoSp8HNSwaAt-wEALw_wcB](https://co.wiautomation.com/sick/productos-generales/fotocelulas/6048408?utm_source=shopping_free&utm_medium=organic&utm_content=CO205272&gclid=Cj0KCQjwpcOTBhCZARIsAEAYLuV05L9chSYQP4BCrM6s6Iwp_RFok65xDt4f8JDnAcLfrzCoSp8HNSwaAt-wEALw_wcB)

Figura 32: SIMATIC S7-1200 -Take control of communication. (s. f.). siemens.com Global Website. Recuperado 13 de septiembre de 2022, de

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html>

Figura 33: <https://www.adafruit.com/product/4846>

Figura 34: adafruit (03 de mayo de 2021 Speaker - 40mm Diameter - 4 Ohm 3 Watt. Adafruit

<https://www.adafruit.com/product/3968>

VEHICULO TELE-OPERADO DE CARGA (VTC)

Figura 35: AliExpress (03 de mayo de 2022) Motor de cubo de radios para bicicleta eléctrica QS205, 50H, V3, potencia máxima de 6000W. AliExpress.

https://es.aliexpress.com/item/32463760334.html?spm=a2g0o.search0304.0.0.688d788fNMdOiP&algo_pvid=b59b79a1-8c45-4956-a97f-51621c0f13cd&algo_exp_id=b59b79a1-8c45-4956-a97f-51621c0f13cd-0&pdp_ext_f=%7B%22sku_id%22%3A%2210000015809798204%22%7D&pdp_npi=1%40dis%7CCOP%7C%7C1150247.65%7C%7C%7C%7C%7C%7C400b0a555f16516064184031865e79de%7C10000015809798204%7Cseay

Figura 36: AliaExpress. (s.f.). *Batería de iones de litio de 24V, 7S, 4P*. Obtenido de

<https://es.aliexpress.com/item/1005001894688317.html>

Figura 119: World Industrial Quiemation (Wia). (03 de mayo de 2022). 6AV2123-2DB03-0AX0 Siemens. Wia.

Figura 120: Amazon (03 de mayo de 2022) Rastreador solar de Eco-Worthy, muy resistente, carga de hasta 330 lb, accionamiento lineal, multifunción, uso automático electrónico, 12", 12v, 1. AliExpress.

Figura 121: Amazon (03 de mayo de 2022) Bocina eléctrica de 12 V universal de alta tonalidad y tono bajo con parrilla protectora roja, añade seguridad a la conducción con 115 dB de sonido. <https://www.amazon.com/-/es/el%C3%A9ctrica-universal-tonalidad-protectora-conducci%C3%B3n/dp/B07YQVRQ2P>

Figura 122 - 142: Elaboración propia

10 Anexos

Acotaciones gripper de 3 dedos

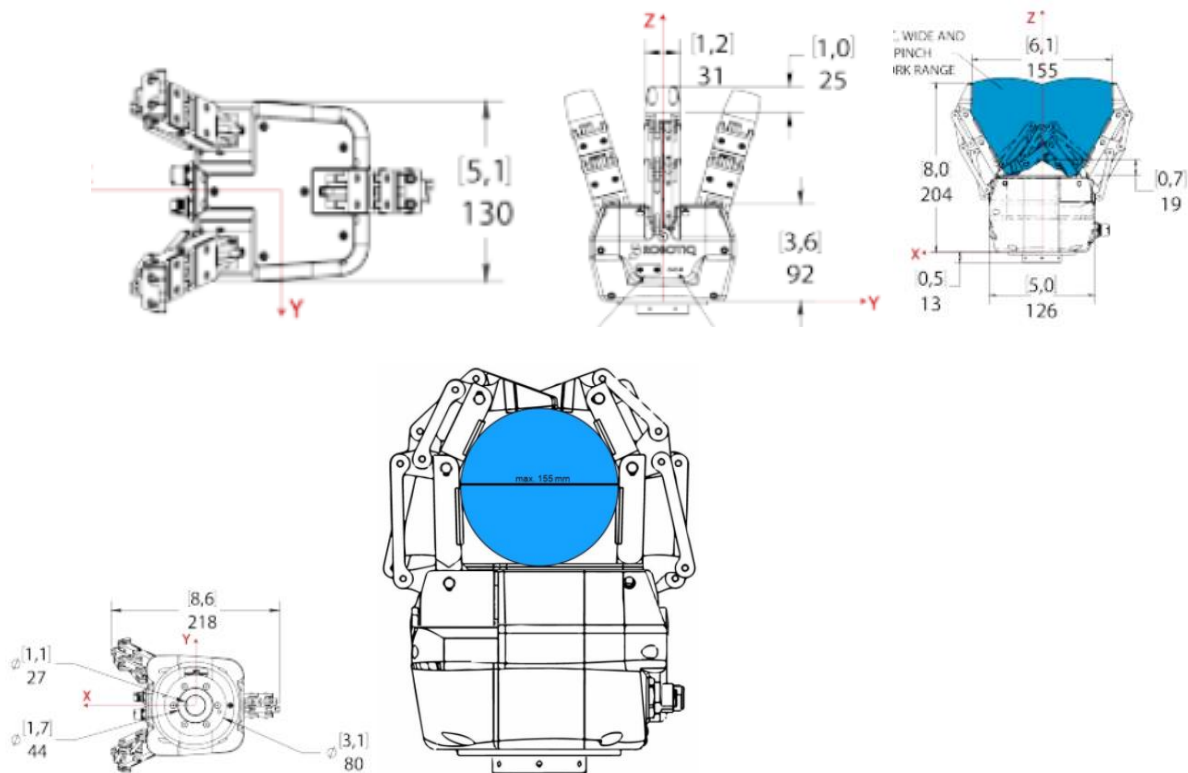
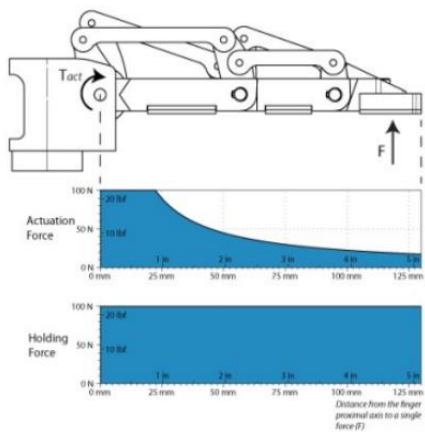


Figure 6.2.1 : Maximum encompassing diameter



11 Apéndice

Matriz QFD

QFD: House of Quality

Project:
Revision:
Date:

Correlaciones	
Positiva	+
Negativa	-
Ninguna	
Relaciones	
Fuerte	●
Moderada	○
Débil	▽
Direccion de mejora	
Máxima	▲
Neutral	◇
Mínima	▼

