

**BANCO DE DIAGNOSTICO Y PRUEBAS DEL SISTEMA AFCS PARA  
HELICOPTEROS**

**CAMPO TÉCNICO**

La presente invención hace relación a un banco para pruebas y diagnóstico del sistema automático de control de vuelo (AFCS por sus siglas en inglés), el cual permite llevar a cabo una serie de pruebas y chequeo operacional de los componentes de dicho sistema en aeronaves de ala rotatoria (sin limitación), en donde el banco de pruebas y diagnóstico se basa en un módulo de operación, un módulo de control y un módulo de monitoreo, donde dichos elementos interactúan entre sí para poder determinar si alguna parte o componente del AFCS funciona correctamente o si por el contrario, presenta algún inconveniente y así determinar la causa de la falla permitiendo tomar acción para la reparación manteniendo el alistamiento de las aeronaves.

Así mismo, el banco de pruebas de la presente invención cuenta con una parte real de una aeronave de ala rotatoria, la cual corresponde al Pílon de Cola y es el elemento donde se ubican los conectores para una serie de actuadores electromecánicos y sensores de posición que simulan los movimientos de la aeronave, asegurando de esta forma que las pruebas y el diagnóstico realizado son los más adecuados y se asemejan a la realidad de la aeronave cuando se encuentra en vuelo, permitiendo obtener los resultados deseados y poder realizar el mantenimiento apropiado a las partes de dichas componentes.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

En las diferentes fuerzas armadas con las que cuenta un país se cuenta con una pluralidad de aeronaves que permiten realizar una serie de operaciones, bien sea de transporte o de incursión, en donde dependiendo la operación, el terreno, y demás factores, se selecciona una aeronave adecuada para llevar a cabo dicha operación.

En este sentido, una de las aeronaves más utilizadas en el mundo es el helicóptero de serie UH-60, denominado comúnmente como "Black Hawk", el cual presenta una gran versatilidad para todo tipo de operaciones y cuenta con una muy buena capacidad de carga, al tiempo que su maniobrabilidad es adecuada para poder ser usado en diferentes tipos de terrenos y por ende, de actividades. Por lo tanto, se hace necesario la realización de labores de mantenimiento constante para asegurar el adecuado funcionamiento de la aeronave y no comprometer la integridad de los tripulantes.

Así las cosas, existe una pluralidad de factores que afectan los sistemas de vuelo de los helicópteros, en donde la humedad es uno de dichos factores que afecta directamente el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos y electrónicos, afectando específicamente el Sistema Automático de Control de Vuelo (AFCS), donde dichas fallas también son generadas por el uso constante y daños de batalla, en donde las fallas mencionadas se presentan en los componentes que integran el sistema como amplificadores, actuadores electromecánicos, cajas de control y el sistema de aumento de estabilidad (SAS).

Es importante tener en cuenta que el AFCS es el sistema encargado de facilitar la maniobrabilidad y la estabilidad de la aeronave durante la operación de la misma, el cual al fallar genera inestabilidad y condiciones de vuelo inseguras.

Así las cosas, en el estado del arte existe una pluralidad de divulgaciones relacionadas con sistemas para llevar a cabo mantenimiento y/o pruebas en partes claves de aeronaves, dentro de los que se encuentra el documento US 4608531, el cual divulga un AFCS para control de un helicóptero que incluye una unidad amplificadora que tiene varios módulos, algunos de los cuales están en duplicado. La unidad de prueba comprende conectores con regletas de prueba para conexión a una unidad amplificadora y a un indicador director de vuelo normal, de modo que la unidad amplificadora puede ser probada como una unidad de la forma como es usada en la aeronave. El probador incluye una fuente de señal AC, resistencias para simular la carga del servomecanismo, un simulador principal, e interruptores para simular las conexiones del sistema de corriente directa para las diferentes funciones. Así, el probador tiene la capacidad de llevar a cabo pruebas sobre todos los circuitos en el chasis y simular todas las señales de entrada usadas en la aeronave, al tiempo que monitorea y compara las salidas de canales duales.

Sin embargo, la invención descrita en esta anterioridad presenta la desventaja que no incluye una parte real de una aeronave, lo que evita que las pruebas realizadas sean lo más cercanas posible a la realidad, sino que se enfoca en la parte teórica que puede llegar a afectar la seguridad de la aeronave en vuelo.

De otra parte, se encuentra el documento JP 2002207611 que enseña un banco de pruebas y trabajo de software que verifica las funciones del computador de un sistema de control de vuelo automático (AFCS), en donde dicho banco está equipado con una parte de configuración de condición y una parte de visualización y verifica un programa de control de un computador AFCS. La parte de configuración de condición está compuesta de una sección de entrada de datos y una sección de conversión de datos e ingresa los datos de condición y la salida de

visualización del programa de control para verificar la entrada y la salida del sistema.

Al igual que con la anterioridad definida previamente, este documento se enfoca en la parte teórica y de software para verificar el funcionamiento del AFCS en una aeronave, pero se basa en mediciones y elementos que deben tener un resultado específico, pero no cuenta con una parte real de una aeronave, lo que no le permite ser lo más cercano a la real posible.

