

**CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN VEHÍCULO DE APOYO PARA
EL ASCENSO Y DESCENSO DE EQUIPAJES EN AERONAVES AIRBUS A318,
A319 Y A320.**

CHRISTIAN OSPINA PÉREZ

ELTON FABRICIO ORTEGA PLATA

MAURICIO CASTAÑO SABOGAL

UNIVERSIDAD ECCI

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA MECATRÓNICA

MEDELLÍN

2020

**CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN VEHÍCULO DE APOYO PARA
EL ASCENSO Y DESCENSO DE EQUIPAJES EN AERONAVES AIRBUS A318,
A319 Y A320.**

CHRISTIAN OSPINA PÉREZ

ELTON FABRICIO ORTEGA PLATA

MAURICIO CASTAÑO SABOGAL

**TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD PASANTÍA PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERO MECATRÓNICO**

DIRECTOR

FRANK ALEXANDER RUIZ HOLGUÍN

PhD. MSc. Ingeniería Electrónica

COASESOR

MSc. SERGIO ANDRÉS ESTRADA MESA

UNIVERSIDAD ECCI

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA MECATRÓNICA

MEDELLÍN

2020

DEDICATORIA

“A mis hijos, que son el motor de mi vida, para darles un buen ejemplo de compromiso y responsabilidad”. (Mauricio Castaño).

“A mis padres, que son los que me han dado la mano y me han dado fuerzas en los momentos más difíciles de mi vida”. (Cristian Ospina).

“A mis hermanos, para que sigan estando orgullosos y así seguirlos llenando de admiración”. (Elton Ortega).

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento profundo a nuestros padres, porque debido a ellos estamos superándonos cada día, a Dios por brindarnos la sabiduría y el discernimiento para dar con gran firmeza cada paso de nuestra vida.

Al grupo de compañeros de la tecnología por su gran acompañamiento y aporte de ideas para el mejoramiento continuo.

RESUMEN

Este trabajo de grado se realizó en la modalidad pasantía en asocio con la empresa Multiplo S.A, donde se construyó e implementó un sistema de transporte eléctrico tipo conveyer no tripulado para cargue y descargue de equipaje en aeronaves AIRBUS A320, este vehículo es controlado por una tarjeta electrónica a base de Arduino para el ascenso y descenso de equipaje, señalización, frenos y estado de reposo. Para la potencia es alimentado por baterías de LiFePo (litio ferrofosfato), consta de un motor y actuadores eléctricos, los cuales se implementan para cambiar los sistemas hidráulicos y motores de combustión interna y así evitar derrames de fluidos en las pistas aéreas, debido a que estos generan multas para las aerolíneas. También se evita la emisión de gases al ambiente y una mejora en la eficiencia energética del equipo, evitando sobre costos por mantenimientos e inoperatividad garantizando una prestación de servicio continua y eficiente. El vehículo se caracteriza por ser un equipo liviano, de fácil manejo que permite que cualquier persona con una capacitación mínima pueda operarlo sin necesidad de licencias de conducción.

Este vehículo eléctrico no tripulado, cumple con las expectativas hechas en un equipo de transporte de equipajes y está a la altura del entorno de trabajo del aeropuerto, disminuye los costos al reducir los requisitos de personal y los tiempos de carga, siendo un equipo de cero emisiones de gases, contribuyendo con el cambio de combustibles fósiles a la utilización de energías alternativas, siendo esto de gran aporte a la calidad del aire.

Contenido

RESUMEN	5
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE ANEXOS	9
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y SUMINISTRO DE DATOS TÉCNICOS.	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. DESARROLLO DEL PROYECTO	14
2.1 PROBLEMÁTICA Y NECESIDAD.....	14
2.2 JUSTIFICACIÓN.....	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. MARCO DE REFERENCIA	17
4.1 MARCO TEÓRICO.....	17
5. DISEÑO METODOLÓGICO	26
6. RESULTADOS	42
7. CONCLUSIONES.....	45
8. TRABAJOS FUTUROS.....	47
9. ANEXOS.....	48
10. REFERENCIAS.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Placa Arduino	18
Figura 2. Motor BLDC.....	18
Figura 3. Banco de baterías	19
Figura 4. Botón paro de emergencia	21
Figura 5. Switch muletilla.....	21
Figura 6. Botonera start - stop	22
Figura 7. Botonera Ascenso y Descenso.....	22
Figura 8. Actuador lineal.....	23
Figura 9. Frenos tambor	24
Figura 10. Tareas realizadas para el cumplimiento del objetivo específico 1.	26
Figura 11. Diagrama de programación.	28
Figura 12. Tarjeta construida.....	29
Figura 13. Diagrama de bloques del sistema de control.....	30
Figura 14. Tarjeta terminada y gabinete de control.	31
Figura 15. Tareas realizadas para el cumplimiento del objetivo específico 2.	32
Figura 16. Chasis del conveyor	34
Figura 17. Chasis terminado.....	35
Figura 18. Ensamble banda transportadora	36
Figura 19. Tareas realizadas para el cumplimiento del objetivo específico 3.	36
Figura 20. Ensamble motor	37
Figura 21. Actuador lineal instalado	38
Figura 22. Frenos del equipo.....	38
Figura 23. Switch muletilla.....	39
Figura 24. Botonera start-stop.	39
Figura 25. Botonera ascenso y descenso.....	40
Figura 26. Paro de emergencia	40
Figura 27. Activación iluminación y señalización.....	41
Figura 28. Sistema de control.....	42
Figura 29. Entrega de equipo.	43
Figura 30. Puesta en servicio.	44

LISTA DE TABLAS

Tabla. 1 Características Arduino	17
Tabla. 2 Características Motor	19
Tabla. 3 Características baterías LiFePo4	20
Tabla. 4 Características Actuador	23
Tabla. 5 Características Freno.	25

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diseño CAD del equipo.....	45
Anexo 2. Chasis inferior	46
Anexo 3. Quinta rueda	47
Anexo 4. Conveyor terminado CAD	48
Anexo 5. Modelado 3D.....	49
Anexo 6. Documento Pasantía	53
Anexo 7. Conveyor Existentes	59

ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD Y SUMINISTRO DE DATOS TÉCNICOS

En este apartado se aclara que por motivos de confidencialidad, se llega a un acuerdo entre la empresa Multiplo S.A., la universidad ECCI y nosotros como estudiantes pasantes, que todos los informes, planos, análisis, cálculos matemáticos, características técnicas, estudios y demás documentos que tengan datos relevantes del equipo no serán suministrados en el trabajo escrito y presentación del mismo.

Este acuerdo va soportado con el documento que se entregó en la universidad ECCI al iniciar el acuerdo de pasantía, donde se especifica el alcance del proyecto. Este documento se anexa al manuscrito para validar la veracidad del acuerdo. Ver anexo 6

Con el acuerdo anterior se da cumplimiento a la ley 256 de 1996 en su artículo 16 [1], de no ser así se presentarán sanciones económicas y legales, artículo 20 de la misma ley. [1]

1. INTRODUCCIÓN

Las bandas transportadoras fueron una innovación importante en el año 1795, debido a que se pudo masificar la producción en las industrias por la capacidad de transportar material de un sitio a otro con mayor eficiencia sin tener que hacerlo de forma manual, en la actualidad nos encontramos con una inmensa variedad de bandas transportadoras. [2]

Las industrias requieren de herramientas, equipos y maquinaria adecuada para llevar a cabo sus labores diarias. En la industria minera, el uso de las bandas transportadoras es importante para el transporte de carbón desde la extracción hasta el almacenamiento, permitiendo la generación de estrategias para aumentar la productividad y competitividad; de allí la importancia de innovar y rediseñar las bandas transportadoras como equipos de manejo de materiales. [2]

Generalmente la automatización de bandas se refleja más en la industria, para ello se realiza estudios de mejoramiento de procesos, otro ejemplo de esto, en la industria minera, es un modelado de bandas transportadoras en paralelo en minería de superficie, donde se demostró que una configuración de ese tipo, es capaz de mejorar la productividad del sistema. [3]

La mayoría de los sistemas de transporte de equipaje en los aeropuertos están basados en sistemas de bandas transportadoras (conveyor), los conveyor convencionales son vehículos con motores de combustión interna y sistemas de elevación hidráulicos, los cuales son muy robustos, lo que dificulta el desplazamiento de los equipos. [4]

También, se puede encontrar algunos sistemas automáticos de monitoreo y transporte de equipajes, donde se realiza una contabilización, pesaje, revisión de seguridad (metales y no metales), donde se define si el equipaje es adecuado o no para abordar la aeronave. [4]

En los aeropuertos de Colombia actualmente se presentan problemas con los equipos de asistencia en el ascenso y descenso de maletas en las aeronaves Airbus A320, debido a sus años de funcionamiento. Pese a que la regulación de Colombia no exige por norma un tiempo de obsolescencia de estos equipos, se ve afectada la calidad del servicio al generarse de manera constante tiempos de inoperatividad por los continuos mantenimientos a los subsistemas de los equipos.

En el análisis realizado a los equipos con mayor tiempo de funcionamiento se aprecia el deterioro por horas de trabajo en componentes como:

- Sistema motriz de potencia.
- Sistema hidráulico.

- Sistema mecánico del equipo.

El deterioro del sistema motriz se relaciona con las horas de funcionamiento, que, después de 7 años de actividad, se ingresa de manera más frecuente a las rutinas de mantenimiento, lo que conlleva a un costo elevado por la reparación y cambios de componentes, perdiendo eficiencia en el motor y su sincronización al momento de ejecutar las actividades de ascenso y descenso de las maletas.

La principal falla del sistema hidráulico es la avería en las mangueras de alta presión para el desplazamiento del vehículo de asistencia. Su funcionamiento es de vital importancia para el vehículo ya que se requiere para la elevación de la banda para el ascenso y descenso de las maletas. Al presentarse esta dificultad, queda inoperativo el vehículo y se ve afectado el tiempo de tránsito de la aeronave en el aeropuerto debido a los derrames de fluidos generados.

La parte mecánica del vehículo se ve afectada debido a que no se cuenta con un parqueadero adecuado, quedando expuestos a la intemperie durante los 365 días del año, esto conlleva a un prematuro deterioro de los componentes mecánicos, presentando corrosión en las partes móviles y de transmisión. Este tipo de desgaste puede ocasionar que el vehículo falle durante la ejecución de actividades y, de ser así, sería necesario un vehículo de remolque para ser removido sin afectar la aeronave, obviamente, esta eventualidad generaría un costo superior y se vería afectada la calidad de la prestación del servicio.

Por las dificultades en las operaciones y las fallas que presentan estos equipos en la operación de ascenso y descenso del equipaje de las aeronaves, se busca implementar el desarrollo de un vehículo eléctrico de cero emisiones y más liviano que los existentes en operación, para mejorar la maniobrabilidad y eficiencia.

