

REDISEÑO DEL CONTROL MULTI-19

Medellín 4 de agosto del 2020

JUAN CARLOS BOTERO GOEZ.
Ingeniero Mecánico



CHARLIE PROJECTS

El presente documento tiene por intención estructurar la propuesta del rediseño de control e implementación electrónica para los vehículos de elevación de equipaje aeroportuario MULTI-19 fundamentándose en el uso de elementos estándares en el mercado.

Este documento se propone como un referente de cotización detallada del proyecto propuesto y está sujeto a modificaciones previas a su aprobación.

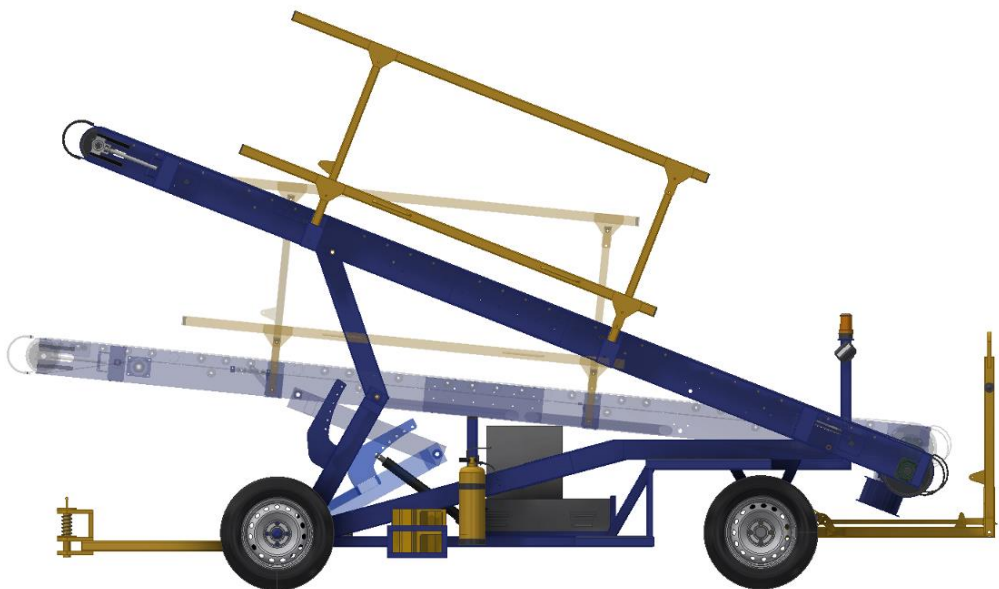


Figura 1 Vista lateral del MULTI-19

CONTENIDO

1	Requerimientos.....	2
1.1	Funcionamiento detallado	2
1.2	Entradas.....	2
1.3	Salidas	3
2	Propuesta	3
2.1	Control.....	3
2.2	Electrónica.....	3
2.2.1	Alternativa 1:.....	3
2.2.2	Alternativa 2:.....	4
2.2.3	Alternativa 3.....	4
2.2.4	Comparación	4
3	Milestone.....	5
3.1	Que se incluye	5
3.2	Que NO se incluye	5
4	Dudas.....	5
5	Sugerencias.....	5

1 REQUERIMIENTOS

1.1 FUNCIONAMIENTO DETALLADO

La banda transportadora MULTI-19 es un equipo aeroportuario de transporte manual la cual cuenta con 2 pistones eléctricos de 48V para su elevación de la plataforma, un motor eléctrico con reducción para el funcionamiento de la banda y un sistema de frenado electrónico de 48V; los cuales operan de manera independiente, el equipo opera con una batería de 48V y tiene la capacidad de comunicar datos por medio de un protocolo LoRaWan y cuenta con una luz beacon reglamentaria para la visibilidad del equipo y un reflector para su operación nocturna. A continuación, se describen los comportamientos de los sistemas independientes:

