



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica**  
**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica**

**TEMA:** “Implementación del panel de control del sistema de protección contra incendios del motor y Apu, mediante el uso del manual de mantenimiento Ata 26, en el simulador de vuelo de la aeronave Boeing 737-500, perteneciente a la universidad de las fuerzas armadas ESPE”

**AUTOR:** Chariguaman Bargas, Jairo Steeven

**DIRECTOR:** Ing. Arellano Reyes, Milton Andrés

Latacunga 2024



# INTRODUCCIÓN



El presente proyecto describe la implementación y chequeo operacional del panel de control del sistema de protección de incendios del motor y APU mediante el uso del manual de mantenimiento del ATA 26, en el simulador de vuelo Boeing 737-500 perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

El panel de protección contra incendios del motor y la APU está diseñado para detectar y controlar cualquier incendio que pueda ocurrir en el motor o la APU, este sistema puede detectar incluso pequeñas cantidades de humo o calor, lo que permite que la tripulación tenga la oportunidad de tomar medidas preventivas antes de que el fuego se propague.



# OBJETIVOS

## General:

- Implementar el panel de control de incendios del motor y APU, mediante el uso de información técnica y legal del manual de mantenimiento ATA 26, en el simulador de vuelo Boeing 737-500, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, para garantizar la interacción.

## Específicos:

- Recopilar información técnica de la aeronave Boeing 737-500 que permita el diseño y construcción del panel del sistema de protección de incendios del motor y APU, identificando cada uno de los componentes pertenecientes al panel.
- Implementar el sistema de protección de incendios de motores y APU, de modo que brinde un acople adecuado al simulador para su correcto funcionamiento e interacción con el mismo.
- Verificar que el funcionamiento y la operación del panel de protección de incendios del motor y APU se encuentre en perfectas condiciones para el uso de la institución.



# DISPOSITIVO DE SIMULACIÓN DE VUELO PARA ENTRENAMIENTO

Un simulador de vuelo desempeña un papel importante en la fase de formación de vuelo. Estos dispositivos permiten a los alumnos concentrarse en el desarrollo de habilidades aeronáuticas claves como el control de la aeronave, la navegación, interpretación de instrumentos y maniobras de vuelo en entorno rentable y controlado. Los alumnos pueden adquirir competencia y confianza en los principios fundamentales de vuelo, maximizando la utilización del tiempo y los recursos.



# CARACTERÍSTICAS DE SIMULACIÓN

## Simulación de la aeronave

- Disposición y estructura de la cabina de vuelo
- Asistencia en tierra
- Sistema del avión
- Controles y fuerza de vuelo

## Simulación de señales

- Señales sonoras
- Señales virtuales
- Señales de movimiento

## Simulación de entorno

- Entorno – ATC
- Entorno – Navegación
- Entorno – Atmosfera y meteorología
- Entorno – Aeródromos y terreno



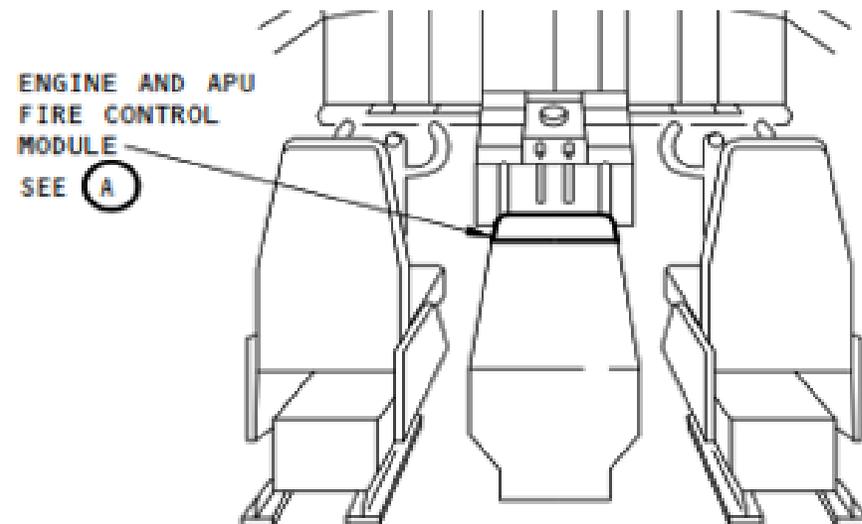
# SISTEMA DE PROTECCIÓN Y DETECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LA AERONAVE B737-500

El sistema de protección contra incendios de la aeronave B737-500 está enfocado en la extinción de incendios y la detección de incendios/sobrecalentamiento.

Los sistemas de detección están destinados a advertir de fuego o sobrecalentamiento en cada motor, unidad de potencia auxiliar (APU), bahía de la rueda principal, alas, cuerpo inferior de la popa y lavabos. Por otro lado, las luces del módulo de control de incendios del motor y del APU, las luces de advertencia principales del módulo del escudo de luces y una alarma proporcionan indicaciones de incendio.

