

FSS - Flight Safety System

Definición del funcionamiento del sistema – (Versión 2)

OBJETIVO

El FSS tiene como objetivo automatizar algunas de las maniobras de un avión mientras está en vuelo para aumentar su seguridad. En concreto, efectuará comprobaciones de la altitud y velocidad de la aeronave, así como en la detección de obstáculos. En caso de situaciones de riesgo realizará maniobras automáticas.

DISPOSITIVOS

Dispositivos de entrada (sensores):

- **Joystick** (Giróscopo): nos indica los movimientos que quiere realizar el piloto en relación a la posición del avión: maniobras de Cabeceo (ascenso/descenso) y Albeo (giros derecha/izquierda). Cada uno de los dos ejes, X e Y, nos proporciona unas medidas entre -90° y $+90^\circ$.
- **Altímetro**: nos indica la altitud de vuelo actual en metros (valores entre 0 y 10.230m).
- **Modo**: Botón para seleccionar si el FSS está en modo “automático” o “manual”. El sistema pasa de un modo a otro alternativamente cada vez que el piloto pulsa el botón
- **Potencia_Piloto**: indica la potencia que el piloto desea dar a los motores. El potenciómetro utilizado entregará valores entre 0..1023.
- **Visibilidad**: indica la visibilidad que tiene el piloto, midiendo la luminosidad exterior. En el laboratorio se simula con un sensor de luminosidad que da valores entre 0..1023.
- **Detector_Obstáculos**: nos indica si se está detectando algún obstáculo en la trayectoria del avión y la distancia a la que se encuentra.
- **Sensor_Asiento**: detecta la presencia o no del piloto en el puesto.

Dispositivos de salida (actuadores):

- **Leds** externos Rojo (Luz 1) y Amarillo (Luz 2) para dar señales de aviso.
- **Alarma_sonora**: Emite pitidos con distinto volumen para alertar al piloto.
- **Display**: para la visualización de datos.
- **Velocidad_Motores**: Establece en la aeronave la velocidad
- **Pitch_Aeronave**: Establece en la aeronave la posición de cabeceo (pitch)
- **Roll_Aeronave**: Establece en la aeronave la posición de alabeo (roll)

Además, el sistema podrá consultar en cualquier momento los valores actuales de la aeronave: **Velocidad_Actual**, **Pitch_Actual** y **Roll_Actual**;

FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA

En esta sección se describen las funcionalidades que debe realizar el sistema. En primer lugar, se describen de una forma general y a continuación se indican las especificaciones más detalladas para cada funcionalidad.

1- GENERALES

- a. El sistema se activa inicialmente con una altitud de 8000 m.
- b. Desde el inicio del sistema arrancarán todas las tareas.
- c. El sistema tendrá dos modos de funcionamiento: automático y manual.
- d. En modo automático el sistema llevará a cabo maniobras automáticas para incrementar la seguridad del vuelo, además de generar alarmas y avisos en situaciones de riesgo.
- e. En modo manual el sistema solo activará alarmas y avisos, sin llevar a cabo maniobras automáticamente.
- f. El sistema deberá monitorizar la posición del joystick del piloto para determinar los ángulos de cabeceo y alabeo de la aeronave.

- g. El sistema deberá nivelar la aeronave si el joystick se mantiene en la posición horizontal, manteniendo un ángulo 0 de cabeceo y de alabeo. Se establecerá un margen de $\pm 3^\circ$, entre los cuales la nave permanecerá horizontal.
- h. La aeronave solo podrá virar 30 grados hacia abajo y hacia arriba (cabeceo) y 45 grados hacia los laterales (alabeo). En caso de que el joystick se pasara de la anterior inclinación el sistema lo contemplará como el máximo (30 o 45 grados según corresponda).
- i. El sistema monitorizará la potencia indicada por el piloto, para ser transmitida a los motores.
- j. El sistema detectará la presencia de obstáculos en la trayectoria del avión.

2- CONTROL DE CABECEO Y ALTITUD

- a. El sistema considerará el ángulo de cabeceo positivo (ascenso) aquel por encima del origen de 0° (valores positivos en el eje X) y ángulo negativo (descenso) aquel por debajo del origen de 0° .
- b. El sistema deberá decrementar el ángulo de cabeceo de la aeronave cuando el joystick esté inclinado hacia delante (valores negativos) y deberá incrementarlo cuando el joystick esté inclinado hacia atrás (valores positivos).
- c. El ángulo de cabeceo de la nave será equivalente al ángulo de inclinación del joystick.
- d. El ángulo máximo de cabeceo de la nave no debe superar los $\pm 30^\circ$. Si el joystick sobrepasa estos valores, el FSS no deberá reflejarlos en la posición de la nave.
- e. El sistema deberá alertar al piloto mediante la Luz 1 al descender por debajo de 2500 m.
- f. El sistema deberá nivelar la aeronave si se detecta una altitud igual o inferior a 2000 m.
- g. El sistema deberá ignorar la entrada si la altitud es igual o inferior a 2000 m y el piloto intenta proseguir con el descenso.
- h. El sistema alertará al piloto mediante la Luz 1 si se supera la altitud de 9500 m.
- i. El sistema deberá nivelar la aeronave si se detecta una altitud igual o superior a 10.000 m.
- j. El sistema deberá ignorar la entrada del joystick si la altitud es igual o superior 10.000 m y el piloto intenta proseguir con el ascenso.
- k. La regulación del cabeceo y la altitud del avión se realizará 5 veces por segundo.

3- CONTROL DE ALABEO

- a. El sistema considerará el ángulo de alabeo positivo aquel por encima del origen de 0° (giro a la derecha) y ángulo negativo aquel por debajo del origen de 0° (giro a izquierda).
- b. El sistema deberá incrementar el ángulo de alabeo cuando el joystick esté inclinado hacia la derecha.
- c. El sistema deberá decrementar el ángulo de alabeo cuando el joystick esté inclinado hacia la izquierda.
- d. El ángulo de alabeo será equivalente al ángulo de inclinación del joystick.
- e. El sistema deberá alertar al piloto mediante un mensaje en el Display si el ángulo de alabeo sobrepasa $\pm 35^\circ$.
- f. El ángulo máximo de alabeo de la aeronave no puede superar los $\pm 45^\circ$. En caso de que el joystick sobrepase estos valores, no se transferirán a la posición de la nave.
- g. La regulación del alabeo del avión se realizará 5 veces por segundo.

4- CONTROL DE VELOCIDAD - MOTORES

- a. El piloto regulará la velocidad de la aeronave mediante un potenciómetro que proporciona valores entre 0 y 1023.
- b. La velocidad transferida a la aeronave será el valor del potenciómetro del piloto multiplicado por un factor de 1,2. Ese valor se interpretarán como km/h.
- c. Si la aeronave alcanza la velocidad de 1000 km/h, avisará al piloto mediante la Luz 2 y la aeronave no superará dicha velocidad.
- d. Si la velocidad de la aeronave baja hasta 300 km/h, el sistema avisará al piloto mediante la Luz 2 y la aeronave no reducirá dicha velocidad.
- e. Si se inicia una maniobra de incremento de cabeceo el sistema incrementará la velocidad de la aeronave en 150 km/h, No superando nunca la velocidad máxima de 1000 km/h.

- f. Si se inicia una maniobra de alabeo el sistema incrementará la velocidad de la aeronave en 100 km/h, no superando nunca la velocidad máxima de 1000 km/h.
- g. Si se inicia una maniobra de incremento de cabeceo y simultáneamente alabeo el sistema incrementará la potencia en 200 km/h, no superando nunca la velocidad máxima de 1000 km/h.
- h. La regulación de la velocidad del avión se realizará cada 300 milisegundos.

5- DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS - COLISIONES

- a. Un sensor detectará la presencia de obstáculos en la trayectoria de la nave e indicará la distancia al obstáculo.
- b. Un valor superior a 5000 significa que no hay obstáculo.
- c. El sistema avisará al piloto mediante una alarma sonora de volumen 4 si se calcula un tiempo menor de 10 segundos para alcanzar el objeto.
- d. El sistema iniciará una maniobra de desvío automático para evitar el obstáculo si se calcula un tiempo menor de 5 segundos para alcanzar el objeto.
- e. Si la visibilidad está por debajo de 500 o se detecta que el piloto no está presente, el aviso se realiza cuando se calcule un tiempo de 15 segundos para alcanzar el objeto y la maniobra de desvío se inicia cuando se calcule un tiempo de 10 segundos.
- f. El tiempo de colisión se calculará en función de la velocidad de la aeronave en ese momento y la distancia al objeto medida por el sensor.
- g. La maniobra de desvío automático para evitar el obstáculo consistirá en realizar un alabeo de 45° a la derecha durante 3 segundos. Al finalizar los 3 segundos, el sistema estabiliza el alabeo.
- h. La detección de obstáculos se realizará cada 250 milisegundos.
- i. En caso de tener que realizar una maniobra de desvío para evitar el obstáculo, el sistema tendrá un plazo máximo de 80 milisegundos desde la activación de la tarea hasta dar la orden de realización de la maniobra.

6- MODO AUTOMÁTICO Y MANUAL DEL SISTEMA

- a. El sistema tiene dos modos de funcionamiento: “automático” y “manual”
- b. Las tareas que se programen en el FSS estarán permanentemente funcionando desde que el sistema inició su funcionamiento, es decir, estarán leyendo los sensores y analizando los datos, pero no actuarán mientras el sistema no esté en modo automático
- c. En modo “automático” el sistema activará los avisos y alarmas, así como las maniobras automáticas en caso de riesgo, accediendo los actuadores que controlan la aeronave (velocidad, cabeceo y alabeo)
- d. En modo “manual”, el sistema solo realizará los avisos y alarmas, no realizará maniobras automáticas. Todas las tareas seguirán funcionando, pero dejan de activar los actuadores de control del avión.
- e. El sistema arranca en modo “automático”.
- f. El sistema pasará alternativamente de modo “automático” a “manual” cada vez que el piloto pulse el botón.

7- VISUALIZACIÓN

- a. El sistema visualizará en el monitor una vez por segundo los siguientes datos
 - Altitud de la aeronave
 - Potencia de los motores indicada por el piloto
 - Velocidad de los motores transferida a la nave, en Km/h
 - Posición del joystick del piloto: Jx, Jy
 - Posición de la aeronave: Nx, Ny
 - Mensajes de aviso para el piloto