- El equipo inicia su funcionamiento con la activación del selector START, el cual energiza el sistema de potencia, antes de esto el equipo se encuentra en estado de hibernación, empleando el procesador solo para la transmisión de datos de telemetría.
- Cuando el equipo se encuentra energizado y se presiona de forma sostenida el pulsador de elevación SwUP el comando UP se activa, elevando la plataforma,
- Cuando el equipo se encuentra energizado y se presiona de forma sostenida el pulsador de deceso SwDOWN el comando DOWN se activa descendiendo la plataforma, teniendo como limite la activación de la señal del final de carrera (finalCarrera).
- La banda operada bajo los comandos FWR y RWD para determinar el ascenso y descenso de equipaje al presionar respectivamente los pulsadores SwFWR y SwRWD, la banda se detiene al presionar el pulsador STOP o al presionar el pulsador contrario a la marcha que se está ejecutando.
- El freno electrónico se puede activar de forma manual mediante el selector (freno?) o se activa automaticamente al activar el funcionamiento de la banda.
- La luzBeacon debe mantenerse siempre encendida cuando el equipo se encuentra en plataforma, esta se activa con el suiche SwBeacon.
- El reflector se activa con el suiche SwReflector.
- La luzBeacon se activa automáticamente si se activa el funcionamiento de la banda, para advertir de su estado de actividad.
- El equipo reporta en todo momento el estado de la batería haciendo uso del sensor Sunt y la luz de estado de batería estadoBateria, reportando el estado alto, medio y bajo.
- El equipo identifica la temperatura y la humedad interna de la caja de control por medio del sensor DHT-22.
- Los datos de los tiempos de operación, estados de la batería y posición (GPS) se guardan en la memoria SD junto con cualquier reporte de operación inusual como data log (Definir situaciones), cada reporte se identifica con su momento de ocurrencia mediante el módulo RTC (Definir el formato de la base de datos).
- Por medio de la luz estadoGeneral se indica cualquier malfuncionamiento del equipo, para advertir una revisión, estas reportan 3 estados, bueno, medio, malo (definir de forma más detallada).

1.2 ENTRADAS

Índice	Nombre descriptivo	Nombre en código	Tipo	Voltaje	Puerto
1	Encendido Maquina	START	Booleana	Vcc	
2	Luz Beacon	SwBeacon	Booleana	Vcc	
3	Luz Reflector	SwReflector	Booleana	Vcc	
4	Control Banda FWD	SwFWR	Booleana	Vcc	
5	Control Banda STOP	STOP	Booleana	Vcc	
6	Control Banda RWD	SwRWD	Booleana	Vcc	
7	Control Elevador UP	SwUP	Booleana	Vcc	
8	Control Elevador DOWN	SwDOWN	Booleana	Vcc	
9	Fin de carrera	finalCarrera	Booleana	Vcc	
10	Entrada Extra Puls1	Sw1	Booleana	Vcc	
11	Entrada Extra Puls2	Sw2	Booleana	Vcc	
12	Entrada Extra Puls3	Sw3	Booleana	Vcc	
13	Entrada Extra Puls4	Sw4	Booleana	Vcc	
14	Shunt	SHUNT	Análoga	¿?	
15	DHT-22 Temperatura	Temp	Análoga	5	
16	DHT-22 Humedad	Hum	Análoga	5	
17	GPS	GPS	PWM	5	UART
18	RTC	RTC	PWM	5	I2C
19	LoRaWan	LoRa	PWM	5	UART

1.3 SALIDAS

Índice	Nombre descriptivo	Nombre en código	Tipo	Voltaje	Puerto
1	Motor Elevación UP	UP	Booleana	48	
2	Motor Elevación DOWN	DOWN	Booleana	48	
3	Motor Banda FWD	FWR	Booleana	5?	
4	Motor Banda RWD	RWD	Booleana	5?	
5	Luz Beacon	Beacon	Booleana	12	
6	Luz Reflector	Reflector	Booleana	12	
7	Luz estado Batería 1	estadoBateria1	Booleana	12	
8	Luz estado Batería 2	estadoBateria2	Booleana	12	
9	Luz estado general 1	estadoGeneral1	Booleana	12	
10	Luz estado general 2	estadoGeneral2	Booleana	12	

Nota: los puertos de las entradas y las salidas están pendientes por definir, se requiere primero definir la alternativa de implementación electrónica, descritas más adelante.

2 PROPUESTA

2.1 CONTROL

Para el control del vehículo se plantea un control por máquina de estados finitos (MEF) orientado a eventos, para facilitar la implementación y garantizar la robustez del código, empleando protocolos de programación defensiva que eliminen la posibilidad de fallos e inestabilidades del programa. Este se pretende desarrollar en C++ mediante la plataforma Visual Studio Code + PlatformIO.

Se pretende desarrollar un programa empaquetado que cuente con todas sus librerías propias y no dependa de instalaciones, ni configuraciones adicionales para su funcionamiento y revisiones posteriores.

El controlador se implementará con protocolo de comunicación serial a una velocidad entre 9600-1150 baud rate, para su posible diagnóstico.

2.2 ELECTRÓNICA

Con respecto al desarrollo electrónico lo más conveniente en temas industriales es el uso de componentes estándares ya desarrollados y probados, que garanticen la confiabilidad del sistema y presten soporte ante cualquier fallo por parte del componente. Para lo anterior se proponen tres (3) alternativas considerando la cantidad de entradas y salidas que requiere el sistema, estas se describen de manera resumida a continuación:

Nota: si se requiere ampliar información sobre alguna de las alternativas se sugiere realizar una llamada de asesoría, posterior a la aprobación del trabajo.

2.2.1 Alternativa 1:

(NORVI IIOT AE01-R) + (NORVI Agent1 AT01-BT1) + (Unification entradas)

	NORVI IIOT AE01-R	NORVI Agent1 AT01-BT1	TOTAL
Entradas digitales	8	3	11
Entradas análogas 0-10V	0	3	3
Salidas Relé	6	0	6
Salidas Transistor	2	2	4
Adicionales	Wi-Fi, Bluetooth, RS-485, OLED	Wi-Fi, Bluetooth, LoRa, SD, antenna externa	N/A
Costo	80.19 USD	81 USD	161.19 USD

Nota: los elementos tachados (~~ejemplo~~) no se emplearían en la solución propuesta, por más que estén incorporados en el dispositivo.

Esta alternativa cuenta con menos pines de entrada de los que se requiere, sin embargo, si se realiza un circuito de resistencias adicionales se pueden leer varias entradas con un solo puerto análogo, como se ejemplifica en la Figura 2.

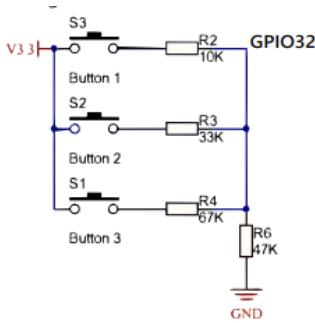


Figura 2 Multiplexor de pulsadores

2.2.2 Alternativa 2:
(NORVI Arita Modelo 5) + (NORVI Agent1 AT01-BT1)

	NORVI Arita Modelo 5	NORVI Agent1 AT01-BT1	TOTAL
Entradas digitales	14	3	17
Entradas análogas 0-10V	0	3	3
Salidas Relé	10	0	10
Salidas Transistor	2	2	4
Adicionales	RS-485, OLED	Wi-fi, Bluetooth, LoRa, SD, antenna externa	N/A
Costo	159 USD	81 USD	240 USD

Esta alternativa hace uso de un controlador basado en un procesador ADMEGA 2560 con las debidas protecciones para su operación industrial y un procesador basado en ESP32 igualmente con sus protecciones industriales en donde pretende destinar el primer controlador para dedicarse a la operación del equipo y el segundo para el control de las comunicaciones.

2.2.3 Alternativa 3
CONTROLLINO MEGA + modulo LoRa+ Modulo SD

	CONTROLLINO MEGA
Entradas digitales/ análogas	10
Entradas solo digitales	2
Salidas digitales	24
Salidas Relé	16
Adicionales	RS-485, Eternet, RTC
Costo	328.72 USD

Esta alternativa funcionaria bajo la operación de un único controlador tanto para la operación del equipo, como para el manejo de las comunicaciones y el registro de informacion, es facilita la implementación al requerir una única instalación, pero compromete el funcionamiento al destinar tantas tareas a funcionar al mismo tiempo en un procesador de un solo núcleo.

2.2.4 Comparación

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Confiabilidad	8	10	9
Costo	161.19 USD	240 USD	328.72 USD
Facilidad	5	8	6
Documentación de los sistemas	8	8	9
Ventaja	Es la alternativa más económica	Es la alternativa más fácil de implementar y más completa, no requiere circuitos adicionales	Requiere de un solo módulo de control. Tiene más puertos para posibles expansiones
Desventaja	Requiere del uso de 2 módulos de control. Requiere de un circuito adicional	Requiere del uso de dos módulos de control.	Es la alternativa más costosa

- Nota:
- Todas las alternativas tienen montaje directo para riel DIN, lo que facilita la instalación y estandarización de las conexiones electrónicas.
 - Aun no se incluye el costo de elementos adicionales como fuente de alimentación de 24V y otros periféricos que se puedan requerir.

3 MILESTONE

ENTREGABLE	HONORARIO [COP]	DURACIÓN
Diagrama de control	\$ 240,000.	1 día
Diagrama de conexiones	\$ 480,000.	2 días
Lista de componentes (Requiere investigación detallada)	\$ 1'200,000.	5 días
Programa base (Código en formato .cpp)	\$ 1'200,000.	5 días
Prueba del programa	\$ 720,000.	3 días
Correcciones (de ser necesario)	Sin costo adicional	-
Programa para implementación (Carpeta con archivos de texto plano)	\$ 1'200,000.	5 días
Acompañamiento en la implementación	\$ 1'200,000.	5 días
Documentación del código		2 días
Holgura de entrega ± 10 días	Sin costo adicional	10 días
TOTAL	\$6'720,000	28 días+10

3.1 QUE SE INCLUYE

- Los entregables anteriormente descritos
- Soporte técnico durante el siguiente a la intervención, cualquier consultoría posterior a este periodo tiene un cargo adicional por hora.
- Garantía del funcionamiento del código, dentro de los requerimientos establecidos.
- Acompañamiento remoto durante el periodo de desarrollo, implementación y posventa.
- Acompañamiento presencial durante la implementación.

3.2 QUE NO SE INCLUYE

- Tarifas de transporte y desplazamiento para acompañamiento en sitio diferente a la bodega de MULTIPLO Colombia S.A.S.
- No se incluye el código de manejo de LoRaWan: se sugiere trabajar en cooperativo con Andy Bailey para este desarrollo.
- No se cubre el costo de los materiales.
- Garantía de funcionamiento de componentes (se remite directamente con el proveedor).
- Correcciones que se salgan de los parámetros inicialmente propuestos en los requerimientos.

4 DUDAS

1. ¿Se requiere control de velocidad de la banda? Especificar las velocidades y el funcionamiento: control continuo o escalonado.
2. ¿Qué referencia de sensor Shunt se está empleando y cuáles son los rangos de corriente para determinar el estado de la batería?
3. Los voltajes definidos para los pulsadores de entrada son estrictamente fijos o se pueden redefinir para manejar un solo voltaje de referencia (12v – 24v).
4. ¿Cuántas posiciones tiene los selectores a los que hace referencia las entradas?
5. ¿Qué tipo de luces se emplean para el estado de batería y estado? ¿LED bicolor o RGB?
6. ¿Para qué se emplean las entradas de los pulsadores extra-1-4?
7. El botón E-STOP no se menciona en las entradas, ¿se removió del sistema?
8. ¿Los módulos GPS, RTC y LoRaWan ya están implementados o deben ser adicionados?
9. ¿A que hace referencia la señal de salida “Stop” para el motor de elevación y el motor de la banda? ¿Los controladores tienen este pin como entrada preventiva?
10. ¿Se proporciona la documentación de la implementación anterior para usar como referente?

5 SUGERENCIAS

1. Uso de 2 controladores el primero para ser dedicado al funcionamiento confiable del vehículo y el segundo para gestionar las comunicaciones y el diagnostico, puede ser un 50USD más costoso, pero garantiza una mayor confiabilidad.
2. Proveer un vehículo de pruebas para intervenir prematuramente para realizar las pruebas unitarias de la programación durante el desarrollo.
3. Considerar implementar el uso de Bluetooth para el diagnóstico a través de una aplicación móvil, puesto que esta tecnología ya viene embebida en todos los controladores base ESP32, esto se puede considerar para una actualización posterior al sistema.