Los sistemas de extinción son:

- Un sistema fijo de extinción de incendios del motor
- Un sistema fijo de extinción del APU

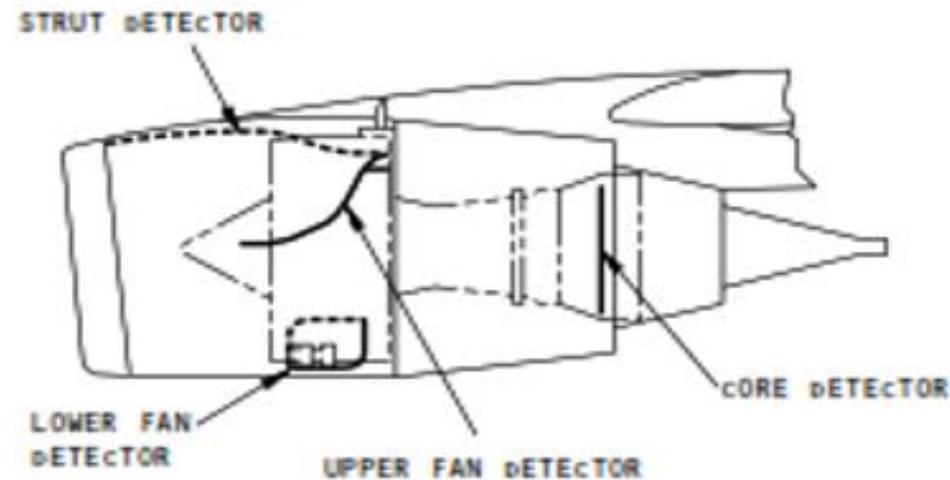


# SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS DEL MOTOR

El sistema de detección de incendios del motor supervisa la temperatura del motor y de la góndola para detectar condiciones de incendio y sobrecalentamiento, por lo cual existen detectores de incendio/sobrecalentamiento en cada zona del motor.

Los componentes con los que cuenta el sistema de detección son:

- Detectores de incendios
- Unidad accesoria de detección de incendios del motor y APU
- El panel de control de incendios



# SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DEL MOTOR

El sistema de extinción de incendios del motor tiene controles que liberan una o dos aplicaciones de agente extintor a cualquiera de los motores. Consta de dos botellas extintoras de incendios de motores y un panel de control.

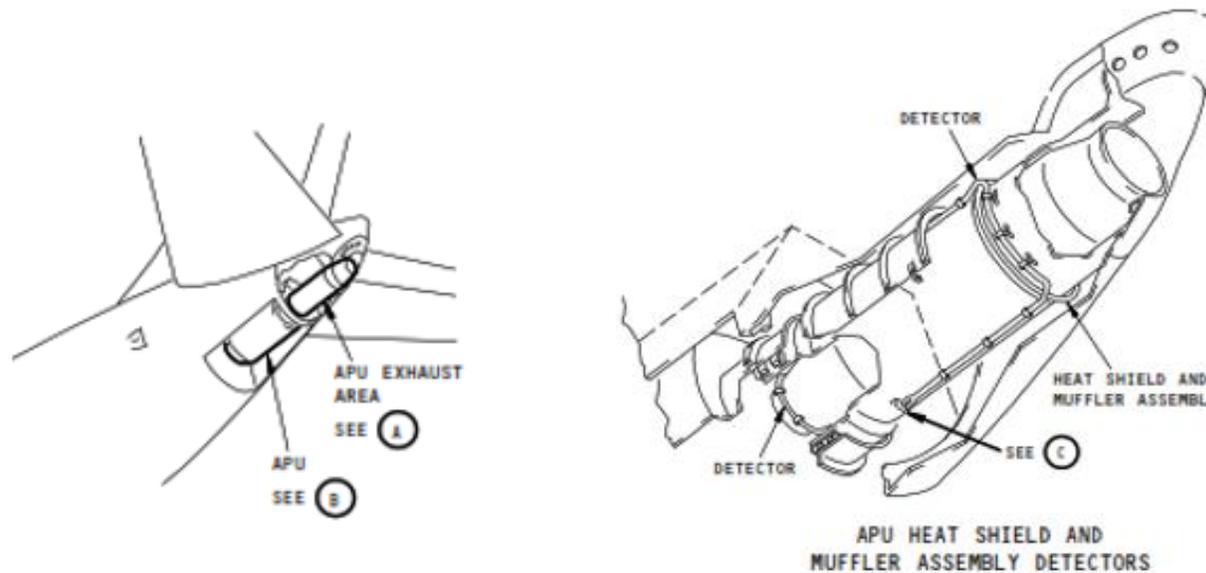
- Cuando se detecta un incendio en un motor, se enciende la luz de la manija del switch de incendios correspondiente.
- Cuando se tira de la manija del switch de incendio del motor, las botellas de extinción se arman para ese motor.
- Después de tirar de la manija del switch de incendios, al girarla se descarga el agente extintor en el motor correspondiente. Al girar la manija en sentido contrario a las agujas del reloj se descarga la botella izquierda.
- Al disminuir la presión de la botella se activa el interruptor de presión, que enciende la luz de DESCARGA DE BOTELLA L o R correspondiente



# SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS DEL APU

El sistema de detección de incendios del APU se encarga de monitorear la temperatura en el compartimiento y responde al sobrecalentamiento o incendio activando las luces de advertencia, la alarma de la campana, la bocina y apagando el APU.