Debido a estas fallas, se produce una cantidad significativa de pérdidas económicas, por lo tanto, es necesario reducir las pérdidas debidas a las mismas, mejorar la eficiencia del equipo y reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente.

En la actualidad se pueden encontrar diferentes tipos de equipos para la asistencia de aeronaves, como se muestra en el anexo 7, estos vehículos cuentan con motores a combustión interna, ya sea por diésel o gasolina y el sistema de elevación cuenta de un cilindro hidráulico accionado por una bomba de aceite. La diferencia del desarrollo de nuestro vehículo en comparación de los existentes en el mercado es que el nuestro no requiere ningún tipo de fluido, es netamente eléctrico, siendo esto parte de las exigencias planteadas por la empresa para su fabricación.

Este es un vehículo alimentado por batería, es el primer conveyor accionado por corriente directa disponible en la empresa y está diseñado para soportar las severas demandas operativas en el entorno actual de rampas de aerolíneas y, al mismo tiempo, cumple con los requisitos ambientales de aire limpio no contaminante, cumpliendo con la norma ISO 14000. [5]

En este trabajo se mostrará la construcción de un sistema de transporte eléctrico para equipaje tipo conveyor no tripulado, implementado por la empresa MÚLTIPLO SA, con el objetivo de mejorar la prestación de servicio de cargue y descargue de equipaje en aeronaves, que permita el desarrollo de las actividades logísticas de LASA – Sociedad de Apoyo Aeronáutico S.A. en sus rutinas diarias, este sistema deberá proporcionar una alta fiabilidad y una reducción de la cantidad de mantenimientos correctivos y el costo de los mismos evitando tiempos de inoperatividad, adicional a esto, el sistema debe caracterizarse por ser un equipo que no emita gases, y posibilite la operatividad de forma eficiente, y al ser no tripulado podrá reducir el peso y que desde un punto de vista técnico, optimice el traslado del mismo. Con una operación fácil e intuitiva, el equipo permitirá al personal de tierra la oportunidad de optimizar el proceso de manipulación o ajustarlo a circunstancias especiales, logrando un equilibrio de operación eficiente, así como un acceso rápido y fácil a todos los puntos y componentes de servicio importantes, cumpliendo con la norma de calidad ISO 9001. [6]

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 PROBLEMÁTICA Y NECESIDAD

Actualmente, para el transporte de equipaje se utilizan vehículos tipo conveyor tripulados, de combustión interna y con un sistema hidráulico para el ascenso y descenso de las maletas, estos equipos presentan deterioro debido al tiempo de funcionamiento lo cual genera inconsistencias en la prestación del servicio.

La prestación de servicio de cargue y descargue de equipaje en las aeronaves se está viendo afectada por la inoperatividad de los equipos de transporte, esto se debe a que presentan continuamente fallas en dispositivos electromecánicos. Este tipo de fallas generan altos costos por mantenimientos correctivos, adicional a esto se generan multas a las empresas por el incumplimiento del servicio, por todo tipo de derrame de fluidos que se evidencian en las pistas aéreas y por la emisión de gases contaminantes al medio ambiente.

Por lo anterior, se consideró implementar un vehículo eléctrico no tripulado que permite transportar de manera constante el equipaje con el objeto de solucionar el problema planteado anteriormente descrito, al reducir los constantes mantenimientos por desgaste en sus partes móviles.

Este desarrollo permitirá disminuir los costos de las multas por derrames de fluidos y por emisión de gases, al eliminar los sistemas hidráulicos. Disminuirá los gastos de combustible al ser alimentados por baterías.

La empresa LASA en compañía con MULTIPLO S.A tienen la necesidad de implementar un vehículo de apoyo aeronáutico tipo conveyor, que sea 100 por ciento eléctrico, con el fin de brindar una mejor asistencia del servicio de ascenso y descenso de los equipajes en las aeronaves AIRBUS A 318, 319, 320, sin generar tantas eventualidades. Como estudiantes pasantes en este proyecto se brindaron apoyo en los siguientes aspectos:

- Implementación de tarjeta electrónica a base de arduino, simulación en proteus 8.1.
- Diseño del equipo a base de software Onshape.
- Implementación de componentes electromecánicos en el equipo, tales como: (motor-reductor, actuador lineal, tablero, mandos del sistema).
- Puesta a punto del equipo.

2.2 JUSTIFICACIÓN.

Por las dificultades en las operaciones y las fallas que presentan los conveyors de combustión interna en su función de ascender y descender el equipaje de las aeronaves, se busca desarrollar un vehículo tipo conveyor no tripulado eléctrico que no utilice ningún tipo de fluido para su funcionamiento, el cual permita reducir costos de operatividad y mantenimientos con el objetivo de prestar un servicio de manera constante y eficiente.

Con la implementación de este tipo de conveyor la empresa espera reducir costos en los siguientes factores.

- Reducción de averías en motor de combustión.
- Reducción de costo por operación.
- Reducción de costo de operador por licencia para manipular vehículo de combustión en el aeropuerto.
- Costos por multas debido a derrames o a incumplimiento del servicio.
- Reducción de mantenimiento en subsistemas de rodadura.
- Reducción de gastos por combustible.

También se espera obtener mejoras en:

- Perfil de carga de baterías para los óptimos años de funcionamiento.
- Acoplamiento auto lubricados, libres de mantenimiento.
- Repuestos de fácil búsqueda y bajo costo.

Otra de las razones de la empresa para la construcción de este equipo, es la necesidad de licencias especiales para los operarios del vehículo, lo cual podría ser eliminado con la implementación de un funcionamiento de control intuitivo, que permita que cualquier persona lo pueda operar, para que siempre haya una prestación de servicio constante.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la construcción e implementación de un vehículo de apoyo para el ascenso y descenso de equipaje en aeronaves Airbus A320 siguiendo las especificaciones técnicas y los requerimientos de la empresa.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementación de la tarjeta electrónica basada en arduino para el sistema de control del vehículo de apoyo para el ascenso y descenso de equipajes.
- Realizar los planos preliminares de la estructura metálica, haciendo uso de herramientas CAD, con el fin de evaluar posibles configuraciones del marco y su comportamiento mecánico.
- Efectuar la integración del sistema de control electrónico con el sistema mecánico, mediante la ejecución de unas pruebas de operación.

4. MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se describen los elementos que componen el sistema y se explican sus características más importantes.

4.1 MARCO TEÓRICO.

Arduino Mega

El Arduino Mega 2560 es una placa electrónica basada en el Atmega2560. Ver Figura 1. Cuenta con 54 pines digitales de entrada salida (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (hardware puertos serie), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP, y un botón de reinicio.[7]. Se elige este controlador por su fácil adquisición, bajo costo y porque cumple con las características físicas (entradas y salidas) requeridas para la ejecución del proyecto.

Utilizado en proyectos como el realizado en la universidad de Valencia, donde se desarrolló un prototipo de vehículo autónomo semi-inteligente basado en arduino. [8]

en la Tabla. 1, se muestran las características técnicas del Arduino Mega.

Tabla. 1 Características Arduino [7]

ARDUINO MEGA	
CARACTERISTICAS	MEDIDAS
Microcontrolador	ATmega2560
Tensión de funcionamiento	5V
V de entrada	7-12 VDC
Pines digitales	54-15 pwm
Pines analógicos	16
Corriente	40mA
Corriente DC pin de 3.3 V	50mA
Memoria flash	256KB
Memoria de gestión de arranque	8KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidad de reloj	16MHz



Figura 1. Placa Arduino[7]

Motor BLDC 3kw

Motor dc tipo Hall, ver Figura 2, cuenta con un voltaje de entrada de 48vdc y una potencia de 3kw, su velocidad se encuentra entre 3000-5000 RPM y una eficiencia del 90%. Estos motores de CC sin escobillas se conectan electrónicamente y se pueden suministrar en versiones con sensor o sin sensor, y todos tienen bobinados trifásicos. Ya sea redondo o cuadrado. [9], en la Tabla. 2, se muestran las características técnicas del motor.



Figura 2. Motor BLDC

Tabla. 2 Características Motor[9]

MOTOR BLDC 3KW.
CARACTERÍSTICAS
Tamaño de 42 mm cuadrados.
Diseño multipolar.
Hasta el 36% más de par motor que su competencia.
Mayor capacidad de carga radial y axial (Opcional).
Cuenta con una reducción de relación de 40 a 1, lo que permite elevar el torque a los estándares asignados para su trabajo, que en este caso es activar la cinta transportadora (marcha- Contramarcha).

Aplicaciones

Son utilizados en la industria para trabajos no tan pesados, tales como bandas transportadoras, agitadores, apertura y cierre de compuertas, mezcladores, entre otros. [9]

Baterías LiFePo4

La batería de Litio / Fosfato de Hierro es un tipo de batería recargable, en la Figura 3, se muestra el banco de baterías que se construyó para la alimentación del equipo. En concreto es una batería de iones de Litio que utiliza FePO_4 como material catódico. El fosfato de hierro-litio (LiFePO_4), es un mineral natural de la familia del olivino. Las baterías de litio-ferrofosfato, o LFP, son más estables, seguras y duraderas, pero hasta ahora su uso se ha visto restringido por su menor capacidad energética. Gracias a su mayor fiabilidad y a que evitan el riesgo de combustión presente en las de óxido de litio cobalto. [10], en la Tabla. 3, se muestran las características de las baterías.



Figura 3. Banco de baterías

Tabla. 3 Características baterías LiFePo4[10]

BATERÍAS LiFePo4
CARACTERÍSTICAS
Son baterías sin mantenimiento.
No explotan ni incendia por sobrecarga.
Entre 2000 y 3000 ciclos de carga.
Su densidad energética es de 130Wh/Kg.
Funcionan sin disminuir su rendimiento entre 20 y 60 grados centígrados.
No contienen compuestos tales como: Cadmio o Plomo.
Amigables con el medio ambiente.
El voltaje es de 3.2 y 3.3V durante su descarga.
Contienen el doble de la capacidad que las de Acido de plomo en su misma proporción.
Su periodo de carga es de 2 a 3 horas.
Las vibraciones no le afectan, por ende, no son frágiles para su manipulación.
No tiene afectaciones por presión interna.
Cumplimiento de las normas ISO9001, ISO 14000, ISO18000, CE.

Aplicaciones.

Las baterías de lifepo4 usualmente son utilizadas para vehículos eléctricos, ya que cumplen con las características pertinentes para el funcionamiento adecuado del mismo, también son implementadas en UPS, baterías de almacenamiento de carga de paneles solares, también son utilizados en áreas afines como: la medicina, aeronáutica, robótica, zona industrial. [10]

Switch y pulsadores



Figura 4. Botón paro de emergencia

El botón paro de emergencia, mostrado en la Figura 4, cumple la función de desactivar el sistema en momentos que lo requiera.