Finalmente, comercialmente se encuentra disponible un equipo que permite monitorear y simular señales de voltaje de entrada y salida en aeronaves, en donde dicho se conoce como Ux-ValidatorStab/SAS de ULTRAX Aerospace, el cual monitorea y simula las señales para verificar si un componente del sistema AFCS en la aeronave opera correctamente o si está fallando. Para su uso, el equipo se debe configurar con un módulo inteligente que contiene el código de programación que permite realizar las pruebas del sistema AFCS, al tiempo que requiere un arnés de interconexión entre los equipos y debe ser calibrada anualmente.

No obstante lo anterior, existe una pluralidad de técnicas para llevar a cabo labores de reparación y pruebas en varias partes y/o componentes de las aeronaves, específicamente del AFCS, en donde estas reparaciones y pruebas deben ser realizadas por personal altamente calificado y con equipos de operación especiales que permitan simular de forma adecuada la operación del sistema, lo cual se traduce en que las partes deben ser desmontadas de la aeronave y enviadas a estos lugares alrededor del mundo, hecho que representa un alto costo de mantenimiento, al tiempo que requieren que la aeronave esté inoperable durante un tiempo estimado de 6 a 12 meses, que es el tiempo que se toma el

envío de la parte al sitio especializado, las pruebas realizadas y el envío de regreso para su montaje.

De acuerdo con lo anterior, es claro y evidente que en el estado del arte existe una necesidad por diseñar e implementar un sistema o equipo que permita realizar diagnóstico y pruebas en tiempo real a los múltiples componentes del sistema AFCS, sin requerir de envíos de las partes a diferentes partes del mundo, sino que se pueda hacer en el taller de mantenimiento con el que cuenta cada centro de operación de este tipo de helicópteros, con el fin de reducir los costos de mantenimiento y evitar en la medida de lo posible la inoperabilidad de las aeronaves debido al desmonte de piezas y su demora en retorno de las mismas, en donde es deseable que se cuente con una parte actual de la aeronave para que la simulación y las pruebas sean lo más precisas posible y así, el mantenimiento o reemplazo de los elementos sean acertados y no se pongan en riesgo la operación de la aeronave ni la vida de los tripulantes.

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La presente invención se entiende de forma más clara a partir de las siguientes figuras donde se muestran los componentes y resultados asociados a este equipo, así como los elementos novedosos con respecto al estado del arte, en donde, las figuras no pretenden limitar el alcance de la invención, el cual está únicamente dado por las reivindicaciones adjuntas, en donde:

La Figura 1 corresponde a una vista en perspectiva frontal del banco de pruebas de la presente invención.

La Figura 2 corresponde a una vista en perspectiva posterior del banco de pruebas de la presente invención.

La Figura 3 corresponde a una vista frontal plana del panel frontal de instrumentos del banco de la presente invención.

La Figura 4 corresponde a una vista lateral derecha del pilón de cola real de la aeronave de ala rotatoria que forma parte del banco de pruebas de la presente invención.

La Figura 5 corresponde a un diagrama de bloques del banco de pruebas de la presente invención, en donde se muestran los componentes eléctricos, electrónicos y electromecánicos que forman parte de dicho banco.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está dirigida a un banco de diagnóstico y pruebas para el sistema AFCS en una aeronave de ala rotatoria, sin limitación, es decir, para cualquier aeronave de este tipo, en donde dicho banco de pruebas está diseñado para efectuar el chequeo operacional y diagnóstico de los componentes que forman parte del sistema AFCS, el banco se caracteriza por estar conformado de las siguientes partes y componentes:

- \* Un módulo de operación compuesto de una pluralidad de interruptores de control, indicadores y puntos de prueba con el fin de llevar a cabo el chequeo operacional de la caja de control del sistema del estabilizador.

- \* Un módulo de control que cuenta con un equipo portátil de prueba del sistema de estabilización acoplado al banco por medio de un arnés eléctrico permitiendo la interacción entre la simulación y las pruebas en tiempo real.
- \* Un módulo de monitoreo compuesto por una pluralidad de interruptores, controles e indicadores y puntos de prueba para la operación y diagnóstico de los amplificadores, sensores de posición, interruptores limitadores e indicadores de posición horizontal del estabilizador en la aeronave.
- \* Un pilón de cola de helicóptero que corresponde a una parte real de una aeronave de ala rotatoria para realizar las respectivas pruebas y es el elemento donde se encuentran los conectores para los actuadores electromecánicos y sensores de posición permitiendo de esta forma realizar las pruebas con las cargas y movimientos reales de operación de la aeronave.

Así las cosas, en una modalidad preferida, el banco de pruebas y diagnóstico de la presente invención tiene una estructura general que está diseñada en un estante metálico, el cual cuenta en la parte frontal con una estación de trabajo, y en su interior presenta una bandeja que aloja los puntos de unión, regletas de conexión a conectores y acoples del arnés eléctrico, para la ejecución de las actividades de monitoreo, simulación y prueba. En una modalidad, la estructura general es fabricada en un material de alta resistencia, preferiblemente de acero al carbón.

En otra modalidad, el banco de prueba de la presente invención además integra un equipo de prueba utilizado para complemento y apoyo del funcionamiento y operación del banco, el cual aplica una presión estática (es decir, un Pitot estático) a un sensor transductor, donde este elemento convierte dicha presión en señales eléctricas y las envía a los amplificadores, donde los amplificadores reciben la señal la procesan y envían al componente que la requiera para su operación. Así,

este equipo de prueba adicional corresponde a un sistema de estabilización de prueba acoplado al banco y utilizado como complemento y apoyo para su funcionamiento, el cual además permite monitorear y simular señales de voltaje de entrada y salida para el funcionamiento del sistema AFCS en condiciones reales de operación.

Este equipo de prueba adicional presenta un voltaje de operación en AC de 88 a 260 V, a una frecuencia entre 47 y 440 Hz, y un voltaje de operación en DC de 24 a 30 V. Este es un dispositivo que se encuentra comercialmente disponible y el utilizado en el caso concreto es el DPS450 Air Data Test System.

Ahora bien, el pilón de cola que forma parte del sistema de la presente invención, es una parte de la estructura original de una aeronave de ala rotatoria, es decir, de cualquier tipo de helicóptero, tal como el helicóptero UH-60, modificada y utilizada para llevar a cabo las pruebas dinámicas y eléctricas, integrando de esta forma todos los componentes del banco en tiempo real y bajo las condiciones reales de la aeronave en vuelo. Este componente permite que el banco de pruebas de la presente invención sea lo más ajustado a la realidad posible, es decir, que se puedan simular las condiciones reales del vuelo de la aeronave para así poder realizar las pruebas adecuadas diagnosticando de forma precisa agilizando de esta manera la reparación de dichos componentes.

En este sentido, este pilón de cola real del helicóptero cuenta con un conjunto de actuadores y sensores de posición que permite al piloto tener el control de la aeronave y visualización de la posición del estabilizador, los cuales se definen a continuación:

- \* Actuadores del estabilizador: Son electromecánicos que se extienden y retraen al movimiento del estabilizador como sea requerida la posición. Estos actuadores son accionados automáticamente por señales de salida que entrega los amplificadores, en modo manual estos son accionados con el interruptor MAN SLEW del panel de control de vuelo
- \* Sensores de posición: Son interruptores acoplados a un sensor de posición y ángulo que Limita el recorrido de los actuadores censando la posición del estabilizador permitiendo al sistema AFCS y al piloto tener el control de la aeronave.

De otra parte, el sistema de la invención presenta una serie de parámetros técnicos que permiten realizar las pruebas y el diagnóstico de los elementos del AFCS, para lo cual es necesario que dicho banco de pruebas tenga una entrada de voltaje de 115 V AC, con voltajes de salida de 26 V AC y 28 V DC, todo con una frecuencia de 400 Hz, en donde el amperaje manejado en corriente alterna es de 0.9 A (a 115 V), mientras que en corriente directa es de 9.9 A (a 28 V).

De acuerdo con lo anterior, el principal objetivo de la presente invención es llevar a cabo pruebas y diagnóstico para facilitar la reparación de los componentes que integran el sistema AFCS en helicópteros (sin limitación, es decir, cualquier tipo de aeronave de ala rotatoria), especialmente en los UH-60, en donde los componentes corresponden a los amplificadores, caja de control, el conjunto de actuadores electromecánicos del estabilizador y el sistema de aumento de estabilidad (SAS).

Así mismo, el banco de pruebas de la presente invención cuenta con una serie de ventajas sobre las tecnologías existentes, las cuales se basan en temas de eficiencia en diagnóstico, chequeo operacional y funcional de los componentes del

sistema AFCS en tiempo real. Del mismo modo, hay ventajas en productividad ya que aumenta el porcentaje de disponibilidad de componentes para la operación de la aeronave. En términos de costos, las ventajas se ven reflejadas en que el mantenimiento, calibración y sostenimiento del banco de diagnóstico y prueba y los equipos de apoyo y complemento es realizado por el personal técnico calificado con el que se cuenta en las plantas de mantenimiento, sin requerir de envíos de partes a otros lugares del mundo, sino que se hace in situ. Además, hay una ventaja muy importante en temas de calidad, ya que el diseño del banco de la invención es modular y escalable resistente a exigencias laborales de tipo industrial.

Aunque la anterior descripción se ha definido como un banco de pruebas para ser usado en la prueba y diagnóstico de partes de la aeronave UH-60 denominada como "Black Hawk", la presente invención no se debe limitar a dicha aeronave particular, sino que por el contrario se debe considerar que es aplicable a cualquier aeronave de ala rotatoria, sin limitación. Por lo tanto, la anterior descripción simplemente define las modalidades preferidas de la invención, pero el alcance de la protección está dado únicamente por las reivindicaciones adjuntas, en las cuales se pueden plantear modificaciones o variaciones a los elementos, sin salirse del alcance de la invención, así como las aeronaves en las que se utiliza el banco de pruebas que no tiene ningún tipo de limitación, como se indicó anteriormente.