Cuando la aeronave se encuentra en tierra las indicaciones adicionales de incendio del APU son una luz de advertencia en el panel de control de tierra del APU y una bocina en la bahía de la rueda principal



# SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DEL APU

El sistema de extinción de incendios de la APU tiene controles en dos ubicaciones que liberan una aplicación de agente extintor de incendios en el compartimiento de la APU. El sistema incluye la botella del extintor de incendios, el panel de control y el panel de control de tierra del APU.

Cuando se detecta un incendio en el compartimiento de la APU, la manija del switch de incendio de la APU se desbloquea, por ende, se enciende y suena la campana de advertencia de incendio.

Cuando se presiona la manija del switch de incendio de la APU, la APU se apaga automáticamente y la botella de extinción se arma.

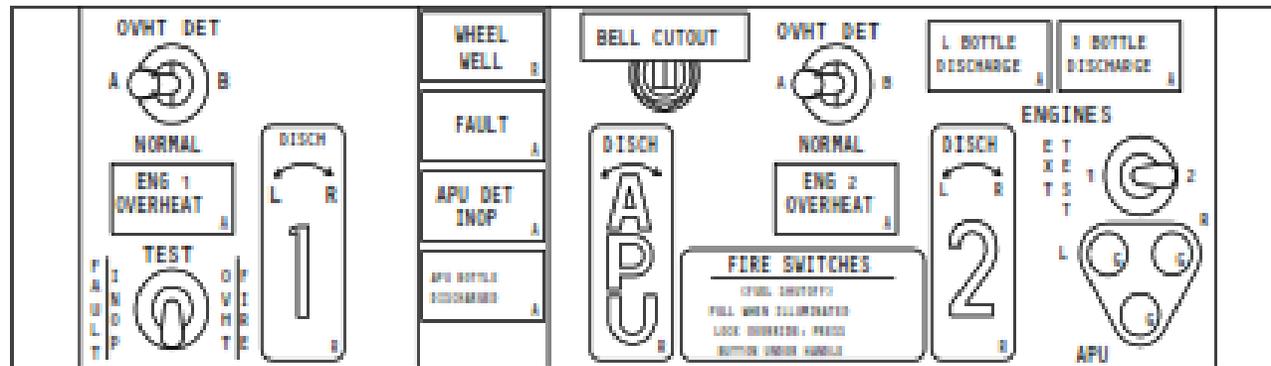
Cuando la palanca del switch de incendios de la APU se gira en cualquier dirección (durante al menos un segundo), se dispara el squib, rompiendo el diafragma de sellado y liberando el agente extintor, fluyendo el agente extintor de la botella a la cubierta de la APU.



# PANEL DE CONTROL DE INCENDIOS DEL MOTOR Y APU

Los componentes del sistema de detección de fuego del motor y APU del panel de control son:

- Dos interruptores selectores de fuego/sobrecalentamiento
- Interruptor de prueba
- Luces de sobrecalentamiento del motor 1 y 2
- Luz de falla del motor
- Manijas de los interruptores de fuego del motor 1 y 2.



ENGINE AND APU FIRE CONTROL MODULE (P8)

# OPERACIÓN DEL PANEL DE CONTROL DE INCENDIOS DEL MOTOR Y APU

El panel de control de fuego de motor y APU P8-1 se encuentra ubicado en el puesto de control de los piloto.

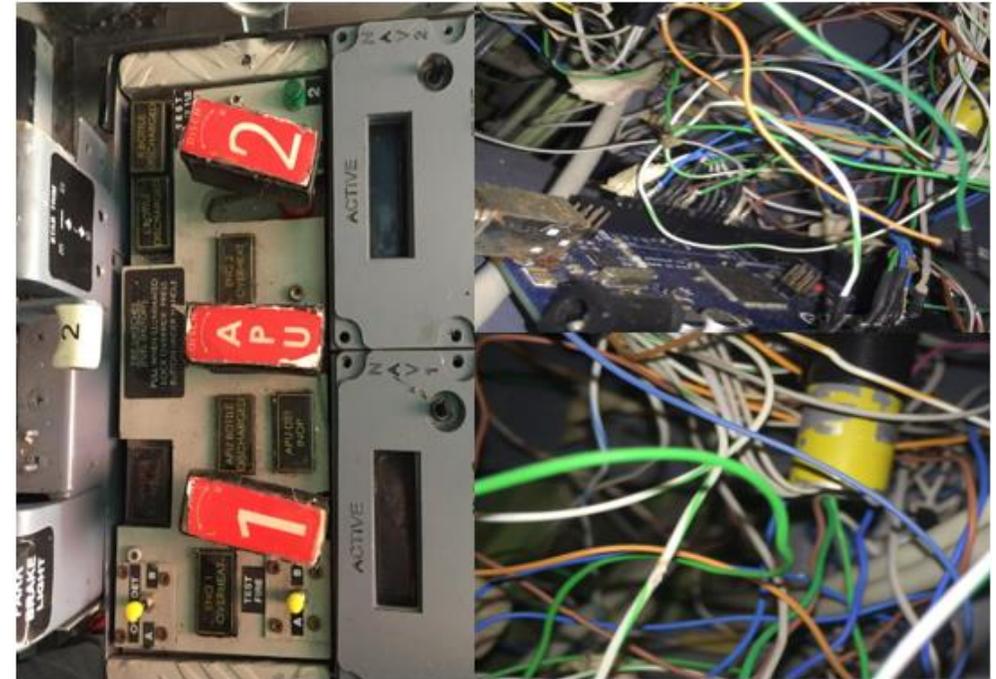
1. Manija de incendio del motor: Cuando se detecta un incendio en el motor, se enciende la luz de la manija del switch de incendio del motor
2. Luces de descarga de botella: Las luces son activadas por los presostatos. Cuando la botella se descarga o la presión de la botella disminuye, el presostato se cierra y se enciende la luz de descarga de la botella.
3. Interruptor de prueba y luces de prueba: El interruptor de prueba comprueba la continuidad de la botella del extintor.