El Switch muletilla, mostrado en la Figura 5, se encarga de energizar el sistema de control.



Figura 5. Switch muletilla

Pulsador industrial

En la Figura 6, se muestra los mandos de accionamiento start – stop, este es un dispositivo accionado manualmente, que permite el paso de una señal para la ejecución de una actividad determinada.



Figura 6. Botonera start - stop



Figura 7. Botonera Ascenso y Descenso

La botonera de ascenso y descenso, mostrada en la Figura 7, se encarga de la elevación del conveyor al ángulo de inclinación ideal para el transporte del equipaje a tierra, actúan como contactos normalmente abiertos, y a la hora de accionarse permiten el paso de la señal para la elevación y descenso del equipo, siendo amarillo para ascenso y negro para descenso del sistema.

Actuador lineal

En la Figura 8, se muestra el actuador lineal, este es un dispositivo que crea un movimiento en línea recta, en contraste con el movimiento circular ejercido por el motor convencional, en la Tabla. 4, se muestran las características del actuador.



Figura 8. Actuador lineal[11]

Tabla. 4 Características Actuador [11]

ACTUADOR LINEAL
CARACTERISTICAS
Proporciona un grado de protección IP44.
Carcasa sellada para brindar mayor protección al equipo del material particulado.
Desplazamiento lineal
Mediante la inversión de polaridad del motor, este cambia automáticamente de giro brindado así marcha- contramarcha, lo que permite entrada y salida del vástago.

Aplicaciones

Se utilizan en máquinas, herramienta industrial, en periféricos de computadora como unidades de disco e impresoras, en válvulas y amortiguadores, apertura y cierre en compuertas de acceso, maquinaria industrial, entre otros. [11].

Frenos tipo tambor

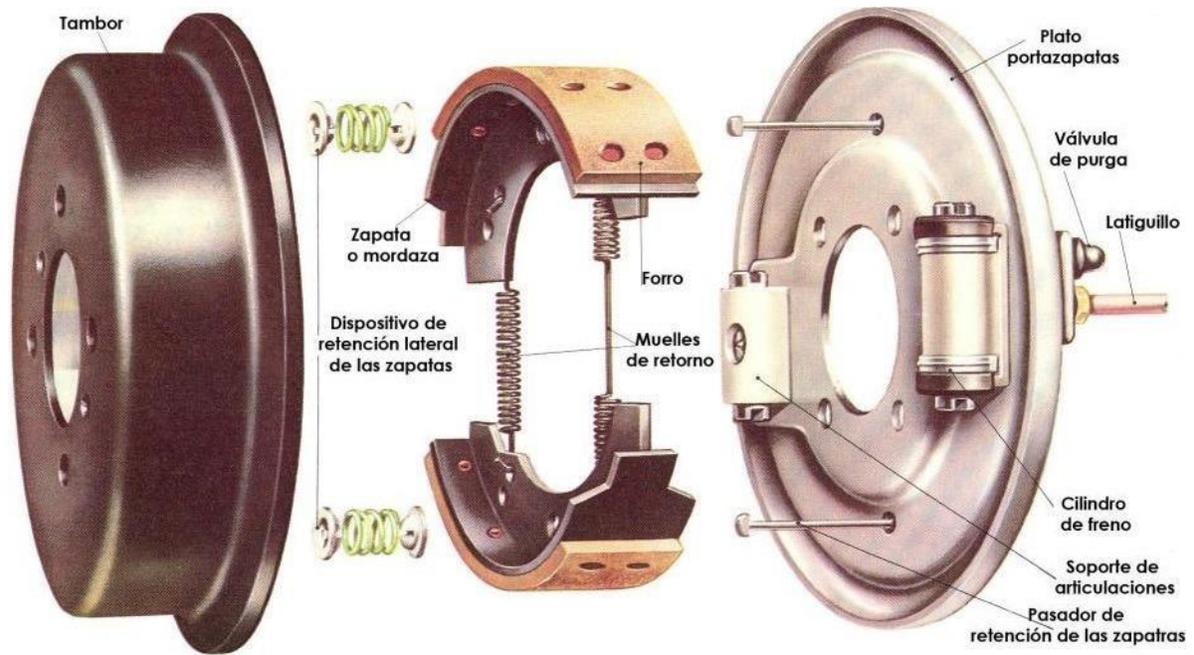


Figura 9. Frenos tambor [12]

Este tipo de freno está constituido por un tambor, que es el elemento móvil, montado sobre el buje de la rueda por medio de unos tornillos o espárragos y tuercas, del cual recibe movimiento, y un plato de freno, elemento fijo sujeto al puente o la mangueta, en la Tabla. 5, se muestran las características del freno. En este plato van instalados los elementos de fricción, llamados ferodos, y los mecanismos de accionamiento para el desplazamiento de las zapatas. [12], como se ve en la Figura 9.

Tabla. 5 Características Freno. [12]

FRENO TAMBOR
CARACTERISTICAS
Larga duración.
Bajo costo en el mercado.
Contiene una efectividad de frenado bastante buena.
Protección ante el agua y materiales exteriores.

Aplicaciones

en la actualidad los frenos de tambor son muy empleados en vehículos gama baja, esto se da por su bajo costo y larga vida útil, y van situados en la parte trasera del vehículo los cuales trabajan a un grado de exigencia menor a los delanteros que son de freno disco, también son muy utilizados en vehículos pesados como: camiones, tracto camiones y buses, que liberan un mejor frenado por su área de fricción sobre la parte giratoria del mismo. [12]

5. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el diseño del sistema conveyor se tuvo en cuenta tres aspectos fundamentales:

- Suministro de energía.
- Sistema de control.
- Sistema mecánico.

Suministro de Energía.

Para el suministro de energía la empresa suministró baterías de Litio FerroFosfato (LiFePO₄), este tipo de baterías son utilizadas por la empresa Multiplo en sus diferentes proyectos de movilidad a partir de energías renovables, también utilizadas en la Metodología para la implementación de buses eléctricos duales con baterías litio-ferrofosfato en la ruta Circular Sur 302 de Medellín, Colombia; tesis de maestría realizada para la universidad Pontificia Bolivariana [13]; caracterizadas por ser libres de mantenimiento, mantienen toda su potencia hasta el mismo momento de la descarga. Las baterías tradicionales por lo general fluctúan según se les agota su energía. Este tipo de baterías mantiene en el 100% de los casos toda su potencia hasta que ya no pueda soportar más la carga, son excelentes por su eficiencia energética, lo cual es ideal con los requerimientos de prestación de servicios. [10]

Sistema de control.

Metodología para alcanzar el objetivo específico No. 1 “Realizar la implementación de la tarjeta electrónica basada en arduino para el sistema de control del vehículo”. En la Figura 10. , se explica brevemente las tareas realizadas para el cumplimiento del objetivo específico 1.

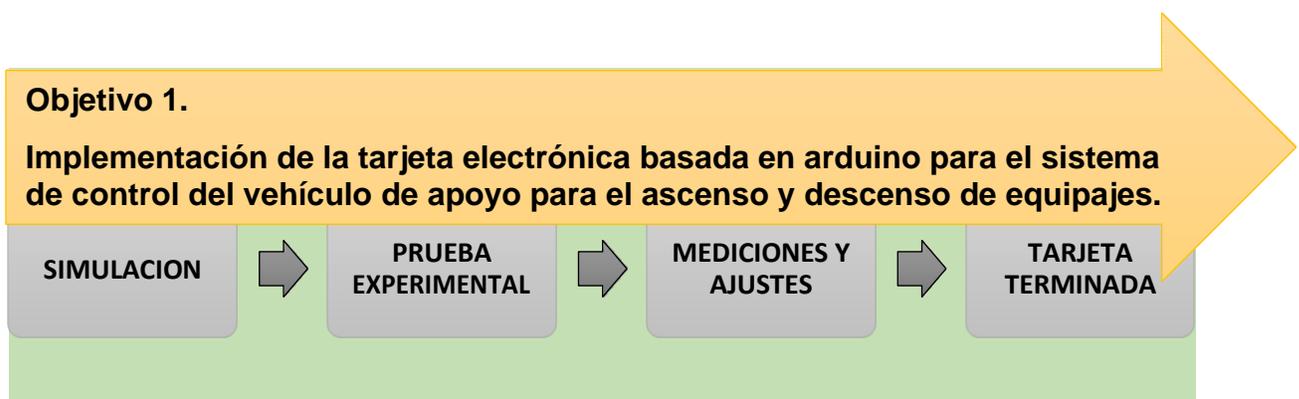


Figura 10. Tareas realizadas para el cumplimiento del objetivo específico 1.

Simulación: Componentes de control.

Mediante el uso del software Proteus Professional 8.0, se realiza la simulación de componentes electrónicos de control, (como relés, triacs, resistencias, pulsadores, controlador), y el funcionamiento de los elementos eléctricos de potencia (motores, iluminación), para determinar cuáles son los más adecuados y definir los parámetros de control.

Prueba experimental: Diseño en protoboard.

Se realiza una prueba experimental en protoboard para verificar los parámetros de control y los protocolos de programación del sistema. En comparación con la simulación se evidenció que algunos elementos no eran los adecuados para el funcionamiento del equipo, por ejemplo los triac, en la protoboard tuvimos inconvenientes por que no soportaban la carga o venían defectuosos, hubo que realizar el cambio de referencia de los mismos, también se presentaron problemas con el funcionamiento del motor de la banda, se evidenciaba una fluctuación en el movimiento, se optó por implementar un filtro pasa bajas y se consiguió la normalización del movimiento. En la Figura 11 se evidencia el pseudo-código del programa realizado para el control del equipo.

Se inicia con la activación de la tarjeta de control y energización del sistema, se valida la temperatura dentro del gabinete de control, se valida el estado de las baterías, si están cargadas, se valida el estado de los paros de emergencia, que no estén activos y se da paso al funcionamiento del equipo, pulsando los botones de mando que activarán las respectivas salidas del controlador, accionando motores, actuadores o sistemas de iluminación. Si las baterías no están cargadas entra en funcionamiento en cargador de las baterías y se monitorea el estado de carga de las mismas hasta llegar al punto de carga completa y se pone en servicio el equipo.