# INSPECCIÓN Y DESMONTAJE DEL PANEL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO PANEL



Interior de la cabina del simulador de vuelo Boeing 737-500

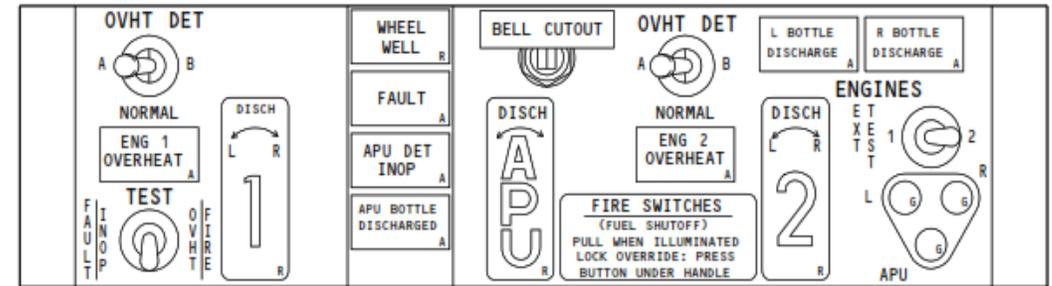


Estado inicial del panel de protección contra incendios del Motor y APU

# REMOCIÓN Y OBTENCIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL PANEL



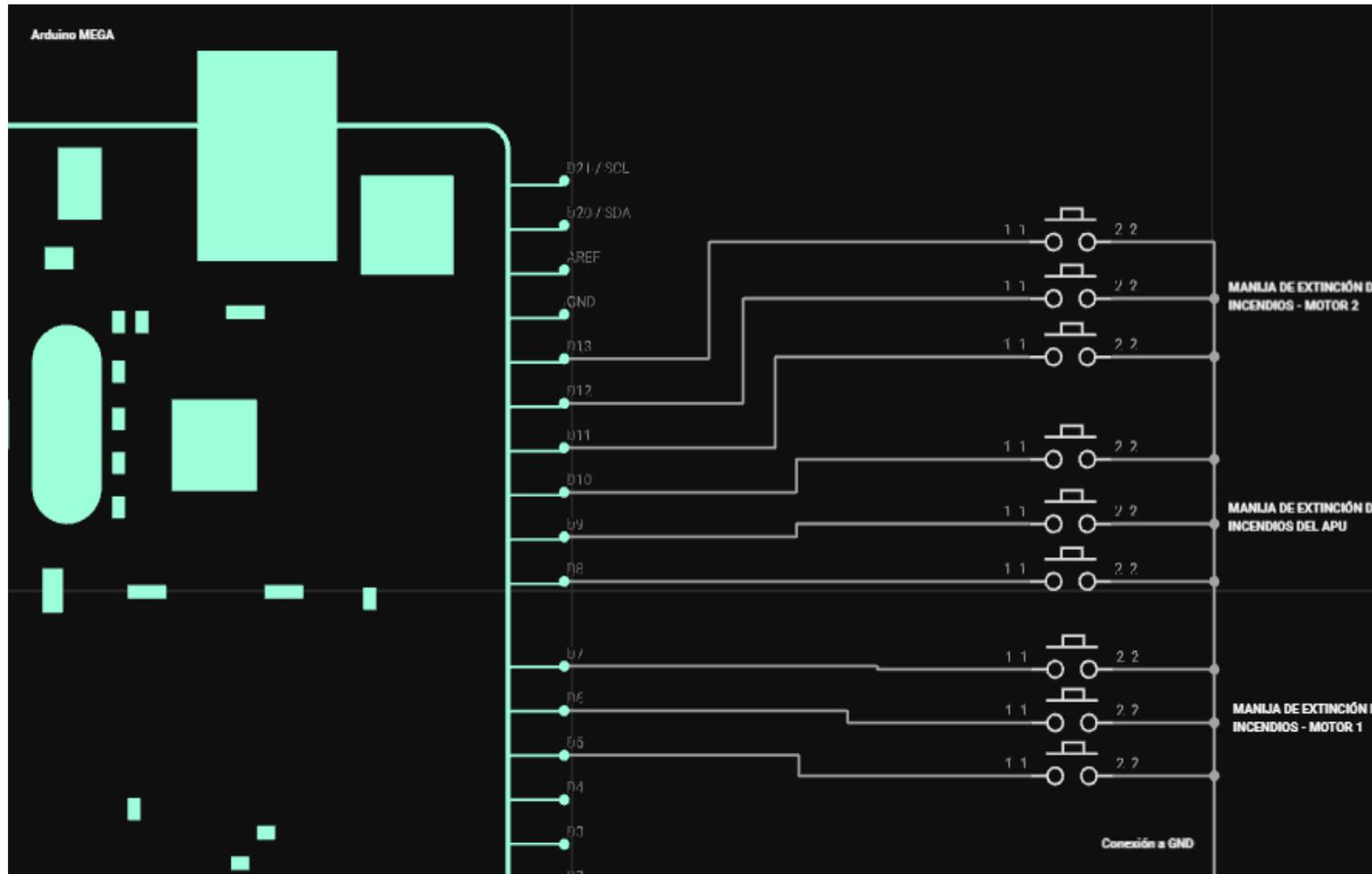
Obtención de las medidas del panel para la fabricación.



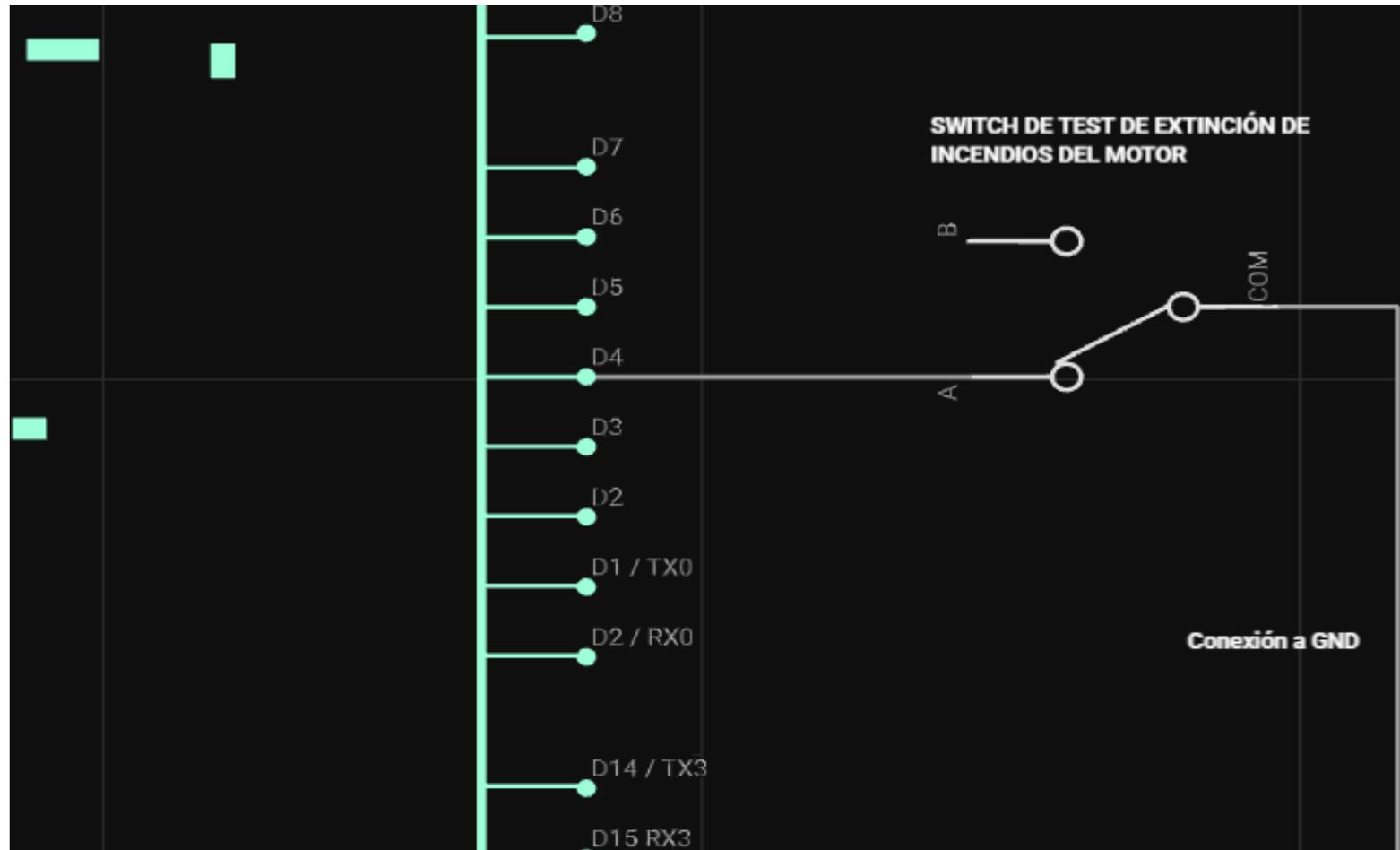
ENGINE AND APU FIRE CONTROL MODULE

Panel de protección contra incendios del Motor y APU, conforme al manual de mantenimiento.