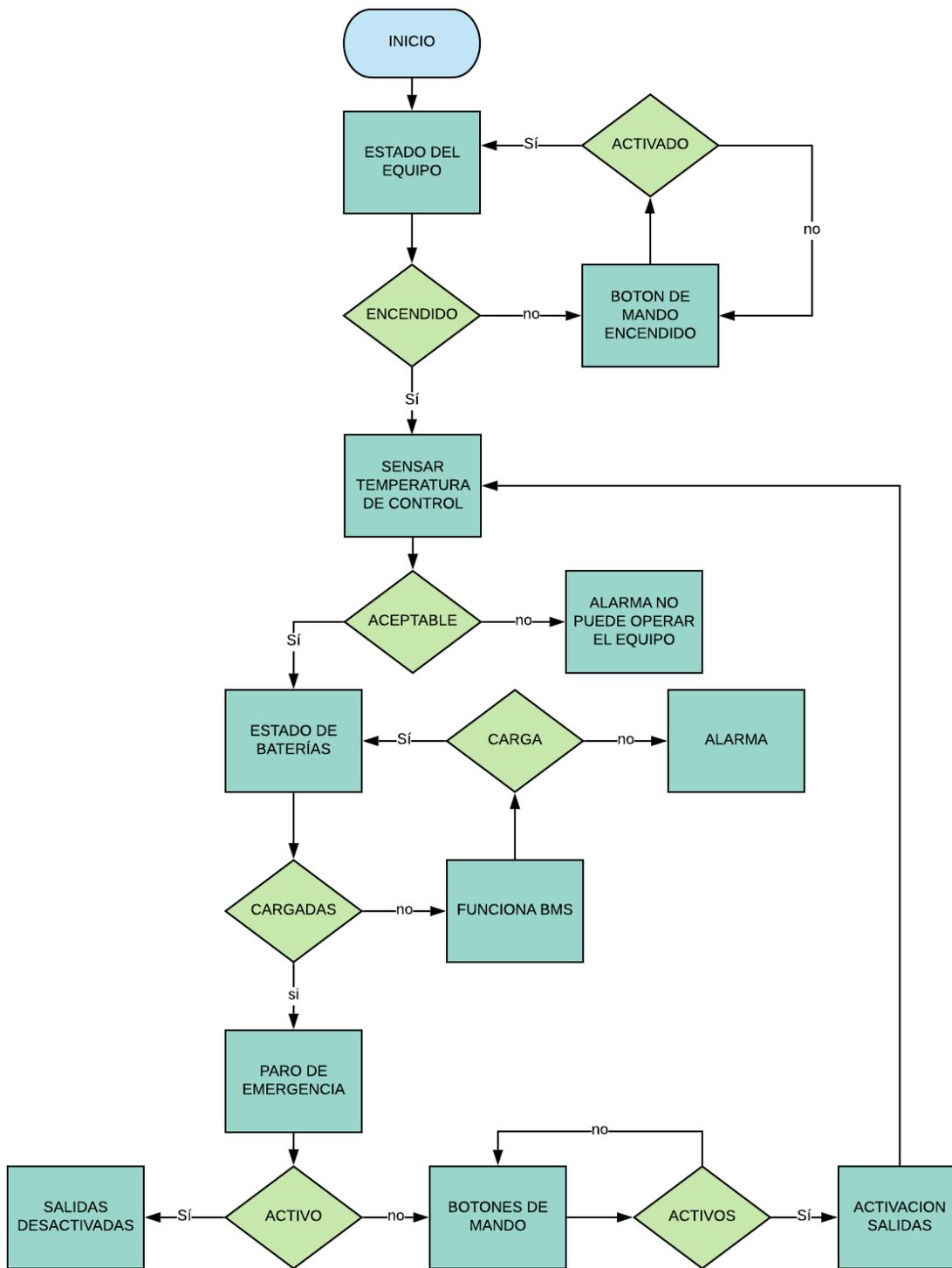


Figura 11. Diagrama de programación.

Mediciones y ajustes: diseño de PCB.

Lo primero fue definir la disposición geométrica de los componentes y los conductores que unirán a estos; el ancho de las pistas está determinado por la máxima corriente que circulará entre ellas, es decir, una pista de 0,5 mm podrá transmitir una corriente máxima de 1 A, esto se realiza debido a que se estaba presentando calentamiento y ruptura de la pista. En esta etapa se tuvo problemas con la soldadura, por motivo de que no presentaba conducción y no se evidenciaba un buen funcionamiento del equipo, se procedió a cambiar el elemento por una de mejor calidad. En la Figura 12. se aprecia la construcción de la tarjeta terminada.

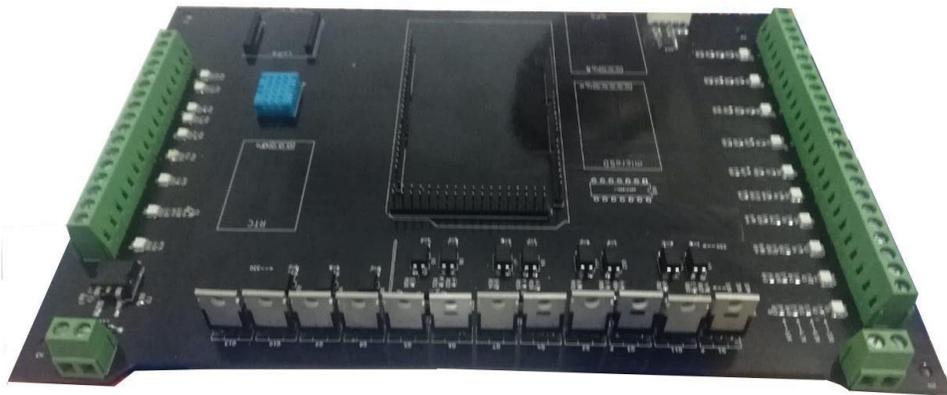


Figura 12. Tarjeta construida

Tarjeta terminada.

La tarjeta electrónica implementada para este equipo permite la condición de control de todo el vehículo, marcha y contramarcha de la banda, ascenso y descenso del brazo principal, paradas de emergencia, frenos, iluminación y señalización. En la Figura 13. se evidencia el diseño del sistema de control del vehículo.

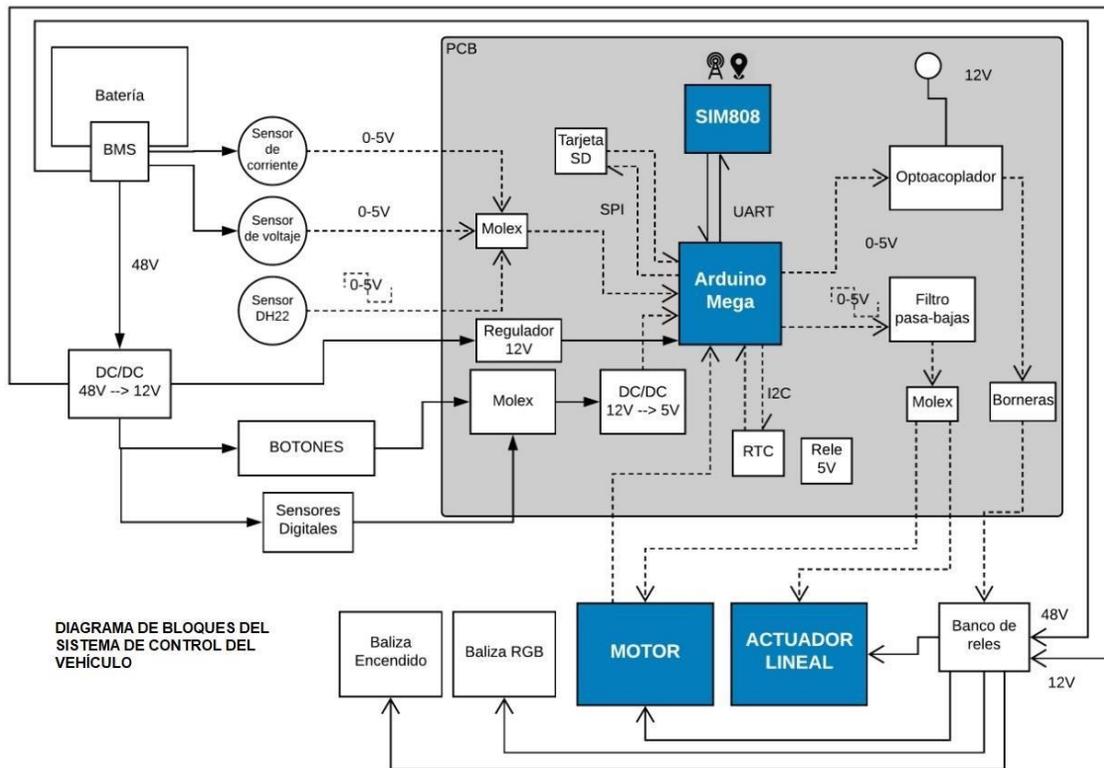


Figura 13. Diagrama de bloques del sistema de control.

En este diseño se puede observar cada uno de los componentes del sistema de control:

BMS (Battery System Management) encargado del monitoreo y carga de las baterías, acompañado de sensores de corriente y voltaje que envían señales al controlador del estado de las mismas.

DC/DC: Reductores de voltaje para alimentación y señales de entrada del arduino.

REGULADOR: Elemento utilizado para sostener el voltaje de entrada del controlador.

BOTONES: Señales de mando para accionamiento de motores, actuadores e iluminación.

SENSORES DIGITALES: Finales de carrera instalados en el sistema de elevación del brazo principal.

OPTOACOPLADOR: Sistema implementado para activación de relés por medio de las salidas del arduino y protección de las mismas.

MOLEX: Conectores utilizados para el acople de las conexiones de los elementos que comprenden el sistema de control del vehículo.

FILTRO PASA BAJAS: Utilizado para atenuar las altas frecuencias, para evitar posibles ruidos en los motores o actuadores.

SIM808, RTC, TARJETA SD, son elementos que se encuentran dentro del sistema de control, pero no hacen parte de nuestro trabajo como pasantes, estos elementos son para un proyecto futuro que implementará la empresa.

Se establece, para el control del equipo, un sistema basado en Arduino, debido a su fácil adquisición en el mercado, bajo costo, fácil programación y versatilidad de acoples de sistemas de control, a él se acoplan todos los mandos del vehículo, activando relés dependiendo de la función requerida. Como protección eléctrica se cuenta con fusibles, además se tiene instalado un sensor de temperatura y humedad para evitar daños en la tarjeta de control por corrosión o calentamientos, inhabilitando el funcionamiento del vehículo.

El voltaje de alimentación del equipo es de 48 VDC, por lo cual se instaló un convertidor DC/DC reduciendo el voltaje a 12 VDC para alimentación de la tarjeta de control. Como se aprecia en la Figura 14, estos elementos se dispusieron dentro de un gabinete que cuenta con el estándar IP66 de protección contra polvo y agua; para la distribución del gabinete se tuvo en cuenta el tamaño de todos los componentes dispuestos en el control, para lo cual la empresa dispuso un gabinete de 60*50*20 cm y se instalará en el conveyor de forma que su manipulación y revisión sea de fácil acceso.



Figura 14. Tarjeta terminada y gabinete de control.

Sistema mecánico.

Metodología para alcanzar el objetivo específico No. 2 “Construir un chasis a partir del software Onshape en materiales férricos.”

La concepción del conveyor que se realizó, es un prototipo de vehículo de transporte eléctrico no tripulado, para lo cual se requirió que fuera de tamaño reducido, comparado con los existentes en operación, y de forma estructural, esto hizo que se facilitara la construcción, la maniobrabilidad y que disminuyera los costos de adquisición de partes y repuestos, adicional se cumple con los requerimientos para transporte, ascenso y descenso de equipaje, alimentado por baterías que soporte las exigencias operativas en la prestación de servicio constante y que aporte al ambiente con un aire limpio no contaminante.

En la Figura 15, se explica brevemente las tareas realizadas para el cumplimiento del objetivo específico 2.

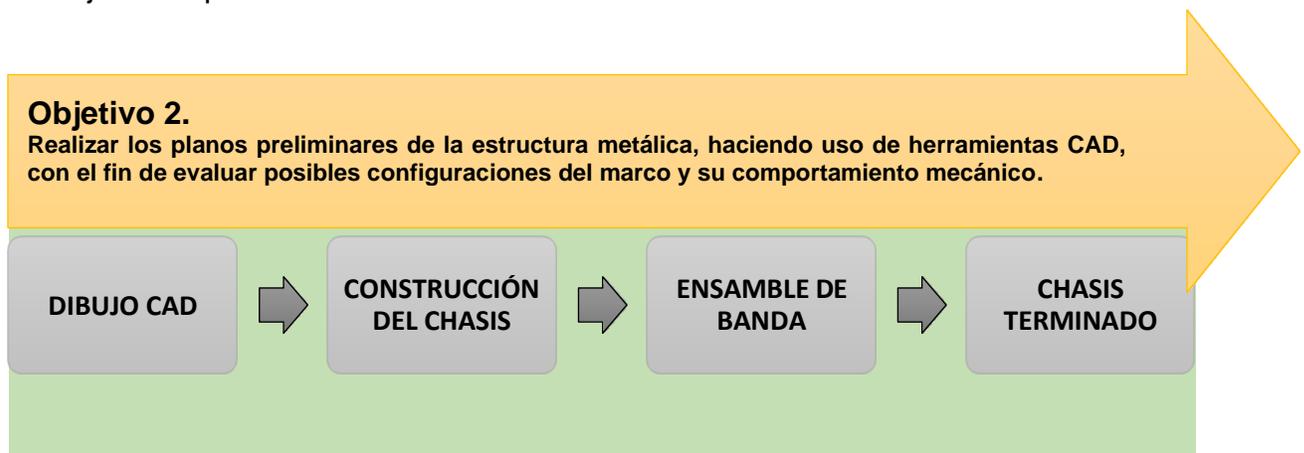


Figura 15. Tareas realizadas para el cumplimiento del objetivo específico 2.

Dibujo CAD.

En el software Onshape, con licencia empresarial, se realizó el dibujo cad del equipo, bajo la asesoría de los ingenieros de producción de la empresa. Al tener el cad listo y el visto bueno por parte del cliente, se realiza el proceso construcción del chasis del conveyor.

Desde el software se definieron factores geométricos del chasis, al igual que el peso total del vehículo y la carga a soportar. Estos factores influyen como restricciones tanto en la construcción como en la maniobrabilidad del vehículo. Para la elaboración del chasis se definió una longitud de 2,92 m de largo por 1,47 m de ancho.

El chasis es la estructura principal del conveyor, mediante tubos metálicos se armó un cuerpo que sería lo mismo que el esqueleto y carrocería del vehículo. Esta estructura debe soportar todos y cada uno de los componentes del equipo, siendo además un soporte rígido para el brazo principal, que es la banda transportadora. Desde Onshape se simula el chasis sometiéndolo a un gran número de cargas para que sea lo suficientemente rígido, no llegue a deformarse y no altere las características de la estructura del vehículo; fue necesario realizar un análisis del chasis para que fuera ligero, robusto y menos sensible a las fuerzas externas.

Construcción del chasis.

Para la construcción del chasis se tuvo en cuenta el material a utilizar, para la base del bastidor se utilizó un perfil cuadrado en Acero HR grado 50 de 40*40 mm con un espesor de 2mm que brinda mayor rigidez, esta base se encarga de soportar todo el peso del vehículo y de transferirlo a las 4 ruedas del mismo, para el soporte de los componentes utilizamos un perfil cuadrado en acero de 30*40 mm con un espesor de 2 mm para disponer todos los componentes del conveyor (motor, actuadores lineales, tablero de control, banco de baterías, etc.) para los laterales de la banda transportadora utilizamos perfil en c, brindando mayor resistencia al cuerpo de la banda, permitiendo un ajuste ideal para su funcionamiento. En la Figura 16, se evidencia el chasis inferior del conveyor, los cortes y la construcción de la estructura.

Corte y soldadura.

Se corta el material con cierra circular de manera manual, brindando cortes: rectos, 30 y 45 grados, logrando la geometría y medidas estipulada. En el proceso de soldadura, utilizamos MIG/MAG sistema de soldeo por arco eléctrico con protección a gas inerte. En este sistema, el calor necesario para el arco eléctrico es generado entre el electrodo y el material a soldar, se puede clasificar como una soldadura homogénea, porque las soldaduras en las piezas a soldar son de acero de composición similar al aporte según [14]. ya que este proceso permite un buen acabado estético en las juntas y si el material no se encuentra contaminado no produce escoria.



Figura 16.Chasis del conveyor

Después de armado el chasis, se realizó proceso de tratamiento de pintura del chasis, para evitar corrosión y oxidación de la estructura.

Pintura.

Se limpia la estructura en su totalidad con thinner, inspeccionando que no haya contaminantes que afecten el proceso de pintura, luego se aplican varias capas de anticorrosivo a todo el chasis para prevenir oxidaciones y deterioro del material.

Para el acabado del chasis se utilizó pintura epóxica, destacada por su gran resistencia a sustancias corrosivas y exposiciones a la intemperie siendo un material antideslizante y fácil de limpiar. El color del vehículo es una de las exigencias emitidas de parte de LASA a MULTIPLO S.A. estos son los colores corporativos de la empresa. En la Figura 17, se evidencia el acabado del proceso de pintura y construcción del chasis.



Figura 17. Chasis terminado

Ensamble de banda.

Paso seguido fue la construcción y montaje del brazo principal o banda transportadora a la estructura.

la lona implementada en el conveyor es de tipo industrial, tiene una capa corrugada con el fin de mantener el equipaje adherido a esta, aumentando la fricción del área apoyada (equipaje-lona). El movimiento de la banda va por medio de 20 rodillos distribuidos a lo largo de la estructura construida con perfil en C permitiendo que la lona pueda apoyarse generando así poca fricción respecto a la estructura, luego instalamos el rodillo con tensores en un extremo de la banda con el fin de darle la tensión y alineación adecuado para su desplazamiento, esto se da entre el rodillo que va sujeto a moto-reductor y el rodillo de los tensores. En la Figura 18, se muestra el ensamble de la banda transportadora en el vehículo.



Figura 18. Ensamble banda transportadora

Metodología para alcanzar el objetivo específico No. 3 “Efectuar la integración del sistema de control electrónico con el sistema mecánico.”

En la Figura 19, se explica brevemente las tareas realizadas para el cumplimiento del objetivo específico 3.

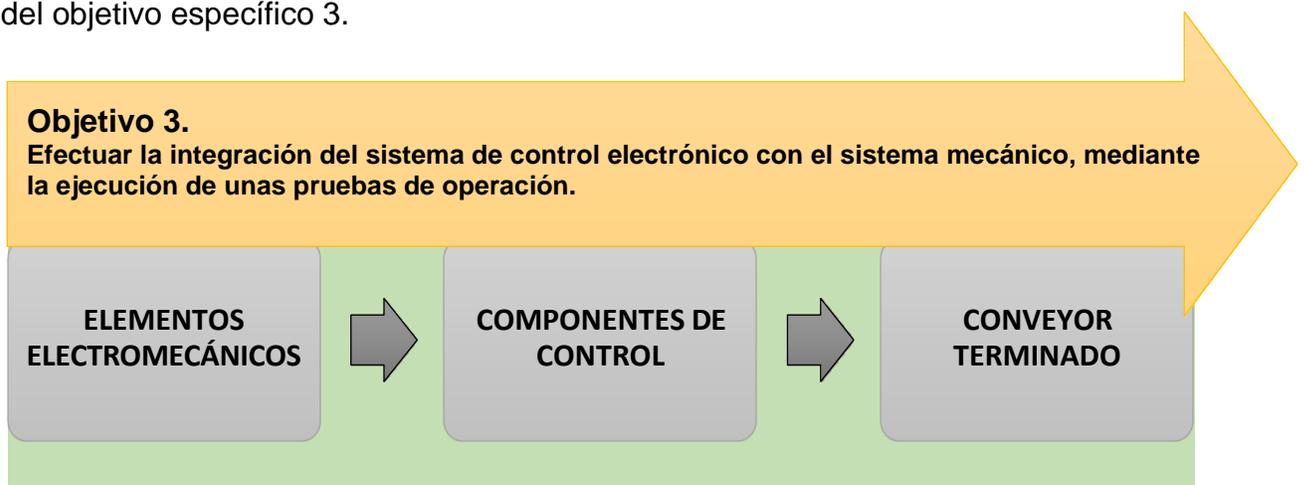


Figura 19. Tareas realizadas para el cumplimiento del objetivo específico 3.

Elementos electromecánicos

Dentro del esquema funcional del equipo, la empresa dispuso un motor dc tipo Hall, ver Figura 20, el cual cuenta con un voltaje de entrada de 48 vdc y una potencia de 3kw, cuenta con una reducción en relación de transmisión de 40 a 1, lo que permite elevar el torque y cumplir con los estándares asignados para su labor, que en este caso es activar la banda para transporte del equipaje; este se instala en el brazo principal.



Figura 20. Ensamble motor

Teniendo en cuenta que dentro de los requerimientos establecidos por el cliente, se dictamina que el equipo no debe funcionar con ningún tipo de fluidos, por lo anterior, es indispensable que para el ascenso y descenso de la banda y para el sistema de frenos, se opte por un actuador lineal, ya que generan movimientos con un tornillo sin fin e interruptores finales de carrera que detienen el movimiento de estos al momento que la banda llegue a la posición de altura máxima y a la posición de guardado, en la Figura 21, se muestra el actuador lineal utilizado en el proyecto; siguiendo con estos requerimientos, en el sistema de frenos, se opta por frenos de tambor accionados por una guaya, la cual será tensionada por un actuador mecánico que será obturado desde el punto de dirección del equipo.

Este tipo de actuador usa un tornillo sin fin para mover la barra de un lado a otro a lo largo de su desplazamiento. El tornillo sin fin asegura que el eje estará en su posición incluso cuando no está accionado, dos finales de carrera de seguridad detienen el motor en ambos extremos de su rango, mientras que los diodos permiten que se invierta la dirección después de llegar a un punto límite.

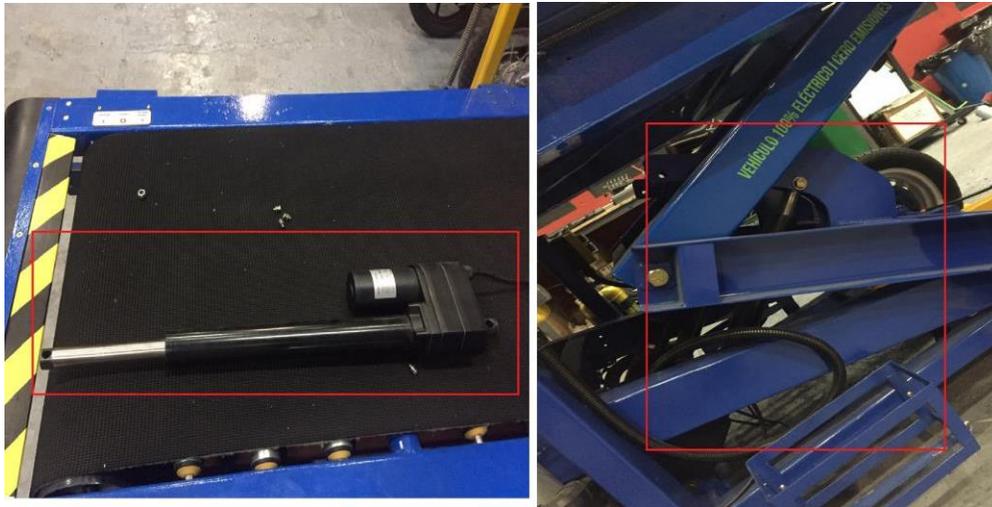


Figura 21. Actuador lineal instalado

En la parte trasera del conveyor se encuentran los frenos tipo tambor, ya que adelante solo es direccionamiento del equipo. Estos frenos son accionados por un actuador lineal, permitiendo halar las guayas y así activar los frenos. En la Figura 22, se muestra la instalación de los frenos tipo tambor y el actuador lineal para el accionamiento.



Figura 22. Frenos del equipo.

El equipo cuenta con un sistema de tiro, tanto en la parte delantera como en la parte posterior, esto para mejorar el desplazamiento y el remolque de los demás vehículos, también se realiza la implementación de una quinta rueda, esto para tener un desplazamiento de 180 grados y facilitar la maniobrabilidad, el cargue y descargue del equipaje.

Componentes de control.

Dentro del acople de los sistemas mecánicos con el sistema de control se realizó la instalación de unos botones de mando para funcionamiento:



Figura 23. Switch muletilla

El Switch muletilla mostrado en la Figura 23, es utilizado para el enclavamiento del sistema, por medio de este podemos energizar el sistema eléctrico y electrónico del conveyor.



Figura 24. Botonera start-stop.

En la Figura 24, se muestra la botonera start – stop, la cual permite la activación de sentido de giro del motor principal de la banda transportadora (marcha y contramarcha). Al pulsarse envía una señal para energizar el motor y permite el traslado del equipaje en un sentido u otro, dependiendo del pulsador activado, como se aprecia en la figura anterior, el botón verde se utiliza para el cargue de las maletas hacía el avión y el botón azul se utiliza para realizar el descargue de estas, se cuenta con un tercer botón como paro del motor.



Figura 25. Botonera ascenso y descenso

La botonera de ascenso y descenso, ver Figura 25, permite la elevación del conveyor al ángulo de inclinación ideal para el transporte del equipaje a tierra, actúan como contactos normalmente abierto, y a la hora de accionarse permiten el paso de la señal para la elevación y descenso del equipo, siendo amarillo para ascenso y negro para el descenso del sistema.



Figura 26. Paro de emergencia

En la Figura 26, se muestra el paro de emergencia, este va conectado directamente a la alimentación de control, como un contacto normalmente cerrado que al accionarse abre una línea de alimentación y permite el paro del sistema.

En relación con la parte de seguridad, el equipo cuenta con un sistema de pasamanos o baranda en las zonas laterales, para que el operario que pueda estar anclado y seguro al momento de la activación del equipo, adicional se cuenta con extintor contra incendios, y sistemas de luces tipo balizas, para que el equipo pueda ser visualizado en la pista y sistema de luces tipo reflector para facilitar el acercamiento a la aeronave y poder evitar colisiones con esta. En la Figura 27, se evidencia los botones de activación del sistema de iluminación del vehículo.



Figura 27. Activación iluminación y señalización.

6. RESULTADOS

- Se evidenció que algunos elementos no eran los adecuados para el funcionamiento del equipo, por ejemplo, los triac, tuvimos inconvenientes porque no soportaban la carga o venían defectuosos, fue necesario cambiar la referencia del triac seleccionado.
- Se presentaron problemas de fluctuación en el funcionamiento del motor de la banda, esto se da por algunas señales o vibraciones que interfieren en su comunicación, se optó por implementar un filtro pasa bajas y se consiguió la normalización del movimiento.
- La tarjeta electrónica y los protocolos de programación permitieron que el funcionamiento del vehículo fuera intuitivo para los operarios y que no tuvieran complicaciones al momento de la prestación del servicio. En la Figura 28, se evidencia la disposición del sistema de control en el vehículo y la tarjeta de control en funcionamiento.

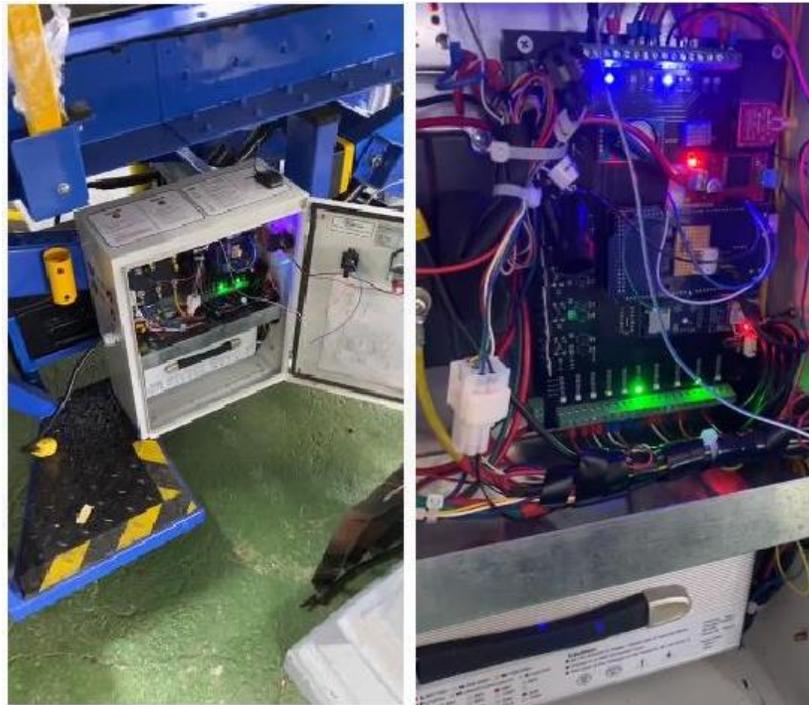


Figura 28. Sistema de control.

En la entrega del equipo en el aeropuerto se realizaron pruebas de funcionamiento, como se muestra en la Figura 29, los operarios recibieron la respectiva capacitación de operación, el sistema de control del equipo permitió que todos los operarios pudieran manejarlo sin ninguna respuesta negativa, este no tuvo ningún tipo de recalentamiento en el gabinete de control ni sus componentes electromecánicos.



Figura 29. Entrega de equipo.

- La forma estructural del chasis permitió que se pudieran ajustar los componentes electromecánicos del conveyor y brindó rigidez al vehículo para el soporte del brazo principal. Este diseño vuelve al conveyor un sistema robusto que soporta las cargas externas y por otro lado lo hace liviano para que pueda ser transportado (ver anexo 5). La soldadura utilizada en la construcción del chasis (MIC/MAC), fue un componente clave para brindar un mejor acabado estético en las juntas y mayor resistencia en el soldeo de los materiales.
- El diseño de este conveyor permite que no sea tripulado y que sea controlado de tal forma que se le evita el peso a la tracción, no posee tanques de combustible ni habitáculo de control por lo cual genera poca oposición a la rodadura y hace que se pueda transportar sin complicaciones ya sea remolcado o por el operario.



Figura 30. Puesta en servicio.

- Este vehículo eléctrico no tripulado, cumple con las expectativas hechas en un equipo de transporte de equipajes y está a la altura del entorno de trabajo del aeropuerto, adicionalmente proporciona una estabilidad en las aplicaciones cotidianas y disminuye los costos al reducir los requisitos de personal y los tiempos de carga, permitiendo así un uso libre de emisiones ya que la reducción de estas es cada vez más importante en los aeropuertos.

7. CONCLUSIONES

- Algunos componentes como los triac y la soldadura utilizada en las tarjetas, no fueron los idóneos para el desarrollo de estas, por lo cual se decide el cambio del triac por una referencia que resista una mayor carga y en la soldadura una de mejor calidad para la conexión de los componentes garantizando continuidad respecto a la pista de la tarjeta.
- Siendo el arduino como procesador principal del sistema, el cual es de bajo costo en el mercado y cumple con los requisitos necesarios para el desarrollo del sistema, tiene un desempeño positivo en el funcionamiento del vehículo de apoyo, sin presentarse fallas de ruidos en el sistema, pausas inesperadas, bloqueos por código, señales inusuales, entre otros.
- El protocolo de pruebas de eficiencia de baterías fue realizado por LASA, bajo un protocolo de pruebas propio, donde nosotros como estudiantes de pasantía no tenemos datos de estas por motivos de confidencialidad de la empresa, pero se constató que, con pruebas preliminares, se cumplieron los requisitos propios de LASA con respecto a la eficiencia.
- El uso del software permitió que la construcción del vehículo fuera más sencilla, debido que las simulaciones realizadas, entregan los datos técnicos y cálculos requeridos para la implementación del chasis.
- El perfil cuadrado de Acero HR grado 50 en sus medidas: 40*40 mm con un espesor de 2mm y 30*40 mm con un espesor de 2 mm, utilizado para la construcción de la estructural del chasis permitieron una rigidez necesaria para soportar las cargas externas del equipo, este tipo de perfil cumple con la norma ASTM A 500 GRADO C, con un esfuerzo de fluencia F_y : 3.241kg/cm² (4600 PSI) (322MPa) de siendo de fácil adquisición en el mercado y un costo asequible para el proyecto. (ver Figura 16).

- Teniendo en cuenta que las rutinas de mantenimientos de los equipos convencionales son mensuales, nuestro equipo tendrá mantenimientos preventivos menos frecuentes, las rutinas serán programadas trimestralmente, se reducirá la duración del mantenimiento, disminuyendo el tiempo de inoperatividad a un 33%, teniendo una prestación de servicio constante, lo anterior, debido a que no se tendrá que intervenir motores de combustión, unidades hidráulicas y el equipo cuenta con partes libres de mantenimiento y auto lubricadas.

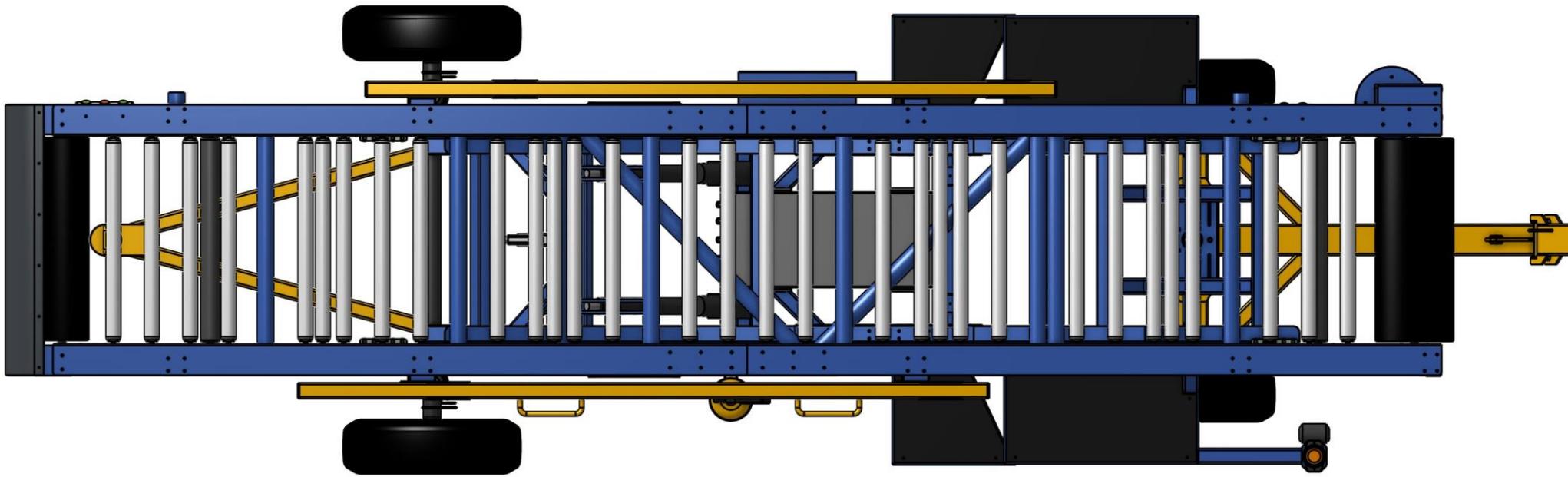
8. TRABAJOS FUTUROS.

Será la implementación de un sistema de GPS, con el fin de verificar la ubicación del conveyor, si es utilizado, o si se encuentra en bodega, también poder determinar si el equipo está disponible para la operación o en mantenimiento, obteniendo mayor eficiencia en el servicio.

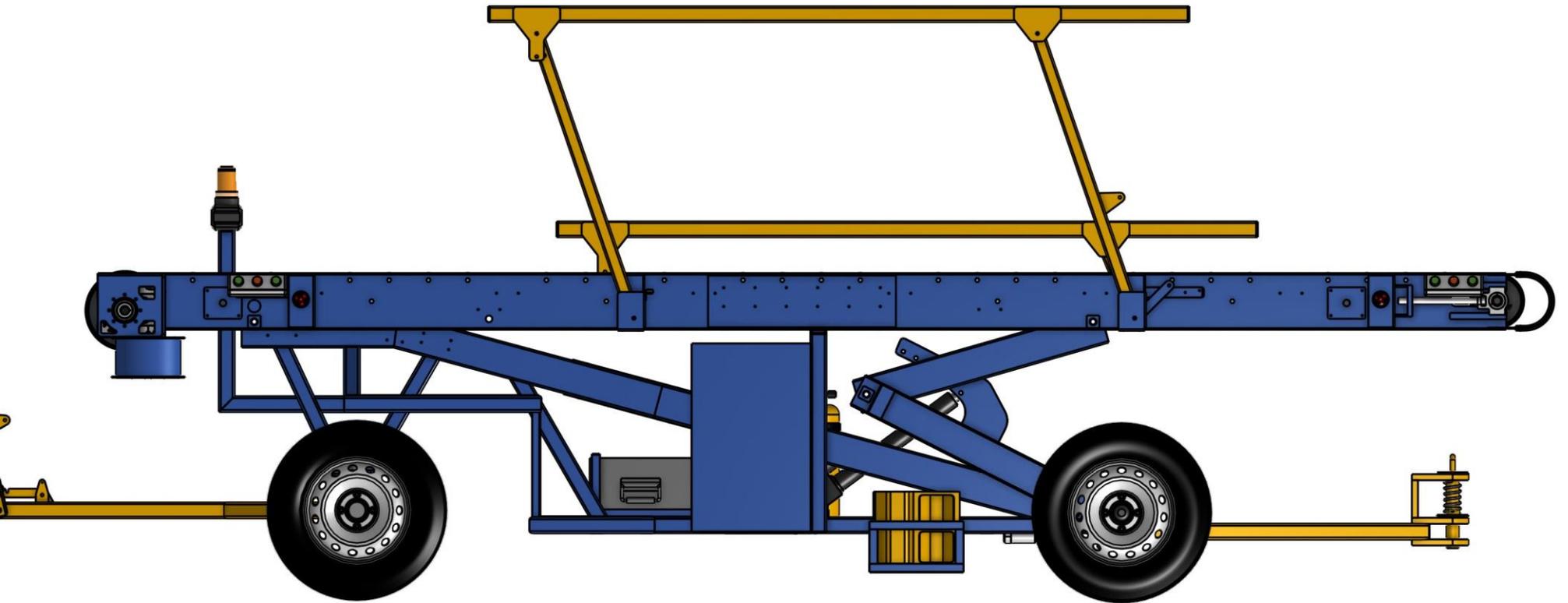
Realizar un sistema de tracción al equipo, pero que siga siendo no tripulado, es decir, el mando de control puede ser teledirigido, con esto se mejoraría la ubicación de equipo al momento del cargue y descargue de equipaje, también habría que reducir el peso del chasis para esto, se podría utilizar materiales que tengan mayor o igual resistencia mecánica, pero que sea más liviano.

9. ANEXOS

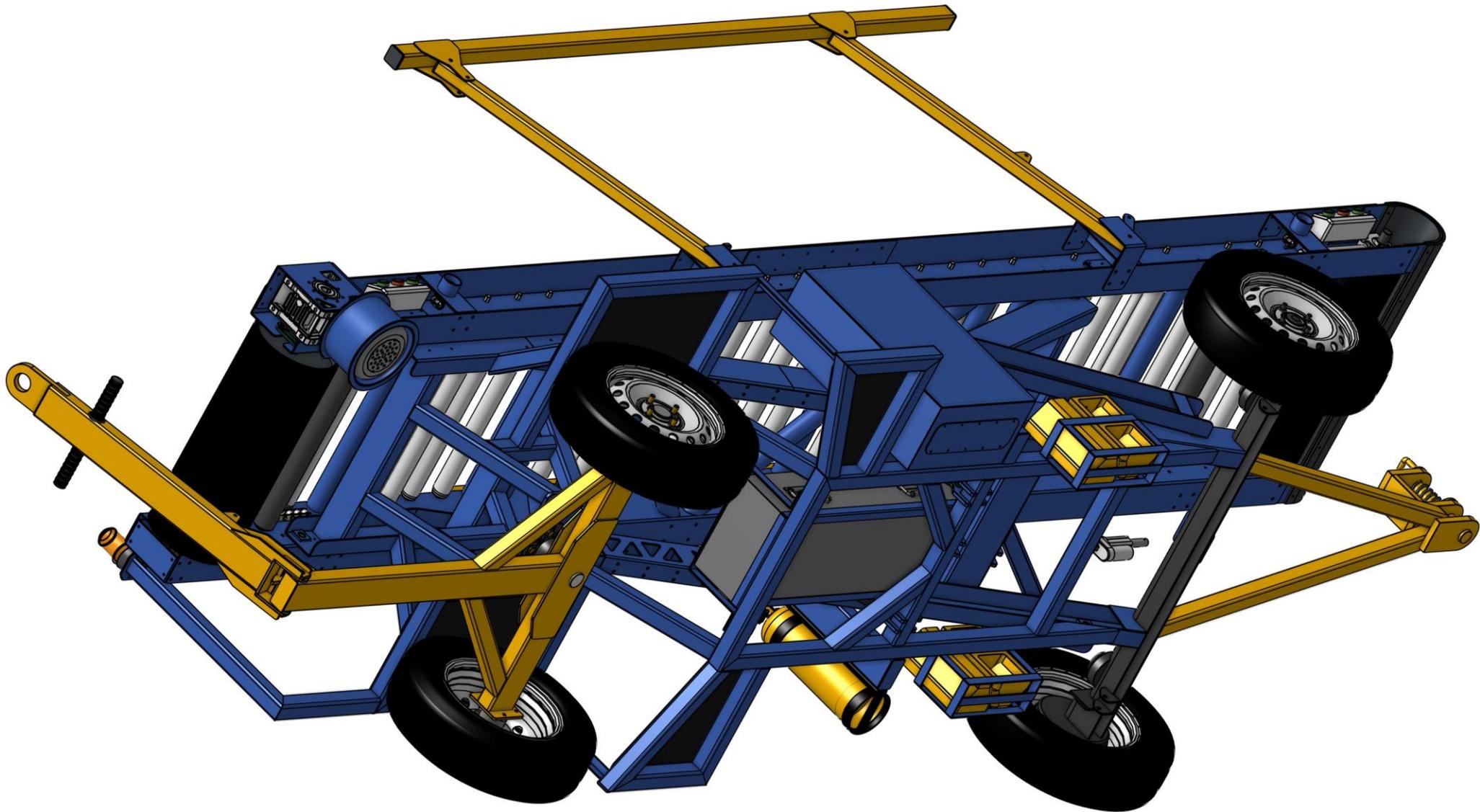
Anexo 1. Modelado 3D



Anexo 1. Modelado 3D



Anexo 1. Modelado 3D



Anexo 2 Acuerdo Pasantía.

ACUERDO PASANTIA UNIVERSIDAD ECCI

Este documento suministra información de las actividades y acuerdo que se desarrollará en convenio con la universidad **ECCI sede Medellín**, para la elaboración de un sistema tipo conveyer el cual servirá para el acenso y descenso de maletas, siendo aplicado en las aeronaves AIRBUS A320.

En su elaboración se necesita colaboración de personas con conocimiento en temas de mecánica, electricidad, electrónica y programación, para cumplir lo proyectado de su funcionamiento del equipo en campo de trabajo.

En su construcción se debe cumplir con los parámetros siguientes:

1. Diseño CAD del equipo.
2. Elaboración planos de construcción.
3. Plano eléctrico.
4. Integración de elementos eléctricos.
5. Construcción del equipo.
6. Programación.
7. Funcionalidad.
8. Entrega documento práctica.

Como proyección de trabajo se requiere de 1000 horas para estas actividades, se distribuyen en la siguiente tabla de horas de trabajo por las personas de apoyo en el proceso.

MULTIPLO

Documento confidencial

Actividad	Horas de trabajo	Responsables	Actividades a realizar
Diseño CAD mecánico	350	175 h – Mauricio 175 h – Christian	Elaboración CAD, de elementos para la estructura principal del equipo, sistemas de pivote, selección de tubería y elementos comerciales para la aplicación en campo, ergonomía, peso estimado del equipo.
Planos de construcción	80	20 h – Mauricio 40 h – Elton 20 h – Christian	Elaboración planos de fabricación, adjuntando medidas para corte de material o uniones de piezas.
Plano eléctrico	50	5 h – Mauricio 40 h – Elton 5 h – Christian	Elaboración de plano eléctrico.
Elementos eléctricos	90	30 h – Mauricio 30 h – Elton 30 h – Christian	Selección de elementos eléctricos comerciales, compatibilidad con voltaje e integración en orden de mando lógico.
Seguimiento Construcción del equipo	150	20 h – Mauricio 110 h – Elton 20 h – Christian	Cumplimiento en integración de materiales mecánicos, eléctricos, electrónicos y programación.
Programación	60	10 h – Mauricio 40 h – Elton 10 h – Christian	Ingreso de parámetros en región de eficiencia del motor, integración controlador, comunicación.
Funcionalidad	10	10 h – Elton	Pruebas de funcionalidad de todos los elementos integrados.
Entrega documento práctica	210	70 h – Mauricio 70 h – Elton 70 h – Christian	Realización de documento final de entrega para la universidad ECCI.
Total horas de trabajo	1000		

Tabla 1 (Horas de trabajo)

El tiempo para ejecutar las actividades se toma de 36 horas por semana, de lunes a sábado.

MULTIPLO

Documento confidencial

En el proceso y toma de decisiones de las personas de apoyo, se debe tener presente que el equipo debe ser de bajo peso, debe tener dirección asistida por un tiro (tipo remolque) para ser enganchado en un vehículo y pueda ser transportado a diferentes puntos del Aeropuerto para estar en trabajo o mantenimiento del mismo, se tiene que integrar que su fuente de poder sea de energía renovable y los elementos eléctricos en su funcionamiento deben estar en el mayor punto de eficiencia.

En la pasantía se suministrará información confidencial de la empresa, el cómo poder llevar los lineamientos para su construcción, se tendrán temáticas de capacitación para la toma de decisiones. Los cálculos matemáticos no serán suministrados en el documento final de entrega de la pasantía para la universidad, con el fin de conservar el valor agregado de la compañía y de esta manera se conserva el no plagiar el equipo por otra persona o empresa.

Las personas de apoyo por parte de la universidad ECCI, son estudiantes de Ingeniería Mecatrónica de último semestre, aportando sus conocimientos para la elaboración del equipo.

Se tendrá presente que el equipo de apoyo no asumirá ningún costo por daños o averías que se puedan presentar en medios de su construcción o mala toma de decisiones.

El equipo de apoyo no tendrá **NINGUNA REMUNERACION ECONOMICA** por el aporte para este proyecto.

Se contará con espacio en el edificio we work sector poblado para el modelo CAD, reuniones o visitas por parte del asesor del proyecto, disponible internet en el edificio y espacios comunes para el buen desarrollo en el proceso administrativo. Para su ensamble y puesta a punto se realizará en la bodega Premium múltiplo Colombia, en la dirección carrera 45 # 31-54.



Las personas que participarán son:

Nombre	Christian Ospina Perez
Universidad	Universidad ECCI sede Medellín
Semestre	noveno
Cedula	1036648511
Código estudiantil	66681
Carrera	Ingeniería mecatrónica

Nombre	Mauricio castaño sabogal
Universidad	Universidad ECCI sede Medellín
Semestre	noveno
Cedula	1130674985
Código estudiantil	66562
Carrera	Ingeniería mecatrónica

Nombre	Elton ortega plata
Universidad	Universidad ECCI sede Medellín
Semestre	noveno
Cedula	1036614628
Código estudiantil	66711
Carrera	Ingeniería mecatrónica

La fecha de inicio de labores por parte de los estudiantes para

La empresa múltiplo Colombia, es el día **19 de noviembre de 2019** y culminara el proceso de pasantía de proyecto el día **14 de febrero de 2020**, este proceso se realiza a solicitud de ambas partes por demoras en la ejecución del proyecto y dificultades de tiempo en los practicantes en la finalización del semestre.

Se toma la medida definida por ambas partes de laborar 6 horas diarias, gracias a la culminación de parciales trabajos y documentos en los entregables de los practicantes de sus responsabilidades académicas.

Es necesario realizar estas actividades por esta fecha, para cumplir con el requisito que es para la graduación y es de comprender por parte de los practicantes que se tienen responsabilidades académicas para inicio de febrero con las ultimas material del proceso de formación en la universidad ECCI.



Firmas estudiantes

Christian Ospina.

CHRISTIAN OSPINA PEREZ
CC 1036648511

Mauricio Castaño S

MAURICIO CASTAÑO SABOGAL
CC 1130674985

ELTON ORTEGA

ELTON ORTEGA PLATA
CC 1036614628

Firma líder programa Ing. Mecatrónica

FRANK/ALEXANDER RUIZ HOLGUIN
CC. 71310249

Firma Docente asesor

JESÚS MARÍA MUÑOZ RAMIREZ
CC. 8438963

Firma Empresa

ELIZABETH CORREA
CC

Anexo 3 Vehículos de apoyo comerciales



Dimension	length -6720mm,width - 1500mm,height - 1300mm (Without canopy)	wheel tread	Front : 600mm,Rear 1300mm
Ground Clearance	150mm	Conveyor Frame Height	Front: (working status): 900-3400mm
Max Speed	25km/h	Rear	720-865mm
Belt Capacity	Load Capacity On belt: 150kg/m;Overall: 800kg	Hydraulic motor	Italian Sam
Engine	diesel 188FAM 6.8kw/3000rpm	Hydraulic pump	CHANGYUAN
Brake	Manual	Battery	12V / 80A
Wheelbase	3200mm	Width of the belt	700mm
Wheel	4.00-8 rubber tire	Conveyor Belt Transfer Speed	12m—30m/min

CONVEYOR CHEERONG [15]



The towed belt conveyor consists of the following basic units:

- Truck with towbar;
- Conveyor arrows with hinged railings;
- Hydraulic system
- Power unit

CONVEYOR LAS-1 [16]

10. REFERENCIAS.

- [1] R. D. COLOMBIA, «Secretaría del Senado,» 2019. [En línea]. Available: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0256_1996.html..
- [2] R. A. G. M. y. A. A. C. E, «ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS EN PATIOS DE ALMACENAMIENTO EN EMPRESAS DE MINERÍA DE CARBÓN CON SIMULACIÓN DISCRETA Y DISEÑO DE EXPERIMENTO,» *SCIELO*, 2011.
- [3] J. G. L. Loiza, «MODELADO DE BANDAS TRANSPORTADORAS EN PARALELO EN MINERÍA DE SUPEFICIE,» *GRINDDA*, 2019.
- [4] M. F. L. Córdova, «Sistema automático monitorizado de transporte y seguridad de equipajes en los aeropuertos,» *Universidad Fransisco de Quito*, 2010.
- [5] ISOtools, «ISOTOOLS EXCELLENCE,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.isotools.org/normas/medio-ambiente/iso-14001>..
- [6] isotools, «ISOTOOLS Excellence,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.isotools.org/normas/calidad/iso-9001/>..
- [7] Arduino, «Arduino,» 2020. [En línea]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-adk-rev3>..
- [8] T. N. COSME, «Desarrollo de un prototipo de vehículo autónomo semi-inteligente basado en Arduino,» *UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA*, 2016.
- [9] S. E. M. Company, «Sunrise Electric Motor Company,» 2020. [En línea]. Available: Available: https://www.sunrisemotor-cn.com/product_category/Brushless-DC-Motor.html?gclid=EAlaIqobChMI26imoffM5wIVB3iGCh1SXA1kEAAYASAAEgLHBfD_BwE.
- [10] Renobat, «Renobat,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.renobat.eu/caracteristicas-de-las-baterias-de-litio-lifepo4>.
- [11] LINAK, «LINAK-LATINOAMERICA,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.linak-latinamerica.com/products/actuadores-lineales/>..
- [12] AUTONOCION, «autonocion.com,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.autonocion.com/frenos-disco-tambor-componentes-tipos-funcionamiento>.
- [13] M. E. B. Zapata, «Metodología para la implementación de buses eléctricos duales con baterías litio-ferrofosfato en la ruta Circular Sur 302 de Medellín, Colombia,» *Universidad Pontificia Bolivariana*.
- [14] F. J. S. Lara, Soldadura MIG de acero inoxidable y aluminio. FMEC0210, ic editorial, 2019.

- [15] Cheerong, «Cheerong,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.aircheerong.com/towable-conveyor-belt-loader>.
- [16] LAS-1, «LAS-1,» 2020. [En línea]. Available: <http://las1.lv/en/equipment/ground-support-equipment/baggage-handling-on-apron/klp-towed-belt-conveyor.html>.
- [17] P. C. Rodriguez, Componentes electrónicos - Teoría constructiva montaje y circuitos típicos, Buenos Aires: Librería y editorial ALSINA, 2001.
- [18] T. J. Maloney, Electrónica industrial moderna, PEARSON, 2006.
- [19] J. E. S. Trujillo, RESISTENCIA DE MATERIALES BÁSICA PARA ESTUDIANES DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2007.
- [20] A. S. Nicolas, DISEÑO MECANICO, MIRA.