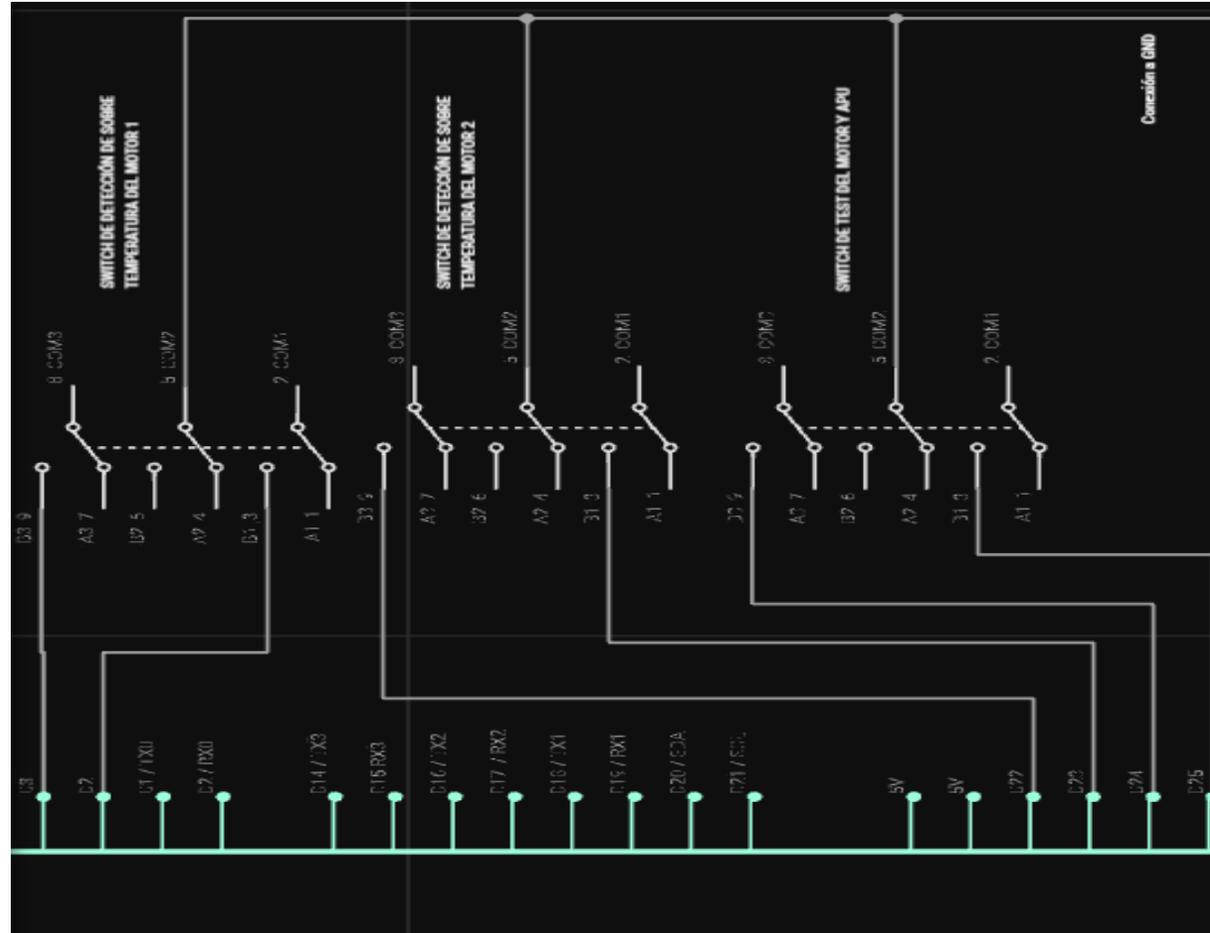
# CONEXIÓN DE LAS MANIJAS DE LOS SWITCHES DE INCENDIOS DEL MOTOR 1 Y 2 Y EL APU



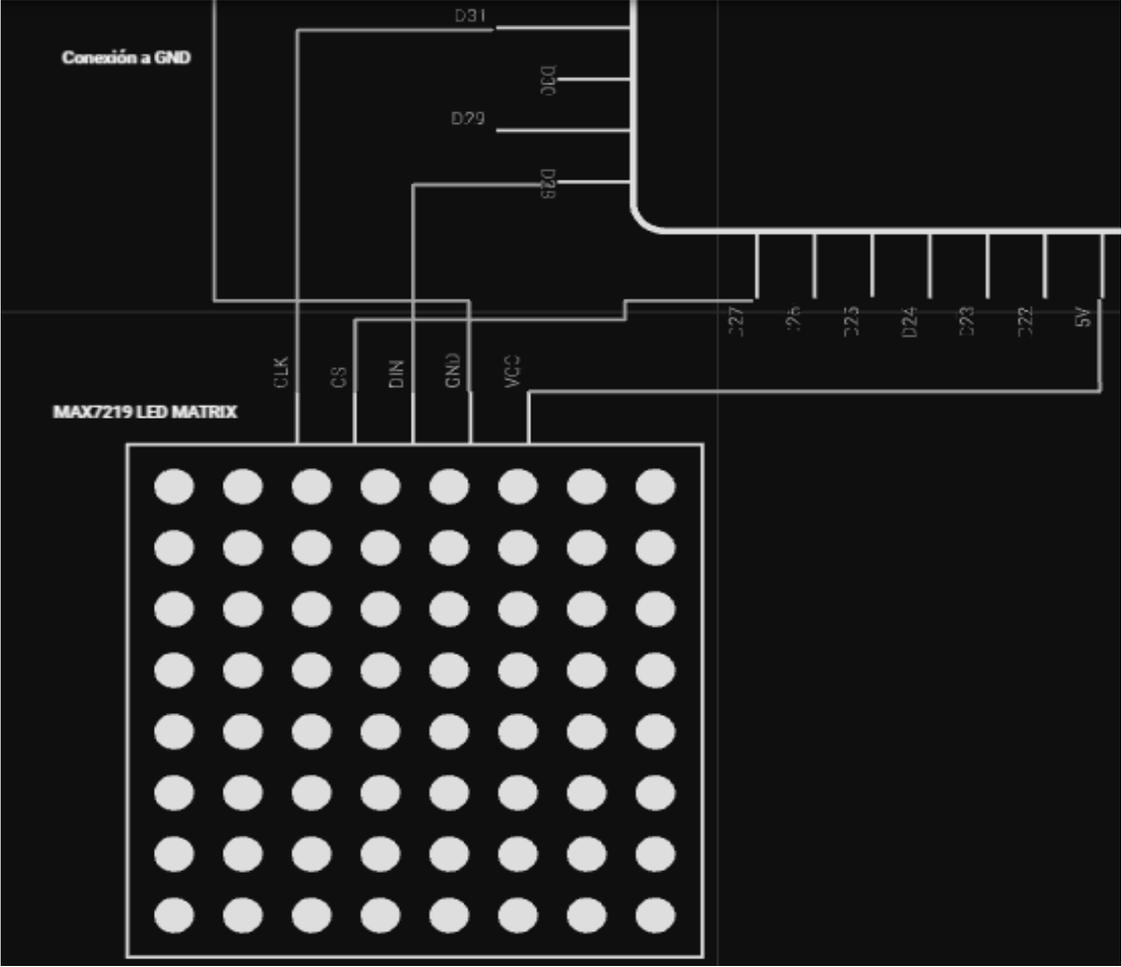
# CONEXIÓN DEL SWITCH DE TEST DE EXTINCIÓN DE LOS MOTORES



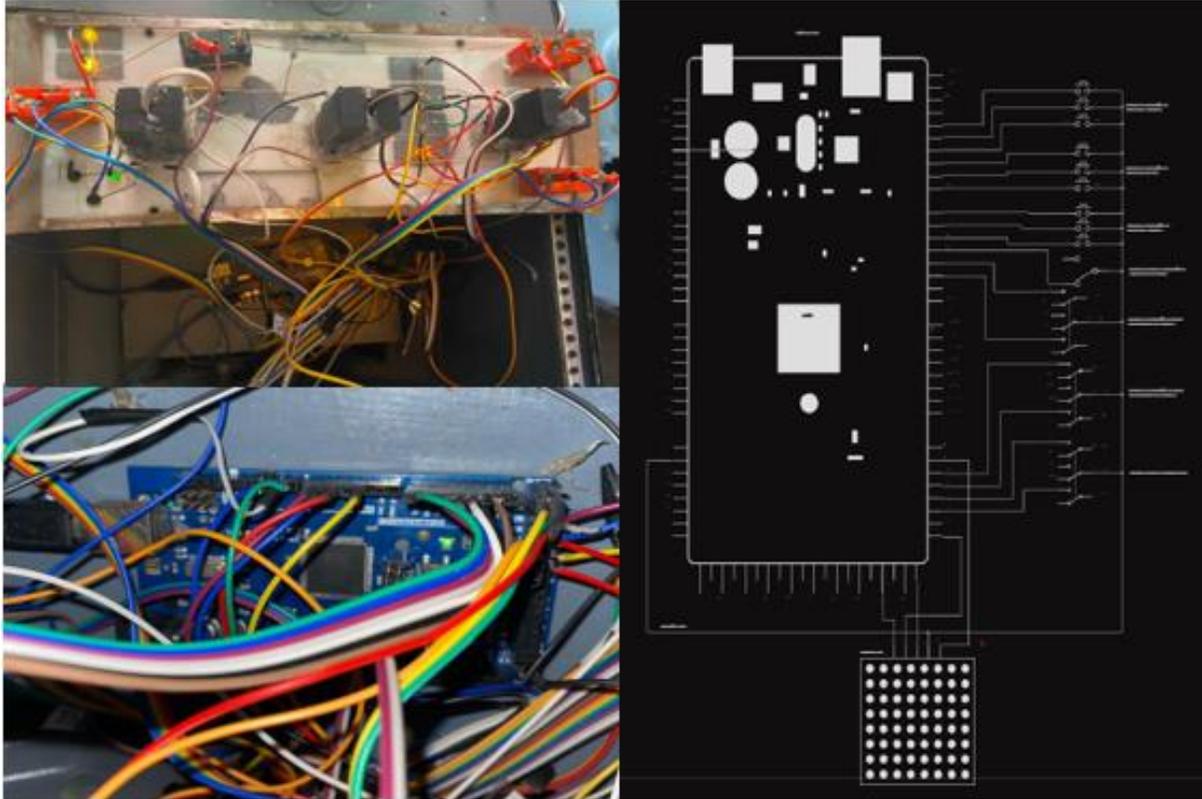
# CONEXIÓN DE LOS SWITCHS DE DETECCIÓN DE SOBRE TEMPERATURA DE LOS MOTORES Y TEST



# CONEXIÓN DE LEDS



# CONEXIÓN VIRTUAL Y FÍSICA DE LOS COMPONENTES DEL PANEL



Esquema virtual y conexiones físicas que se realizaron a los componentes del panel para su simulación.

# PRUEBA OPERATIVA DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS DEL MOTOR



Test operativo del sistema de detección de incendios del motor, al colocar el switch de TEST en la posición OVHT/FIRE.



Test operativo del sistema, al colocar el switch de TEST en la posición FAULT/INOP.

# PRUEBA OPERATIVA DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DEL MOTOR



Comportamiento de la manija de extinción de los motores 1 y 2 al tirarla.



Operación de la manija de extinción al girarla a la izquierda o la derecha para descargar el agente extintor del motor 1 y 2.

# PRUEBA OPERATIVA DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DEL MOTOR



Operación de las luces de descarga de las botellas del agente extintor tanto izquierda como derecha del motor 1 y 2.

# PRUEBA OPERATIVA DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DEL APU



Prueba operativa del switch de Test de extinción del APU y la prueba de luces de las 3 botellas del agente extintor.

# PRUEBA DE LOS CIRCUITOS SQUIB DEL MOTOR TASK CARD 26-21-00-715-001 – LITERAL D

## 1. TAREAS DE PREPARACION PARA LA PRUEBA



Conexión de la GPU para suministrar la energía eléctrica a la aeronave y además la preparación para iniciar con la prueba respectiva.



# PRUEBA DE LOS CIRCUITOS SQUIB DEL MOTOR TASK CARD 26-21-00-715-001 – LITERAL D

## 2. REALICE LA PRUEBA DE LOS CIRCUITOS DEL SQUIB DEL MOTOR



Las luces se encienden al colocar el switch de EXT TEST en la posición 1



Operación del switch de EXT TEST al regresarlo a su normalidad, nos demuestra que las luces del panel P8-1 se apagan.

# PRUEBA DE LOS CIRCUITOS SQUIB DEL MOTOR TASK CARD 26-21-00-715-001 – LITERAL D

## 2. REALICE LA PRUEBA DE LOS CIRCUITOS DEL SQUIB DEL MOTOR



Las luces se encienden al colocar el switch de EXT TEST en la posición 2



Operación del switch de EXT TEST al regresarlo a su normalidad, nos demuestra que las luces del panel P8-1 se apagan.

# CONCLUSIONES

- Por medio de la información técnica necesaria de los manuales de mantenimiento en el ATA 26, se logró indagar y analizar el diseño del panel y su operación, en el cual brindo procedimiento adecuados de emergencia, practicas seguras para tomar en cuenta al momento de realizar las pruebas necesarias, lo que refleja la prioridad de garantizar vuelos seguros, y por último el manual proporciono una información estructurada y detallada que respalde el aprendizaje continuo y necesario para optimizar la eficiencia operativa del simulador.
- La implementación del panel de protección contra incendios del Motor y APU en el simulador de la aeronave Boeing 737-500 se realizó con éxito, al lograr la interacción virtual - física, ofrece una plataforma muy valiosa para un entrenamiento específico, realista y efectivo, la mejora constante y la preparación para situaciones de emergencia, permitiendo recrear escenarios específicos y más adaptados para adquirir experiencias practicas al contribuir a la mitigación rápida y eficiente de ya sea incendio, sobrecalentamiento en los motores y APU.
- Para finalizar se realizaron las pruebas operacionales correspondiente al Panel P8 conforme al manual de mantenimiento AMM 26-21-00 acorde a la Task Card 26-21-00-715-001, en el simulador de la aeronave Boeing 737-500, en el cual al momento de realizar una verificación detallada opera conforme a lo esperado, las pruebas demostraron que el panel cumple con los requisitos necesarios para operarlos y su funcionalidad efectiva aseguro una respuesta rápida ante posibles amenazas de incendios o sobrecalentamiento en el motor y la APU, confirmando que el sistema está en perfectas condiciones para el uso de la institución.



# RECOMENDACIONES

- Es importante mantener un registro de todas las sesiones de entrenamiento y de cualquier problema que se llegue a presentar durante las pruebas, la documentación recopilada será muy importante para realizar el seguimiento del rendimiento del simulador, para realizar mejoras continuas en el caso que se requiera, garantizando mantener con la última tecnología y procedimiento operativos.
- Se recomienda realizar un programa de mantenimiento preventivo al simulador y al panel P8, debido a que se encuentra humedad, lo cual, llegaría a dañar a varios componentes electrónicos, estas actividades permitirían garantizar un funcionamiento continuo y confiable, proporcionando un entrenamiento seguro y realista.
- Se debe seguir de una manera rigurosa todos los procedimientos dictados por el manual de mantenimiento, para evitar errores en el sistema y se facilite una operación segura y una mejor comprensión del sistema de protección contra el fuego del Motor y APU, esto brindará un óptimo funcionamiento del sistema y dará la facilidad de aprovechar sus beneficios en términos de entrenamiento y preparación.



# PREGUNTAS



***GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN***



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA