



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE ENLACE
DEL SIMULADOR DE VUELO A UN CASCO DE REALIDAD
VIRTUAL PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE
TECNOLOGÍAS”**

AUTOR: TAIPE SALAZAR EDISON TRAJANO

DIRECTOR: TLGO ALEJANDRO PROAÑO

LATACUNGA

2016



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE ENLACE DEL SIMULADOR DE VUELO A UN CASCO DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** realizado por el señor **TAIPE SALAZAR EDISON TRAJANO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **TAIPE SALAZAR EDISON TRAJANO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Diciembre del 2016

Atentamente,

TLGO. ALEJANDRO DAVID PROAÑO CHILCAÑAR
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **TAIPE SALAZAR EDISON TRAJANO**, con cédula de identidad N° **1500830987**, declaro que este trabajo de titulación **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE ENLACE DEL SIMULADOR DE VUELO A UN CASCO DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, Diciembre del 2016

EDISON TRAJANO TAIPE SALAZAR

CC: 1500830987



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **TAIPE SALAZAR EDISON TRAJANO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución la presente trabajo de titulación **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE ENLACE DEL SIMULADOR DE VUELO A UN CASCO DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, Diciembre del 2016

EDISON TRAJANO TAIPE SALAZAR

CC: 1500830987

DEDICATORIA

“A la cima no se llega superando a los demás
sino superándonos a nosotros mismos”

Anónimo

De manera especial se lo dedico a mis padres y a toda mi familia, a pesar de las dificultades que hemos tenido como familia, pero siempre me brindaron su confianza y cariño incondicional en mi etapa profesional; toda mi familia me brindo la fuerza para seguir adelante en los momentos en que mis pasos ya no podían más por esto y por mucho más he logrado culminar mi meta como profesional, por ello dedicarles mi amor y cariño hacia ellos.

Taipe Salazar Edison Trajano

AGRADECIMIENTO

“Hay dos palabras que le abrirán muchas
puertas: Tire y empuje”

Paulo Coelho

Mi agradecimiento está dirigido a Dios por demostrarme su existencia y darme fuerza para poder salir adelante en cada obstáculo que se presenten a lo largo de mi vida como persona y profesional.

El mayor agradecimiento a las personas que siempre estuvieron a mi lado dándome su apoyo incondicional a mi familia y a todos mis amigos que siempre me extendieron la mano, gracias por el gran cariño y la confianza a todos, siempre los llevare en lo más profundo de mi alma.

Un agradecimiento especial a mi padre por ofrecerme el apoyo económico y moral ya que sin él no hubiera podido lograr mis estudios, gracias a la prestigiosa Institución que me abrió sus puertas y me brindo su educación y a todos los docentes que me impartieron sus conocimientos en toda mi carrera profesional.

Taipe Salazar Edison Trajano

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii

CAPÍTULO I

TEMA

1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5 ALCANCE	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 SIMULADOR	5
2.1.1 Características de simulación	6
2.1.2 La Realidad Virtual	8
2.1.3 Historia de la Realidad Virtual	9
2.1.4 El Triángulo de la Realidad Virtual	12
2.1.5 Dispositivo háptico	14
2.2 Diferentes Sistemas de Realidad Virtual	14
2.3. Aplicación de la Realidad Virtual en otros Campos de la Ciencia	16
2.3.1 La Realidad Virtual en Cirugía Médica	16

2.3.2 Aplicaciones en el Campo Aeroespacial	17
2.3.3 Realidad Virtual en el Entrenamiento Táctico de los Soldados.....	18
2.3.4 Plataforma de Movimiento de Simulador de Conducción o de Vuelo .	19
2.4 FlyInside FSX.....	20
2.4.1 Head Mounted Displays móviles	22
2.4.2 Leap Motion Controller.....	23
2.4.3 Desarrollo de software	23

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Microsoft Flight Simulator X	24
3.1.1 Requerimiento del Flight Simulator X.....	24
3.1.2 Requisitos mínimos del sistema.....	26
3.1.3 Hardware recomendado para Flight Simulator X	27
3.1.4 Configuración de la Maquina	28
Puertos de entrada	28
Puertos de salida de video.....	28
Procesador.....	28
3.2 Instalación del Microsoft Flight Simulator X	29
3.3 FlyInside.....	31
3.3.1 Descarga de FlyInside	32
3.3.2 Instalación del FlyInside.....	33
3.3.3 Configuración de hardware	34
3.4 Configuración del Microsoft Flight Simulator X	35
3.5 Pruebas operacionales.....	39

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	46
4.2 Recomendaciones	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Flight Simulator X	26
Tabla 2 Flight Simulator X Acceleration Expansion Pack.....	26
Tabla 3 Requisitos Utilizados	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Blue Box	10
Figura 2 Sensorama	11
Figura 3 Sketchpad.....	11
Figura 4 Triángulo de la Realidad Virtual.....	13
Figura 5 Desktop de Realidad Virtual	14
Figura 6 Realidad Virtual en Segunda Persona	15
Figura 7 Sistemas de Telepresencia.....	15
Figura 8 Sistemas de Inmersión	16
Figura 9 Cirugía Médica.....	17
Figura 10 Mars500.....	18
Figura 11 Entrenamiento Táctico de los Soldados.....	19
Figura 12 Simulador de Conducción o de Vuelo.....	19
Figura 13 FlyInside FSX	21
Figura 14 Los HMD más prominentes	22
Figura 15 The Leap Motion (izquierdo), el Myo (central), y el Glove One (derecha)	23
Figura 16 dxdiag (sistema)	25
Figura 17 dxdiag (Pantalla).....	25
Figura 18 Flight Simulator X	28
Figura 19 Setup	30
Figura 20 Pasos para la instalación del Microsoft Flight Simulator X.....	31
Figura 21 Descarga de FlyInside	32
Figura 22 Instalación del FlyInside.....	34
Figura 23 Casco de Realidad Virtual con sistema LEAP MOTION.....	35
Figura 24 Configuraciones avanzadas.....	36
Figura 25 Configuración de equipo	36
Figura 26 Ejecutar Microsoft Flight Simulator X: Steam Edition.....	37
Figura 27 Settings.....	37
Figura 28 Prueba de rendimiento.....	38
Figura 29 Recalibración	38
Figura 30 Cabinas.....	39
Figura 31 Ajustes óptimos	40

Figura 32 Cessna 172 G1000	41
Figura 33 Primary Flight Display.....	41
Figura 34 Pantallas PFD y MFD	42
Figura 35 Mandos de la Propulsión	43
Figura 36 Características y Rendimiento	44
Figura 37 Compra y activación de FlyInside	50

RESUMEN

El proyecto nace de la imposibilidad de poseer múltiples equipos de entrenamiento sean simulados o reales que requiere un Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil como lo es la Unidad de Gestión de Tecnologías que le permitan educar a los futuros tecnólogos en **mantenimiento** aeronáutico, para que los estudiantes puedan desarrollar las actividades prácticas vinculadas con la familiarización de los objetos en cabina de diversos tipos de **aeronaves**. Para efectuar este trabajo fue necesario realizar un estudio minucioso de las mejores alternativas de aprendizaje en instrumentación en cabina, por lo que se procedió a recopilar la información necesaria de fuentes secundarias como lo son publicaciones y libros referentes al tema. También fue necesario para el desarrollo del trabajo la implementación de equipos y **software** de última generación que ayudarán a una mejor reproducción de un sistema de **simulación**, creando sensaciones físicas de velocidad, aceleración, percepción del entorno y el comportamiento de los equipos. Al término de este proyecto la institución contará con todos los medios necesarios para una correcta reproducción en tiempo real de los elementos en cabina de una aeronave, lo que se pretende es recrear el funcionamiento de diversas cabinas de vuelo donde los estudiantes de la carrera podrán realizar la **manipulación** de diversos elementos de cabina. Y con ello se podrá completar la parte teórica impartida en la institución hacia los estudiantes. Para concluir, se realiza observaciones respecto al cumplimiento de objetivos y recomendaciones respectivas las cuales fueron obtenidas durante el transcurso del trabajo escrito y practico.

PALABRAS CLAVE:

- MANTENIMIENTO
- AERONAVES
- SOFTWARE
- SIMULACIÓN
- MANIPULACIÓN

ABSTRACT

This project is a result of the inability to have multiple training equipment such as: simulated or real that a Training Center of Civil Aeronautic requires which is Unidad de Gestión de Tecnologías that allow educating to future technologists in aeronautic **maintenance** in order to students can develop practical abilities related to the familiarization of the objects in the cockpit in different kind of **aircraft**.

To complete this work, it was necessary to da a study of the best ways of learning in cockpit instrumentation, so it proceed to collect the necessary information from secondary sources such as: publications and books related to the topic. It was also important for the development of the job the implementation of last generation equipment and **software** which can help to a better reproduction of a **simulation**, creating physical speed sensations, acceleration, environment perception and equipment behavior.

At the end of this project, the institution will have all the necessary media for a correct real-time playback of the aircraft cockpit elements. It aims to recreate the operation of different cockpits where the students of the career may **manipulate** of the various cockpit elements. With this, it can complete the theoretical part taught in the institution to the students.

In conclusion, this work makes observations according to the fulfillment of the objectives and respective recommendations which were obtained during the written and practical job.

Keywords:

- MAINTENANCE
- AIRCRAFT
- SOFTWARE
- SIMULATION
- MANIPULATE

Lic. Diego I. Granja Peñaherrera

English teacher UGT

CAPÍTULO I

TEMA

1.1 ANTECEDENTES

El concepto de realidad virtual surgirá en 1965, cuando en su artículo Ivan Sutherland dice que “La pantalla es una ventana a través de la cual uno ve un mundo virtual. El desafío es hacer que ese mundo se vea real, actúe real, suene real, se sienta real”. (Sutherland, 1965); Sería él el creador del primer casco visor de realidad virtual utilizando tubos de rayos catódicos (uno para cada ojo) y de un sistema mecánico de seguimiento. Posteriormente en 1968 junto con David Evans crearán el primer generador de escenarios con imágenes tridimensionales, datos almacenados y aceleradores.

Un año más tarde, en 1969, Myron Krueger creó el denominado “Artificial Reality que permitía la interacción con elementos creados virtualmente. En 1961, Corneau y Bryan, empleados de Philco Corporation, construyeron el que parece ser el primer casco de RV de verdad.” (Krueger, 1969). Este dispositivo permite la reproducción de un sistema, simular sensaciones físicas de velocidad, aceleración, percepción del entorno y el comportamiento de los equipos de la máquina que se pretende simular. Por lo que es necesaria la implementación de un software de enlace del simulador de vuelo a un casco de realidad virtual para la Unidad de Gestión de Tecnologías en la institución no cuenta con un sistema de simulación. La simulación sirve como punto intermedio entre los conceptos teóricos y la realidad. Cuanto mejor sea la expresión que defina a la realidad, mejores serán los resultados, porque serán más reales y, a su vez, puede reducir los costos de aprendizaje, facilitando las tareas de manipulación y control de la aeronave.

Al principio el campo en el que tuvo una mayor aplicación fue el militar, de hecho en 1971, en el “Reino Unido comienzan a fabricar simuladores de vuelo con displays gráficos, pero será un año más tarde, en 1972, cuando General Electric desarrolla el primer simulador computarizado de vuelo. Estos

operaban en tiempo real, aunque los gráficos eran bastante primitivos. Y pocos años después en 1979, los militares empezaron a experimentar con cascos de simulación". (Electric, 1972) En la aviación actual la gran mayoría, han adoptado la forma de automatizar las aeronaves para ello la evolución de los software han sido necesarios e incluso para las escuelas de pilotos han implementado estas aplicaciones como son los simuladores en el que "prácticas" una cosa sin peligro antes de ponerte a trabajar en ello. Para lo cual se puede encontrar diferentes simuladores y su uso varía desde lo más sencillo como videojuegos de gama baja en 2D hasta simular vuelos en realidad virtual esto se lo realiza mediante la utilización de Microsoft Flight Simulator (aviación civil), X-Plane y Microsoft Flight Simulator X (aviación en general) y una gran variedad de simuladores capaces de adaptarse al medio que lo rodea.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de un sistema de simulación de vuelo en la institución es irrelevante debido a que no se requiere instruir a pilotos puesto que el CIAC está enfocado en la instrucción de mecánicos de mantenimiento, sin embargo los estudiantes de la carrera al momento de aplicar la teoría, en la vida cotidiana de trabajo no son capaces de reconocer el funcionamiento y la utilización de los elementos de cabina, puesto que en el trabajo diario se requiere efectuar actividades en cabina sin poner en riesgo a la aeronave.

Por ello la simulación de cabina facilitará el aprendizaje de la aviación puesto que al enlazar el simulador con un dispositivo de visualización de realidad virtual, se incrementa la fiabilidad de las imágenes y el realismo del entorno, generando un ambiente inmersivo que brinde la sensación de pertenecer a la cabina que se ha simulado.

Y con ello se logrará un mejor rendimiento del estudiante, gracias a dicho software de enlace del simulador de vuelo a un casco de realidad virtual se podrá reproducir la cabina con alto realismo, tanto las sensaciones físicas

como velocidad, aceleración y percepción del entorno que se pretende simular.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Es importante desarrollar el trabajo de investigación porque busca aprovechar los avances tecnológicos existentes en esta generación ya que la Unidad de Gestión de Tecnologías no posee un sistema de simulación de vuelo enlazado a un casco de reproducción de realidad virtual por lo que es necesario la implementación de un software de enlace del simulador teniendo en cuenta todos los parámetros, funcionamiento e instalación del sistema.

Los beneficiarios con el desarrollo de este proyecto de graduación serán aplicados a los docentes de la carrera de Mecánica Aeronáutica ya que tendrán un mejor desempeño de las clases generando un alto impacto y un aprendizaje significativo de los estudiantes a la hora de realizar cualquier interacción con los equipos implementados, otro beneficiario será los mismos estudiantes ya que podrán realizar simulaciones enlazados a un casco de realidad virtual con todos los parámetros de aviación en general.

El presente trabajo de investigación es factible porque cuenta con el total apoyo de la Unidad de Gestión de Tecnologías, también existe la información requerida para implementar un software de enlace del simulador de vuelo a un casco de realidad virtual. Por lo cual es de vital importancia ejecutar el proyecto de manera urgente porque permitirá el mejoramiento de aprendizaje y conocimiento de la aviación para los señores estudiantes

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar en la Unidad de Gestión de Tecnologías un software de enlace del simulador de vuelo a un casco de realidad virtual; capaz de figurar sensaciones físicas de velocidad, aceleración, percepción del entorno de una aeronave; generando la familiarización de cabina.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar las condiciones de funcionamiento del software para el enlace del simulador de vuelo a un casco de realidad virtual.
- Determinar los elementos constitutivos de un simulador de vuelo enlazados a un casco de realidad virtual
- Implementar un software de enlace del simulador de vuelo a un casco de realidad virtual en la Unidad de Gestión de Tecnologías.

1.5 ALCANCE

La meta de la Implementación de un software de enlace del simulador de vuelo a un casco de realidad virtual es crear una experiencia, que permita sentir que se encuentra en la mitad de un mundo virtual, separado del mundo real. La simulación se apoya sobre gráficas visualizadas en el casco computarizado en 3D más audio. La realidad virtual utiliza la visión de un observador. Usted se mueve dentro del mundo virtual, en este caso se utilizará un software de enlace del simulador de vuelo a un casco de realidad virtual donde podrá controlar sin la necesidad de objetos físicos adicionales la ubicación del espectador en cabina.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 SIMULADOR

Un simulador es un sistema que intenta replicar o simular, de la forma más precisa y realista posible cualquier entorno utilizando herramientas como la realidad virtual y el uso de dispositivos ópticos. Los diferentes tipos de simuladores van desde videojuegos hasta réplicas de mecanismos en tamaño real montadas en superficies que a través de actuadores hidráulicos o electromecánicos, controlados por sistemas modernos computarizados. Un simulador pretende reproducir tanto las sensaciones físicas velocidad, aceleración, percepción del entorno como el comportamiento de los equipos que se pretende simular.

Presentan un modelo o entorno dinámico generalmente a través de gráficos o animaciones interactivas y facilitan su exploración a los alumnos, que pueden realizar aprendizajes inductivos o deductivos mediante la observación y la manipulación de la estructura subyacente; de esta manera pueden descubrir los elementos del modelo, sus interrelaciones, y pueden tomar decisiones y adquirir experiencia directa delante de unas situaciones que frecuentemente resultarían difícilmente accesibles a la realidad (control de una central nuclear, contracción del tiempo, pilotaje de un avión, entre otros). También se pueden considerar simulaciones ciertos videojuegos que, al margen de otras consideraciones sobre los valores que incorporan facilidad al desarrollo de los reflejos, la percepción visual y la coordinación psicomotriz en general, además de estimular la capacidad de interpretación y de reacción ante un medio concreto.

Para la realización de Simuladores de vuelo se deben tener en cuenta capacidades de maniobrabilidad y rendimiento de un (FSTD) por sus siglas en inglés "Flight Simulator Training Device", la experiencia en una cabina de vuelo debe ser muy realista, donde los pilotos tengan plena confianza y se sientan que están inmersos en su aeronave, mediante controles configurados,

para que el sistema visual tenga un formato que ofrezca pistas y modelos de crucero, con el fin de aprender, comprender y practicar conceptos de maniobras, navegación bajo todo tipo de condiciones extremas usando visual o reglas de vuelo por instrumentos, basados en normas FAA y OASI 9625, las cuales regulan las tareas como licencias de entrenamiento para pilotos, tipos de entrenamiento, por lo tanto se definen nueve unidades de competencia que se requieren para ser demostradas las cuales son las siguientes:

1. Aplicación de amenazas y principios de manejo de errores
2. Realizar operaciones previas al vuelo
3. Realizar despegue
4. Realizar ascenso
5. Realizar crucero
6. Realizar descenso
7. Realizar enfoque
8. Realizar aterrizaje
9. Realizar operaciones después del aterrizaje y después del vuelo

Teniendo en cuenta salidas normalizadas por instrumentos y navegación en ruta, procedimientos de ascenso completo y listas de verificación modificando velocidades de ascenso y altitud de crucero, operando los sistemas y procedimientos; las situaciones anormales y de emergencia son un factor prioritario al igual que las comunicaciones con la tripulación de cabina, pasajeros y entidades que afecten la operación de las aeronaves es decir los controladores aéreos ubicados en torres de control y para operación militar tropas en tierra.

2.1.1 Características de simulación

Para ayudar en la definición de los dispositivos para la fabricación de un FSTD a través de un enfoque en el análisis de formación, es determinante establecer que cualquier FSTD debe tener componentes claves que conducen a especificaciones puntuales con una estructura regulada por entidades internacionales como la FAA y la OACI. Las características para un FSTD se

define a partir de una perspectiva de formación que se utilizan conjuntamente, teniendo criterios, que sirvan de guía al personal de ingenieros en el diseño de un FSTD, parámetros que se relacionan a continuación así:

- **Cockpit diseño y estructura:** Define la estructura física y el diseño del entorno de la cabina, el diseño de instrumentos y presentación, los controles y el asiento piloto, instructor y el observador.
- **Vuelo modelo (aerodinámica y motor):** Define los modelos matemáticos y datos asociados que se utiliza para describir la aerodinámica y características de propulsión necesaria para ser modelado en el FSTD.
- **Manejo en tierra:** Define los modelos matemáticos y datos asociados que se utiliza para describir el manejo en tierra características y condiciones de la pista deben ser modelado en el FSTD.
- **Los sistemas de aeronaves:** Define los tipos de aeronaves simulación de sistemas necesarios para ser modelado en el FSTD. El capítulo de ATA estas definiciones describen con mayor detalle (por ejemplo, energía hidráulica, combustible, energía eléctrica, etc.) Sistemas de simulación permitirá a los procedimientos normales, anormales y de emergencia a llevarse a cabo.
- **Controles de vuelo y fuerzas:** Define los modelos matemáticos y datos asociados que se utiliza para describir los controles de vuelo y fuerza de control de vuelo y las características dinámicas deben ser modeladas en el FSTD.
- **Sonido de Señal:** Define el tipo de señales de sonido necesarios para ser modelada. Estas señales de sonido son los relacionados con los sonidos generados externamente al medio ambiente cockpit como el sonido de la aerodinámica, propulsión, pista Rumbo, efectos meteorológicos y los internos de la cabina.
- **Visual:** Define el tipo de visualización fuera de la cabina ventana de la imagen (por ejemplo colimado o no colimado) y el campo de visión (horizontal y vertical) que se requiere para ser visto por los pilotos utilizando el FSTD de su referencia con punto de mira. Requisitos

técnicos tales como relación de contraste y los detalles del punto de luz también son descritos. HUD (Heads Up Display) y las opciones de EFV (Expeditionary Fighting Vehicle) también son tratados.

- **Movimiento:** Define el tipo de movimiento requerido que puede ser generado por la dinámica de la aeronave y de otros efectos tales como el fuselaje, superficie de control, el tiempo, las operaciones de tierra, etc.
- **Ambiente de Control:** Define el nivel de complejidad del ambiente de control aéreo simulado del tráfico y cómo interactúa con la tripulación de vuelo en virtud de la formación en el FSTD. El objetivo de esta función es en el área terminal de la maniobra, no en la fase de crucero en vuelo.
- **Navegación:** Define el nivel de complejidad de las ayudas simuladas de navegación, sistemas y redes con los que los miembros de la tripulación de vuelo se requieren para operar, como el GPS, VOR, DME, ILS, NDB, etc.

2.1.2 La Realidad Virtual

El término realidad virtual (RV) surgió en los años 80 a través del fundador Jaron Lanier, para diferenciar simulaciones tradicionales hechas por computador, de simulaciones en ambientes compartidos por múltiples usuarios. Existen multitud de definiciones acerca de lo que es o lo que significa la RV, entre las que se destacan las siguientes: La RV comprende la interface hombre-máquina que permite al usuario sumergirse en una simulación gráfica 3D generada por ordenador, y navegar e interactuar en ella en tiempo real, desde una perspectiva centrada en el usuario.

La RV es una experiencia sintética mediante la cual se pretende que el usuario sustituya la realidad física por un entorno ficticio generado por ordenador. “La RV es lo más parecido que tenemos a la Máquina del Tiempo, en tanto que nos permite recrear virtualmente cualquier tipo de espacio en tres dimensiones y situarlo en cualquier época, incluso en el futuro, con un grado de realismo completamente creíble”.

A pesar de la diversidad de conceptos sobre Realidad Virtual, la mayoría recae en algunas de las características de su esencia básica: inmersión, interactividad y involucramiento. La inmersión puede ser definida como la emoción de participar del ambiente tridimensional, estando incluso en el mismo. La sensación de inmersión completa puede ser obtenida con el uso de dispositivos tales como: HMD (Head Mounted Display - cascos), lentes tridimensionales y CAVE (Computer Automatic Virtual Environment) o salas de proyección.

La interacción es la capacidad del usuario de recibir la respuesta del sistema después de realizar alguna acción sobre el ambiente, o sea, es la respuesta del sistema a la acción del usuario (capacidad relativa del ambiente). Sensaciones táctiles, de olfato y sonido aumentan la sensación de inmersión. Los dispositivos de entrada de datos más comunes en sistemas de Realidad Virtual son: mouse, teclados y joysticks. Esos dispositivos poseen dos grados de libertad, actúan de forma simple y directa en el ambiente virtual, aparte de esto poseen la ventaja del fácil uso y bajo costo de implementación. Guantes, rastreadores, dispositivos de trayectoria, sensores de comando de voz también son considerados dispositivos de entrada de datos. Los dispositivos de salida de datos pueden ser clasificados de acuerdo con el grado de inmersión suministrado al usuario, siendo clasificados como no inmersivos e inmersivos. Sistemas basados en monitores comunes (desktops) son considerados no inmersivos por que limitan la visualización del usuario al tamaño de la pantalla de proyección, pudiendo o no utilizar lentes de estereoscopia.

2.1.3 Historia de la Realidad Virtual

El origen de la realidad virtual se sitúa en el campo de la investigación militar, en particular en el desarrollo de simuladores de vuelo, que permiten entrenar sin riesgo para el piloto o el avión. En 1929, Edwin A. Link inventó el primer simulador de vuelo instrumental conocido como Blue Box, (Museum, 2000) un modelo simplificado del fuselaje y la carlinga de un avión que,

montado sobre una plataforma, era rotado y movido arriba y abajo por medio de bombas neumáticas.

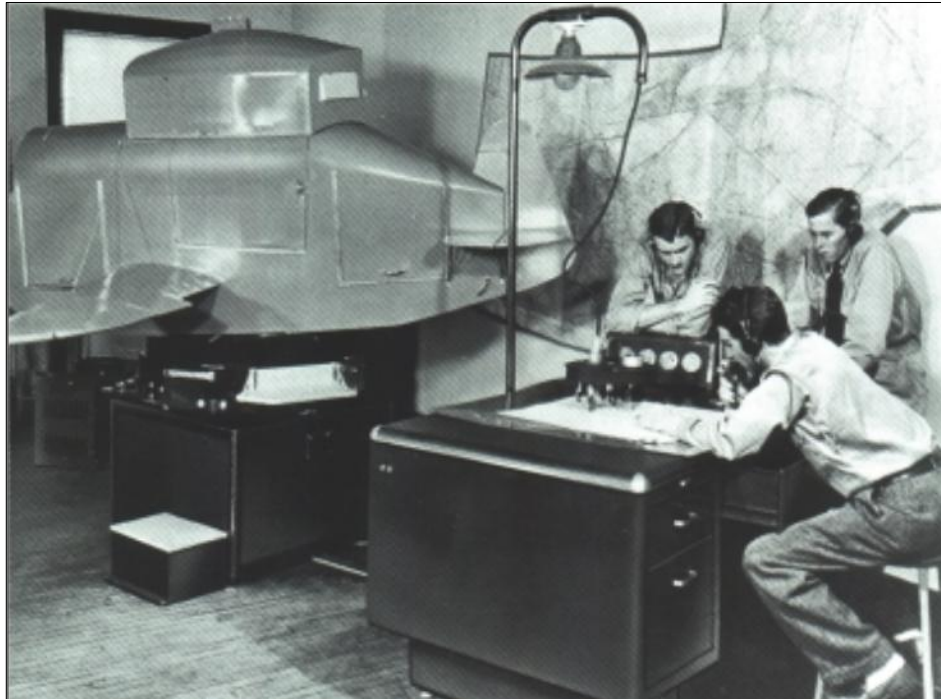


FIGURA 1 Blue Box

Fuente: (Museum, 2000)

Hasta la llegada de la realidad virtual, la incorporación de imágenes a un simulador se conseguía moviendo una pequeña cámara sobre inmensas maquetas. En 1929, el Sr. Link patentó un dispositivo de simulación de vuelo bajo el nombre de " fabricante de piloto. " Fue utilizado por primera vez en los parques de atracciones, pero nadie prestó atención hasta 1934. Morton Heilig fue llamado el "Padre de la Realidad Virtual" en varios libros y artículos. (Morton's, 1957) Morton Heilig fue uno de los grandes visionarios, era un filósofo, inventor, director de cine y en general, un hombre que miraba hacia el futuro y estaba muy por delante de su tiempo. Antes de que el interés del Departamento de Defensa Americano o la NASA llevara al desarrollo de los primeros cascos de visión estereoscópica, la industria del cine experimentaba con nuevas tecnologías. En 1962 Morton Heilig, inventa el "Sensorama", un videojuego que utilizaba sonidos, imágenes, movimiento, e incluso brisas artificiales para convencer al usuario de que estaba conduciendo una motocicleta por la ciudad de New York.



FIGURA 2 Sensorama

Fuente: (Morton's, 1957)

Ivan Sutherland considerado padre de los gráficos interactivos por su trabajo doctoral Sketchpad, continuó el trabajo de Heilig sobre cascos de visualización. En 1965, publicó el artículo titulado “The Ultimate Display”, en el que describía cómo, algún día, el ordenador proporcionaría una ventana a los mundos virtuales (Sutherland I. E., 2003). Sutherland es considerado por todo ello uno de los padres fundadores de la realidad virtual, junto a Scott Ficher y Tom Furness. La NASA necesitaba simuladores para poder entrenar astronautas, pues resultaba muy difícil recrear de otro modo las condiciones ambientales del espacio.

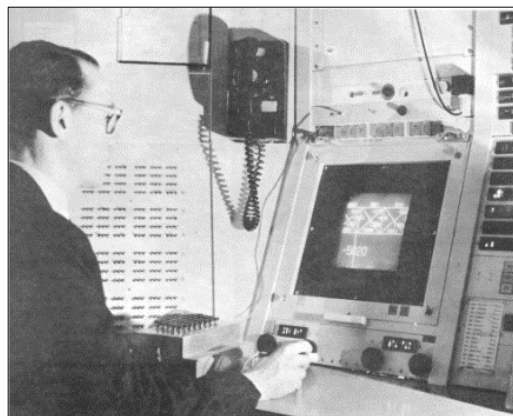


FIGURA 3 Sketchpad

Fuente: (Sutherland I. E., 2003)

En 1994 aparece un software de formato de archivo estándar para visualizar modelos 3D en la web llamado Virtual Reality Modeling Language, y Tim Berners-Lee, el mismo del HTML - HyperText Markup Language - Lenguaje de Marcado de Hipertexto). Esto sí se considera 3D interactiva, aunque no es inmersiva aún, y funciona vía Internet. (Sutherland I. E., 2003) Se deben considerar las limitaciones de memoria del hardware existente en la época y el escaso ancho de banda para las transmisiones de la información, así como un software aún incipiente.

Pero sí seguirá un camino distinto al no implementarse aún a través de internet. En el Laboratorio de Visión Electrónica de Chicago (EVL) se inventa el "Computer Automatic Virtual Environment", CAVE, en el año 1992. Basado en la proyección de imágenes sobre unas paredes translúcidas, que son pantallas de retroproyección, normalmente opera mediante un sistema de visión llamado estereoscópico (con sensación de profundidad 3D), de manera que múltiples usuarios pueden interactuar entre ellos y dentro del entorno virtual compartido. A partir del año 2000 hasta estos días la realidad virtual ha tenido un auge impresionante, particularmente en la rama del entretenimiento más específicamente en el diseño de consolas para videojuegos como son:

- Play station 3
- X box
- Nintendo Wii

2.1.4 El Triángulo de la Realidad Virtual

La Realidad Virtual (Multiusuario) se puede considerar como un medio de comunicación en sí mismo, que puede ser capaz de permitir en un futuro la participación corporal total en un mismo espacio compartido de telecomunicaciones generado por ordenador que podría estar dotado de retroalimentación multisensorial.

Las 3 características fundamentales que definen la RV frente a las animaciones 3D tradicionales son: posibilidad de tiempo real, que permite elegir la dirección hacia dónde moverse en el interior del escenario o hacia

dónde dirigir la mirada; inmersión completa por el interior del mismo, perdiendo el contacto con la realidad exterior al percibir únicamente los estímulos del mundo virtual; e interacción con los elementos que lo conforman, que permite interactuar con el mundo virtual a través de diversos dispositivos de entrada, como: joysticks, guantes de datos, etc. Se posibilita así al usuario para modificar elementos del mundo virtual recibiendo, a su vez, una respuesta del mundo 3D, a través de sus sentidos.

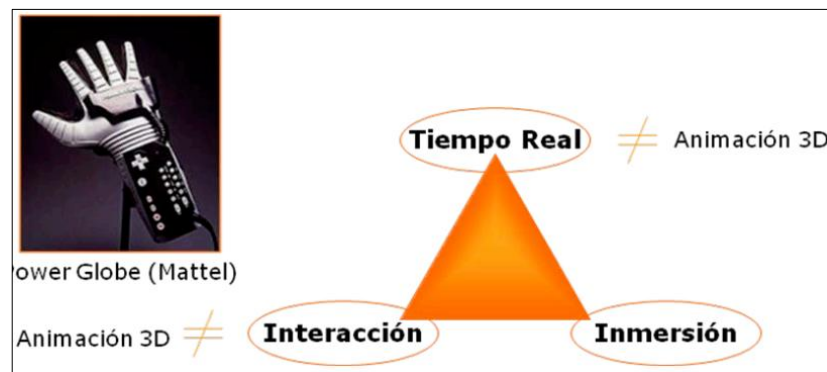


FIGURA 4 Triángulo de la Realidad Virtual

Fuente: (Martínez, 2011)

Dos de estas características están estrechamente relacionadas entre sí, aunque no son lo mismo: tiempo real e interactividad. Éstas son necesarias para una definición de RV, entre otros motivos, por su carácter distintivo. Permiten distinguir la RV, por ejemplo, de las fotografías 360° en las que existe tiempo real, pero no la posibilidad de interactuar cambiando alguno de los elementos de la imagen, aunque sí “tocar” zonas activas de la misma que produzcan un efecto adicional y, por supuesto, en las que no existe inmersión total.

Cabe considerar también el hecho de que algunos investigadores incluyen la imaginación, como el tercer vértice de este triángulo conceptual de la RV, ya que a través del mundo virtual se pueden concebir y percibir realidades que no existen, de manera parecida a como sucede con la creación artística; sin embargo, no se debe olvidar que esta posibilidad también la puede facilitar la visualización de una película animada 3D sin ser ésta realidad virtual en ningún caso.

2.1.5 Dispositivo háptico

Es un dispositivo que cuenta con entradas/salidas y que sirve como interfaz entre el hombre y una máquina. El dispositivo captura los movimientos del usuario y devuelve como respuesta una sensación háptica en función de las consecuencias del movimiento del usuario dentro de otro entorno diferente, como el entorno virtual. Interfaces que proporcionen un feedback de fuerza. Dispositivos que permiten la interacción puntual con el objeto virtual a través de un terminal, materializado como un lápiz, dedo virtual o un joystick. Guantes que permiten la manipulación “dexterizada” (en múltiples puntos de contacto) de objetos virtuales con retorno de fuerza.

2.2 Diferentes Sistemas de Realidad Virtual

Dependiendo del tipo de Interface/Hardware empleado en la visualización interactiva, una primera clasificación podría ser ésta:

- **Sistemas Desktop de Realidad Virtual o WoW (Window on World)**, mostrando una imagen 2D o 3D en un monitor, “casco” o pantalla de proyección. Son la mayoría de los videojuegos para PC o consolas de los hogares. El usuario ve la imagen en primera persona.

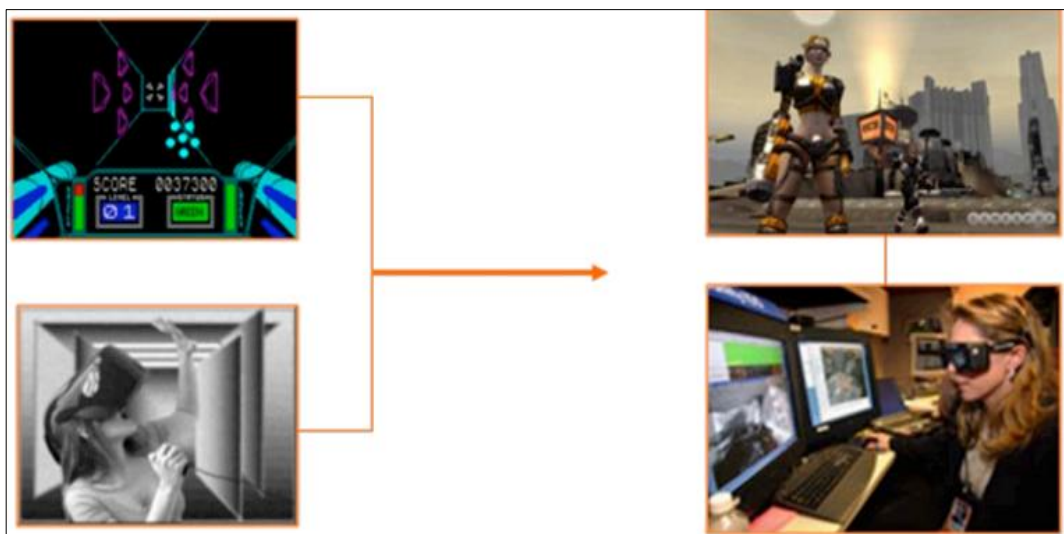


FIGURA 5 Desktop de Realidad Virtual

Fuente: (Martínez, 2011)

- **Realidad Virtual en Segunda Persona:** El usuario sabe que está en el mundo virtual porque se ve a sí mismo dentro de la escena. Es un integrante “visible” del mundo virtual porque ve la proyección de su imagen en un fondo o ambiente. Se aplica la idea de “ver para creer” para inducir la sensación de presencia.



FIGURA 6 Realidad Virtual en Segunda Persona

Fuente: (Martínez, 2011)

- **Sistemas de Telepresencia.** Con cámaras, dispositivos táctiles y de retroalimentación, ligados a elementos de control remoto que permiten manipular robots ubicados a distancia mientras se experimentan en forma virtual. En algunas ocasiones se denomina “Telepresencia” sólo al hecho de manifestarse en un mundo virtual como un ente, mientras que a su interacción con objetos reales se la conoce como “Mixed Reality” o “Realidad Mezclada”.



FIGURA 7 Sistemas de Telepresencia

Fuente: (Martínez, 2011)

- **Sistemas de Inmersión de Realidad Virtual:** Sumergen al usuario en el mundo virtual, utilizando sistemas visuales tipo CAVE (Computer Automatic Virtual Environment), con sensores de posición y movimiento, quedando el usuario, sumergido “realmente” en la atmósfera virtual y formando parte de ese mundo.



FIGURA 8 Sistemas de Inmersión

Fuente: (Martínez, 2011)

2.3. Aplicación de la Realidad Virtual en otros Campos de la Ciencia

2.3.1 La Realidad Virtual en Cirugía Médica

Uno de los principales campos de aplicación de la realidad virtual en los últimos años, gracias desde luego al creciente desarrollo tecnológico, ha sido el de la medicina. Estos avances han supuesto para el ser humano, en particular el paciente, una mejora trascendental en su calidad de vida y para la medicina en general, una garantía a la hora de la realización de un diagnóstico más certero. Las aplicaciones de RV, han supuesto innovación científica y tecnológica, por ejemplo, en la realización de autopsias virtuales; en interfaces neuronales para el movimiento de brazos robot y geminoides - clones mecánicos- en el tratamiento de la paraplejia y el autismo o en el tratamiento de las fobias, donde la RV ha constituido una ayuda terapéutica indiscutible al permitir representar virtualmente aquello que nos asusta y da miedo como podrían ser: insectos, volar en un avión, el vértigo a las alturas, etc.. Su aplicación permite al experto controlar y graduar de manera eficaz e

instantánea la intensidad del efecto producido en el paciente, según la reacción que éste pueda manifestar; sin que haya de moverse de un cómodo sillón. Todo a través de un casco de visión o a través de unas pantallas de proyección.

Desde luego, la inestimable ayuda prestada a los cirujanos a la hora de realizar una intervención quirúrgica es una de las más trascendentes aplicaciones de la RV en la actualidad. Y esto es así, entre otras cosas, porque la RV hace posible repetir una y otra vez el proceso de una determinada operación quirúrgica antes de llevarla a cabo, reduciendo por tanto, al mínimo, los riesgos que puedan acaecer en el momento de la intervención real.



FIGURA 9 Cirugía Médica

Fuente: (Zolezzi, 2015)

2.3.2 Aplicaciones en el Campo Aeroespacial

La Realidad Virtual se emplea en la actualidad para infundir estados de ánimo positivos en los astronautas que viajan a Marte en el marco del proyecto “EARTH” (Emotional Activities Related to Health Using Virtual Reality) desarrollado por investigadores del Instituto Interuniversitario de Investigación en Bioingeniería y Tecnología Orientada al Ser Humano I3BH integrado por unidades de investigación de la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad de Valencia y la Universidad Jaume I y en colaboración con la Universidad de Cádiz.

Dicha experiencia está basada en el uso de la RV a través de módulos de psicología asistida por ordenador, que ayudan a “regular las emociones y el estrés de los astronautas, permitiéndoles una mayor capacidad de reacción ante situaciones adversas”. Pretende, además, investigar los aspectos psicológicos y médicos de una misión aeroespacial de larga duración, formando parte del programa internacional “Mars500” el cual, desde el mes de junio de 2010, simula un viaje tripulado a Marte, de 520 días de duración.

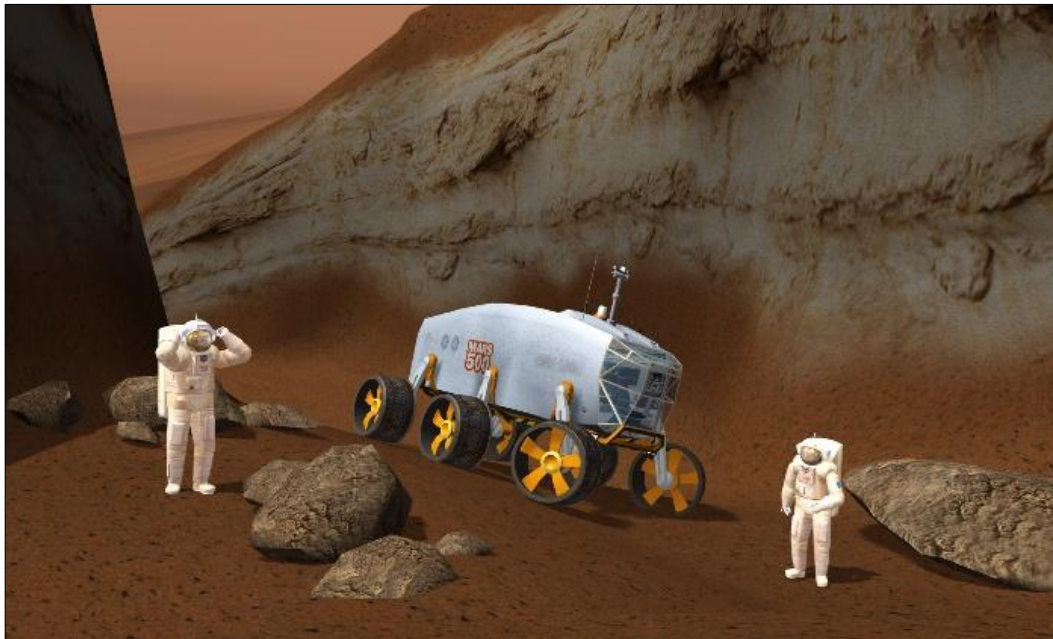


FIGURA 10 Mars500

Fuente: (Martínez, 2011)

2.3.3 Realidad Virtual en el Entrenamiento Táctico de los Soldados

En el mercado comercial existen varios kits de software que están siendo utilizados por los ejércitos de diversos países, tales como España o Estados Unidos, para formar y entrenar a los soldados en operaciones tácticas de tierra, mar o aire. Dichos kits permiten, entre otras cosas, la creación y despliegue rápido de escenarios combinando elementos 2D y 3D, escalables y con implementación de características de Inteligencia Artificial. Cabe mencionar que la empresa “Antycip Simulation” es pionera y líder europea en la implantación de este tipo de soluciones.



FIGURA 11 Entrenamiento Táctico de los Soldados

Fuente: (Martínez, 2011)

2.3.4 Plataforma de Movimiento de Simulador de Conducción o de Vuelo

Algunas de las aplicaciones más conocidas de la RV en el ámbito militar, son los simuladores de conducción de vehículos terrestres o de pilotaje de aviones, helicópteros, etc. Básicamente funcionan mediante unas plataformas hidráulicas de movimiento, dotadas de seis grados de libertad, es decir, permiten el desplazamiento en las tres direcciones espaciales y el giro según los tres ejes X, Y, Z. De esta manera, la sensaciones que percibe el piloto dentro de su cabina de control al efectuar un vuelo simulado, es decir, al ver frente a él en las pantallas de proyección que su aparato está despegando o aterrizando, virando, etc., son las mismas que recibiría en condiciones normales de vuelo real.



FIGURA 12 Simulador de Conducción o de Vuelo

Fuente: (Martínez, 2011)

Además que todo el sistema de instrumentación se observa en el caso de realidad virtual, también muestra en las pantallas los datos técnicos de situación, control, realización de una maniobra, alabeo, guiñada, cabeceo, etc., tal y como serían en la realidad. A priori, se destaca que la mayor ventaja que se obtiene a la hora de construir e implementar un simulador de vuelo es que el piloto puede entrenar las veces que sea necesario y mejorar así su técnica y conocimiento sin que por ello peligre su vida, al ser imposible que se estrelle su aeronave pues no ha llegado a despegar del suelo en ningún momento.

Evidentemente, la segunda razón por la que los pilotos noveles entrenan en un simulador de vuelo es que no existe riesgo de estrellar los trescientos millones de euros que suponen la fabricación de un Airbus 380, pues el coste de fabricación de un entrenador virtual puede ser del orden del millón de euros, según versiones y capacidades tanto del hardware como del software.

2.4 FlyInside FSX

Es un software que te permite utilizar Oculus Rift DK2 desde el interior de Flight Simulator X. Más allá de la doble renderización de la imagen y el head-tracking, FlyInside ofrece una gran variedad de útiles características. Puedes colocar las cartas de navegación, listas de verificación y otras ventanas alrededor de la cabina en el espacio 3D. Puedes cambiar de avión, cambiar de lugar, ver mapas, todo sin quitarte tu HMD.

FlyInside FSX incluye una funcionalidad que te permite leer los pequeños textos y los indicadores que se encuentran dentro de muchos aviones, a pesar de la resolución del DK2. A medida que avanza el desarrollo, se tiene un implacable enfoque en el rendimiento, la reducción de la latencia, y en la inmersión.



FIGURA 13 FlyInside FSX

Fuete: (Flyinside, 2016)

FlyInside no sólo te permite utilizar el Rift desde el interior de FSX, si no que se convierte en una experiencia práctica, si estás volando en una ruta realista con un 777, practicando para tu licencia. Y se siente como si estuvieras volando desde el interior de la aeronave, no en un escritorio.

FlyInside ahora tiene una interfaz de usuario. Puedes ver las estadísticas de rendimiento y configurar de los controles. Más importante aún, en una base sólida que es necesaria para muchas características interesantes, puedes configurar acciones importantes, como el centrado de la posición de la cabeza, a través de lo que sea, joysticks, gamepads, o teclados que se conecten a la PC. FlyInside va a tener una gran cantidad de funcionalidades, por lo que es importante que puedas personalizar los controles a tu gusto, con el hardware que prefieras.

El diseño y desarrollo de nuevos productos que incorporan nuevos enfoques está sucediendo en los dispositivos de entrada y de salida a una velocidad sin precedentes. Mientras que la sección anterior dio una visión general de las diferentes categorías de dispositivos esta sección proporciona una descripción más detallada de los productos individuales y prototipos en las categorías definidas que describen sus características únicas. Un resumen tabular de los dispositivos con especificaciones como la resolución FOV (Field Of View) y rastreado DOF (Degree Of Freedom).

2.4.1 Head Mounted Displays móviles

Los HMD móviles llevan en la mayoría de los casos, un teléfono inteligente común en su conjunto para la visualización y procesamiento de datos. Proporcionan una carcasa simple, que mantiene el teléfono en una distancia especificada de la lente. Google desarrolló los primeros dispositivos de este tipo. El Google Cardboard sigue la filosofía de actuar como un visor muy básico.

Oculus Crescent Bay y HTC Vive hacen uso de lentes de Fresnel para reducir el tamaño y el peso de la pantalla. PlayStation VR está usando lentes esféricas para reducir la distorsión en el centro. Si bien es capaz de caminar durante las experiencias de realidad virtual añade inmersión y realismo, hay un montón de consideraciones de costo, de ingeniería y de seguridad, que disuaden a ella. Por lo tanto, la mayoría del hardware está empujando actualmente para una experiencia de sentado, en el que el usuario permanece estacionaria. Esto facilita el seguimiento, evita problemas con tropezar con cables o muebles cercanos, y elimina la necesidad de cintas de correr o grandes habitaciones. HTC Vive, sin embargo, sí permite un espacio de 5m x 5m para realizar un seguimiento, lo que permite una caminata limitada dentro del espacio virtual. Mientras OSVR15 se centra fundamentalmente en proporcionar una plataforma de software común para VR, sino que también producen su propio auricular. Tiene lentes ajustables y conjuntos de lentes intercambiables las que se han utilizado durante las primeras versiones de la Oculus Rift y el Zeiss VR Uno con el fin de adaptar la ampliación. Los más destacados HMD cableadas espera que llegue al mercado en el año 2016.



FIGURA 14 Los HMD más prominentes

Fuente: State of the Art of Virtual Reality Technologies

2.4.2 Leap Motion Controller

Es un nuevo dispositivo para el control de gestos e interfaces de usuario con precisión submilimétrica. El menú Ver FlyInside está completamente habilitado al Leap Motion, desde los botones para todo el escritorio puede ser operado a través de Leap Motion. Sólo llegar y tocar lo que quiere. La Figura 15 se muestra algunos enfoques ejemplares para el seguimiento de la mano. Que van desde completamente libre en contacto con destino a través de sensores de muñeca a los guantes de datos.



FIGURA 15 The Leap Motion (izquierdo), el Myo (central), y el Glove One (derecha)

Fuente: State of the Art of Virtual Reality Technologies

2.4.3 Desarrollo de software

En el área de desarrollo de software, damos una breve descripción sobre cómo el software de realidad virtual puede ser desarrollado para el mercado de consumo, comunidad científica y especialmente las aplicaciones en el campo de la industria aeroespacial. FlyInside te pone en la cabina con Oculus Rift / Vive apoyo para Flight Simulator X y Prepar3D. Siente la velocidad, ver el mundo a tu alrededor, que nunca volverá a volar a través del monitor de nuevo, FlyInside 1.6 hace que la cabina del piloto puede controlar con la mirada-mirada, controladores Vive, y un sistema de Leap Motion mejorado. También se incluye soporte SLI VR, personalizar el ajuste de color, y mucho más.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Microsoft Flight Simulator X



Este producto está exclusivamente diseñado con fines de entretenimiento y no debe utilizarse para entrenamiento de pilotos. No forma parte de ningún programa de entrenamiento aprobado según las normas de la FAA ni de ningún otro organismo regulador. Por lo que es importante que se reconozca que los fines didácticos son netamente relacionados a la familiarización con el funcionamiento de diversas aeronaves sin el propósito de certificarlo en ningún momento.

Flight Simulator X se dio a conocer oficialmente en el 2006 International Consumer Electronics Show como un escaparate para los juegos de Microsoft Windows Vista, así como una lista de preguntas frecuentes en un comunicado de prensa en Microsoft Flight Simulator Insider, así como un simulador de vuelo de numerosas comunidades. Esta misión incluye también a base de juego con la misión específica de aeronaves, así como un mejorado motor de renderizado, capaz de un mayor detalle.

"Flight Simulator X" presenta gráficos de terreno considerablemente mejores que los de su predecesor. Las texturas de resolución más alta son especialmente notables en áreas como puertos y líneas de costa, donde el punto de contacto entre la tierra y el agua es mucho más realista.

3.1.1 Requerimiento del Flight Simulator X

Para determinar si su equipo cumple los requisitos mínimos del sistema, utilice la herramienta de diagnóstico de DirectX (Dxdiag.exe). Para iniciar la herramienta de diagnóstico de DirectX, siga estos pasos:

1. Haga clic en Inicio  Botón Inicio, escriba dxdiag en el cuadro **Iniciar búsqueda** y, a continuación, presione ENTRAR.  Si se le pide una

contraseña de administrador o una confirmación, escriba la contraseña o proporcione una confirmación.

2. Tenga en cuenta los valores de **procesador** y **memoria**.
3. Haga clic en la ficha **presentación**.
4. En **dispositivo**, anote los valores de **nombre** y para la **Memoria Total aprox.** de la tarjeta de vídeo.

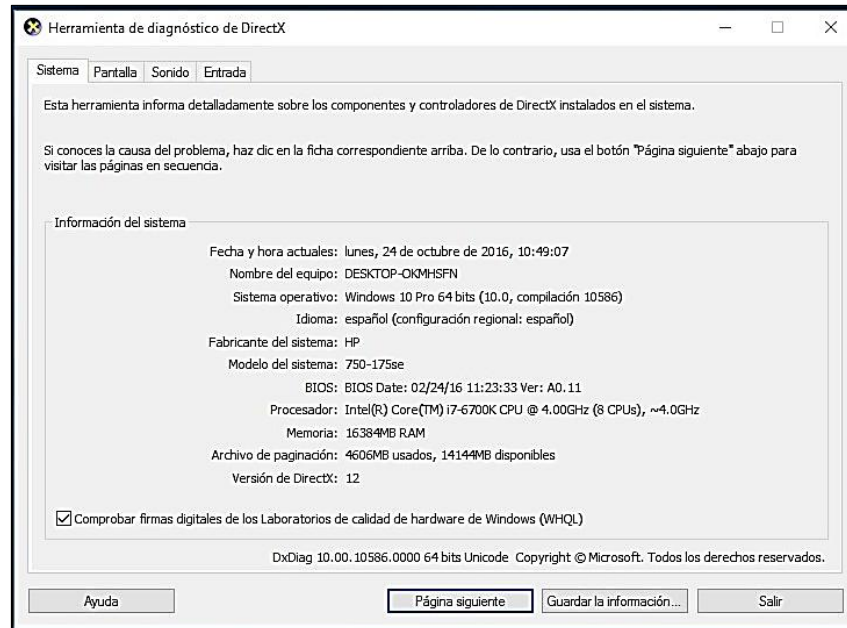


FIGURA 16 dxdiag (sistema)

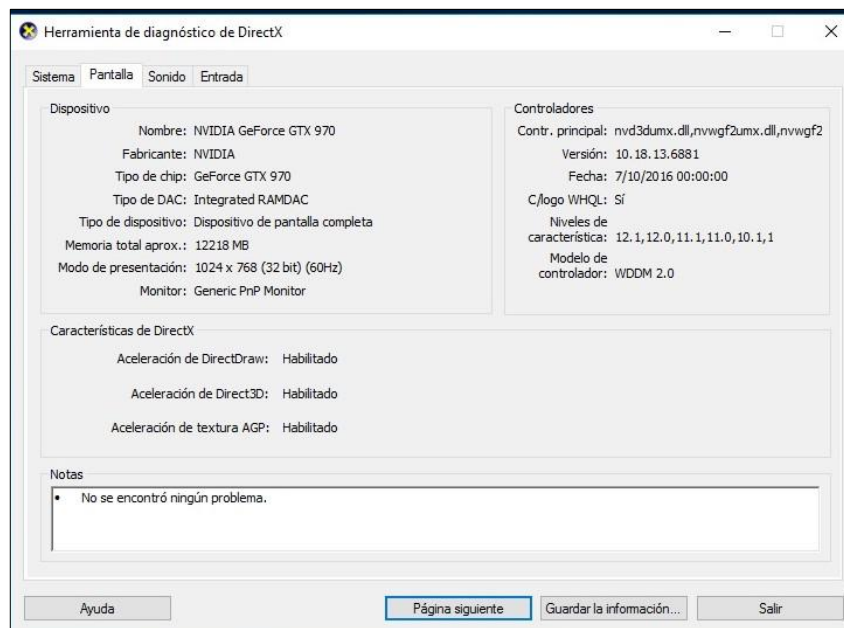


FIGURA 17 dxdiag (Pantalla)

3.1.2 Requisitos mínimos del sistema

Tabla 1

Flight Simulator X

COMPONENTE	REQUISITOS MÍNIMOS DEL SISTEMA
Sistema operativo	Windows 7, Windows Vista o Windows XP Service Pack 2 (SP2)
Procesador de equipo	1,0 gigahercios (GHz)
Memoria	256 megabytes (MB) de RAM para Windows XP SP2 512 MB de RAM para Windows 7 y Windows Vista
Espacio en disco duro	Espacio disponible en disco duro de 14 gigabytes (GB)
Tarjeta de vídeo	Tarjeta de vídeo de 32 MB DirectX 9 compatible
Unidad de DVD	Velocidad de 32x
Sonido	Tarjeta de sonido, altavoces o auriculares
Dispositivo señalador	Teclado y mouse o dispositivo de juego compatible (Xbox 360 Controller para Windows)
Conexión a Internet para jugar en línea	Adaptador de red para LAN multijugador

Tabla 2

Flight Simulator X Acceleration Expansion Pack

COMPONENTE	REQUISITOS MÍNIMOS DEL SISTEMA
Sistema operativo	Windows 7, Windows Vista o Windows XP Service Pack 2 (SP2)
Procesador de equipo	2.0 gigahercios (GHz) o más
Memoria	1 gigabyte (GB) o más de RAM
Espacio en disco duro	Espacio disponible en disco duro de 4 gigabytes



CONTINUA

Tarjeta de vídeo	Tarjeta de vídeo compatible con DirectX9 o posterior, 128 MB o más de RAM de vídeo, Shader Model 1.1 o versión posterior
Unidad de DVD	Velocidad de 32x
Sonido	Tarjeta de sonido, altavoces o auriculares
Dispositivo señalador	Teclado y mouse o dispositivo de juego compatible (como Xbox 360 Controller para Windows)
Conexión a Internet para jugar en línea	Adaptador de red para LAN multijugador

Nota: El paquete de expansión de aceleración requiere que esté instalado el programa original de Flight Simulator X. Todos los requisitos del sistema para Flight Simulator X deberán cumplirse o superarse para que funcione correctamente el paquete de expansión.

3.1.3 Hardware recomendado para Flight Simulator X

Los juegos de PC tienden a llevar la capacidad de procesamiento de los ordenadores hasta el límite. Esta forma de programación otorga a los jugadores distintos niveles de visualización gráfica, dependiendo del equipo donde se encuentren instalados. Para reproducir Flight Simulator X, el equipo debe cumplir los requisitos mínimos del sistema. Además, el hardware debe superar una comprobación del sistema cuando inicia el juego.

Si experimenta un rendimiento lento en el juego, deberá ajustarse de la configuración del juego. Maximizar la calidad gráfica de un juego no siempre es buena idea, porque puede afectar su desempeño. Un nivel gráfico altamente detallado es más atractivo, pero no tener el equipo adecuado puede ocasionar que el software se ejecute lentamente o generar un error que colapse el sistema.



FIGURA 18 Flight Simulator X

3.1.4 Configuración de la Maquina

Tenga en cuenta que futuras expansiones pueden pedir un mejor equipo para aprovechar las nuevas tecnologías disponibles en el mercado. Los requerimientos de hardware para llevar a su máxima capacidad gráfica Flight Simulator X sin perder velocidad o desempeño, son:

Tabla 3

Requisitos Utilizados

COMPONENTE	REQUISITOS UTILIZADOS
Sistema operativo	Windows 10 SP1 de 64bits o mejor.
Puertos de entrada	USB. 3.0 y un puerto de 2.0
Espacio en disco duro	1 Tera
Tarjeta de vídeo	Nvidia GeForce GTX 970/ AMD 290 equivalente o superior
Memoria RAM	16 GB RAM
Unidad de DVD	Velocidad de 32x
Puertos de salida de video	Compatible con HDMI 1.3
Procesador	Intel i5 equivalente o mejor
Sonido	Tarjeta de sonido, altavoces o auriculares
Dispositivo señalador	Teclado y mouse o dispositivo de juego compatible (como Xbox 360 Controller para Windows)
Conexión a Internet para jugar en línea	Adaptador de red para LAN multijugador

Una vez realizado los pasos de requerimiento para el Flight Simulator X en el ordenador, se pudo comparar entre los requisitos mínimos establecidos por el fabricante y las utilizadas para el software descargado, y se verifico que el hardware instalado en el ordenador cumplía y sobre pasaba los requisitos emitidas por el fabricante. Dando así un gran desempeño y rendimiento al momento de reproducir cualquier simulación en un ambiente de alta calidad y empleando diversos monitores de salida de video.

3.2 Instalación del Microsoft Flight Simulator X

Para la instalación del Microsoft Flight Simulator X es necesario descargarse el software desde la página oficial FSX Steam Edition, el tamaño total de la aplicación es 7.76 GB.

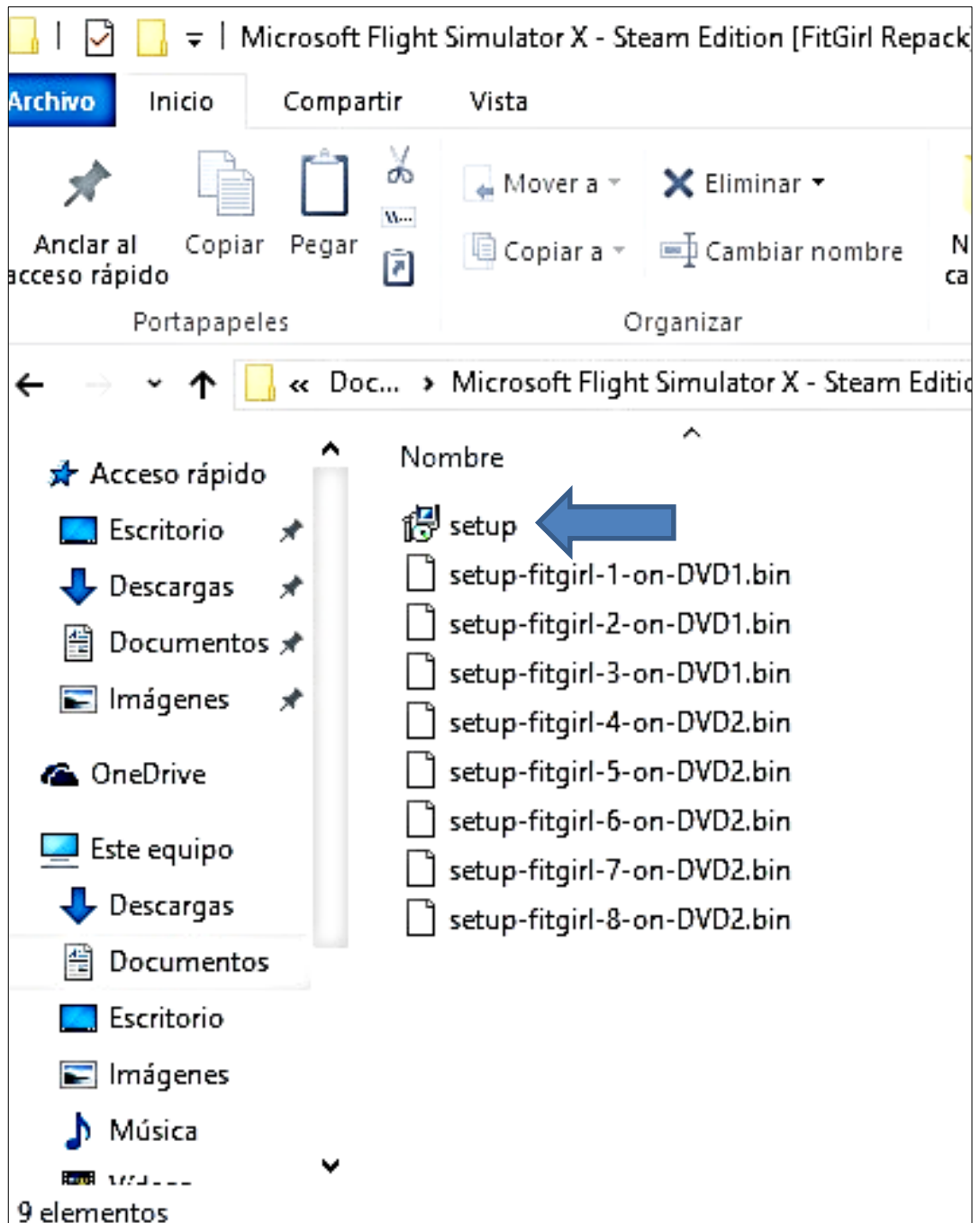


FIGURA 19 Setup

Una vez descargado se procede a la instalación del software, se ejecuta el setup de la aplicación y se recomienda seguir los pasos de instalación emitidas del fabricante.

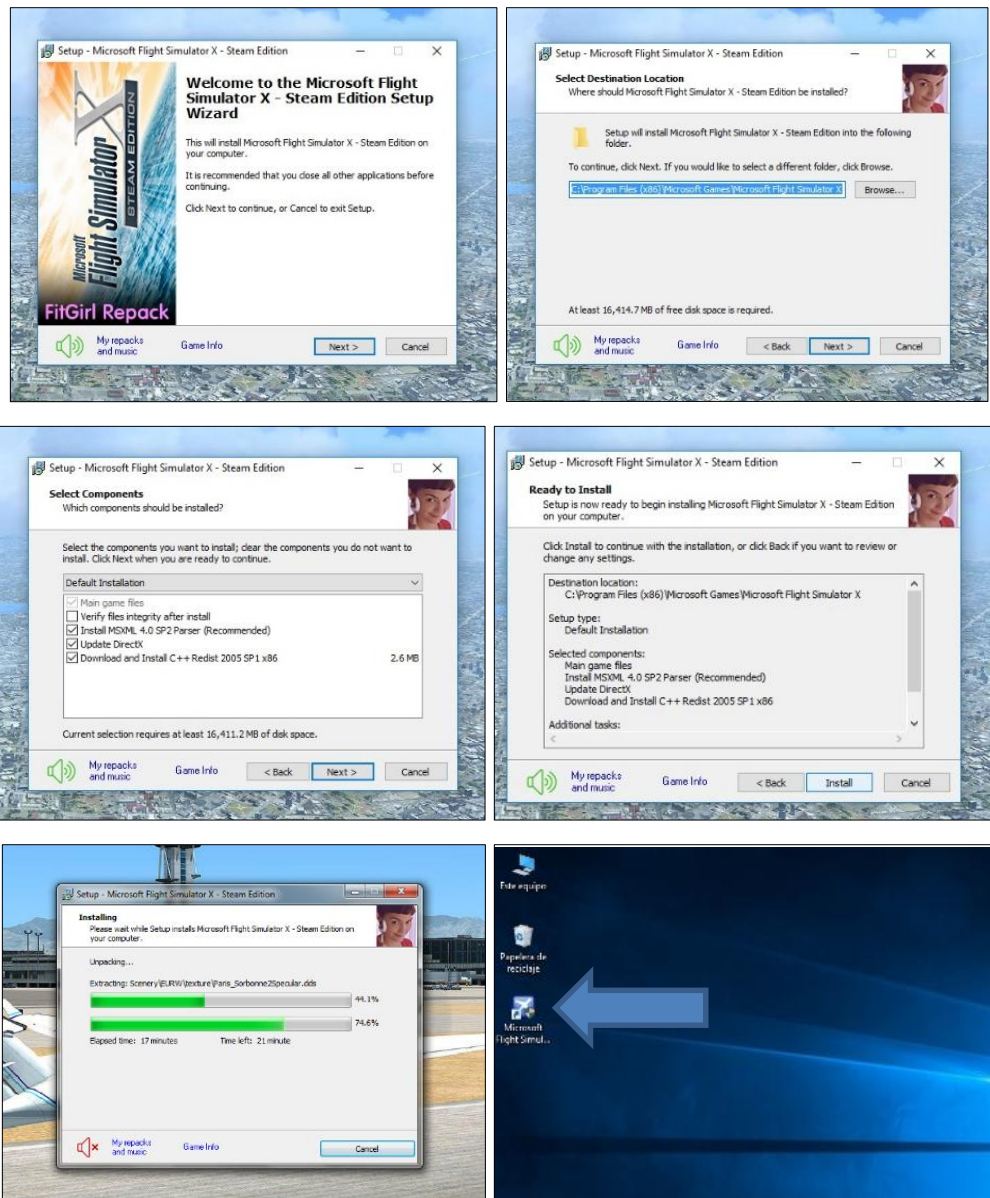


FIGURA 20 Pasos para la instalación del Microsoft Flight Simulator X

Al finalizar la instalación se crea un acceso directo en el escritorio el cual permite ejecutar la simulación. Para poder completar la vinculación de los elementos que están instalados como lo son el controlador por gestos y el casco de realidad virtual, se realizará a continuación la instalación del software FlyInside.

3.3 FlyInside

Para el rendimiento y funcionamiento del software perteneciente a STEAM se constató que no todos los equipos están listos para recibir esta tecnología

pues las características mínimas de operación son las descritas en el párrafo anterior. FlyInside añade soporte a la realidad virtual para Microsoft Flight Simulator X y Prepar3D. Cuando se combina con un FlyInside y el casco de realidad virtual y el simulador de vuelo se generará un mundo completamente nuevo. En lugar de mirar a un monitor verá la cabina a su alrededor, como si estuviera sentado en el avión. Y con la configuración adecuada permitirá manipular los elementos de cabina de manera natural como si estuviese al interior de la misma.

3.3.1 Descarga de FlyInside

Para descargar FlyInside se accede a la página <https://flyinsidefsx.com/Download>, para utilizar FlyInside con Microsoft Flight Simulator X, utiliza las descargas FlyInside FSX Pro 1.62 en el lado izquierdo de la página. Para su uso con Prepar3D, se emplean los enlaces de descarga a la derecha para FlyInside P3D. La descarga FlyInside funcionará como una prueba gratuita para los nuevos usuarios. Y para activar esta versión del software una vez instalado se lo realiza iniciando sesión en el gestor del programa.

FIGURA 21 Descarga de FlyInside

3.3.2 Instalación del FlyInside

FlyInside requiere de al menos cinco minutos para la instalación FlyInside cuenta con una pequeña descarga pues solamente pesa 29.6 Mb y una instalación rápida.

1. Desactive el software antivirus, que pueden interferir con la instalación en caso de tenerlo instalado.
2. Asegúrese de que su equipo cumple con las especificaciones recomendadas para VR y esté preparada como se describe en Configuración de hardware
3. Ejecutar el instalador FlyInside.
4. Una vez que se abra el instalador, pulse Siguiente para continuar.
5. Lea el acuerdo de licencia, aceptar los términos y pulse Siguiente.
6. Si está utilizando el Oculus Rift tendrá que permitir que las aplicaciones de terceros. Siga las instrucciones en la pantalla "Activar carga lateral". Pulse Siguiente para continuar.
7. FlyInside intentará detectar la instalación de simulador de vuelo. Si no puede encontrar su simulador, navegar por la "Examinar." botón y vaya a la carpeta donde está instalado el simulador. Para Flight Simulator X, buscar la carpeta que contiene FSX.exe para Prepar3D, buscar la carpeta que contiene Prepar3D.exe.
8. Una vez que haya localizado el simulador, FlyInside le permitirá continuar, pulse Siguiente.
9. Durante los siguientes dos pantallas puede configurar Menú Inicio y accesos directos del escritorio. Leer a través de estas pantallas, realice los cambios que prefiera y pulse Siguiente.
10. Después de continuar, FlyInside instalará en su simulador de vuelo.
11. Asegúrese de activar su software anti-virus de nuevo después de la instalación.
12. Una vez que se complete la instalación puede iniciar FlyInside desde el instalador, o desde los accesos directos del menú Inicio creado. Puede comenzar FlyInside FSX usando el atajo "FlyInside FSX" o FlyInside P3D mediante el acceso directo "FlyInside P3D". Para iniciar

el simulador normalmente (sin VR), sólo tiene que utilizar sus accesos directos o "Flight Simulator X", "Prepar3D" de forma normal.

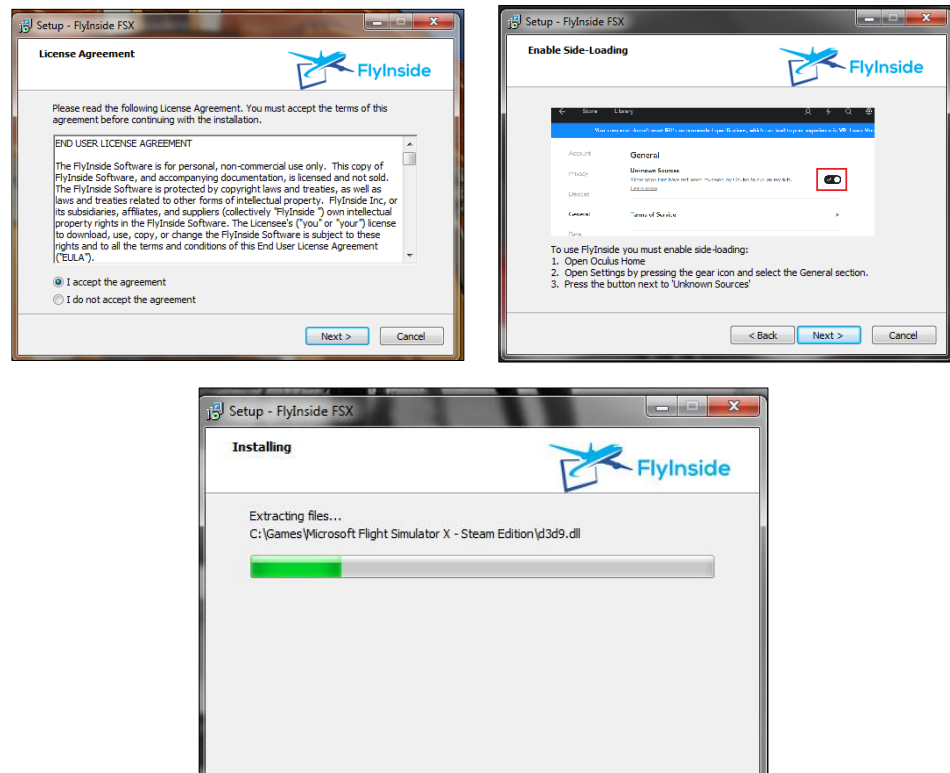


FIGURA 22 Instalación del FlyInside

Con FlyInside puedes cambiar de avión, cambiar de lugar, ver mapas, todo sin quitarte tu HMD. FlyInside FSX incluye una funcionalidad que te permite leer los pequeños textos y los indicadores que se encuentran dentro de muchos aviones, a pesar de la resolución del DK2. A medida que avanza el desarrollo, se tiene un implacable enfoque en el rendimiento, la reducción de la latencia, y en la inmersión.

3.3.3 Configuración de hardware

Para utilizar FlyInside se necesita un simulador de vuelo, un casco de realidad virtual y un ordenador capaz de reproducir la realidad virtual.

Flight Simulator.- FlyInside requiere un simulador de vuelo con el fin de funcionar. FlyInside se instala como un add-on para su simulador de vuelo.

Para utilizar FlyInside, se realizó la instalación de Microsoft Flight Simulator X, es el simulador de vuelo más ampliamente utilizado. Es fácil de adquirir y es compatible con un gran número de complementos. Flight Simulator X: Steam Edition es el más recomendado y proporciona el mejor rendimiento.

Casco de Realidad Virtual.- Para utilizar FlyInside necesitará un casco de realidad virtual. FlyInside apoya el Rift Oculus y HTC Vive. El Oculus Rift es conocido por su nítida pantalla, factor de forma cómoda, y la deformación de tiempo asíncrono fiable. Ofrece la mejor experiencia FlyInside en este momento. El HTC Vive es conocido por su servicio para salas de escala y controladores de movimiento increíbles.

Preparar.- FlyInside requiere que tanto el monitor principal y el HMD estén conectados a la misma tarjeta gráfica. Esto se debe a FlyInside comparte datos entre el simulador, el monitor y HMD. Su HMD debe estar conectado al puerto HDMI de la tarjeta. Si su tarjeta gráfica sólo tiene un puerto HDMI, y el monitor también utiliza HDMI, necesitará utilizar un adaptador para conectar el monitor a un puerto alternativo. Un adaptador de HDMI a DVI puede ser necesario.



FIGURA 23 Casco de Realidad Virtual con sistema LEAP MOTION

3.4 Configuración del Microsoft Flight Simulator X

Para obtener un mejor rendimiento de la simulación de Microsoft Flight Simulator X: Steam Edition, se procede a optimizar los recursos de Windows 10 como es el procesador, tarjeta de video, etc. Para ello se dirige a propiedades de equipo luego a configuraciones avanzadas, después a rendimiento y se desactiva todas las opciones, con ello se sacrificará la estética de Windows 10 y mejorará el rendimiento de la PC.

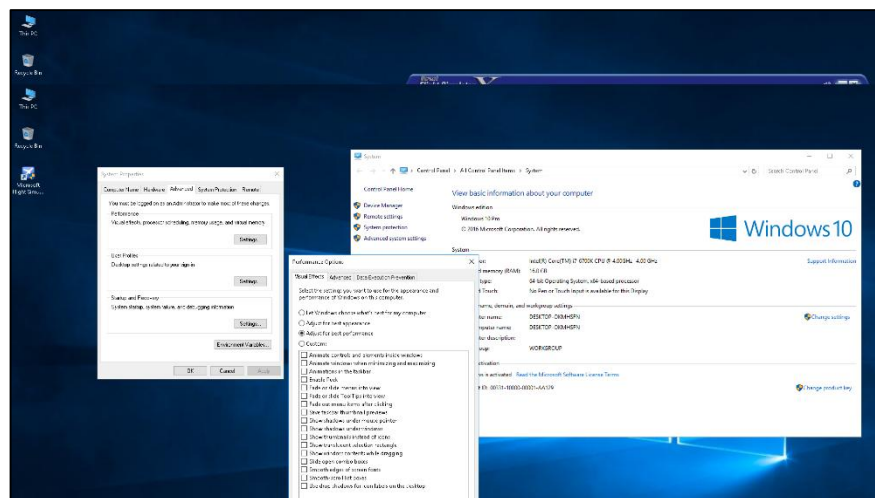


FIGURA 24 Configuraciones avanzadas

Luego seleccionamos el icono de configuración de equipo, privacidad y en aplicaciones de segundo plano se desactivará todas las aplicaciones, con ello se logrará un mejor rendimiento en cuanto al procesador y ahorro de energía.

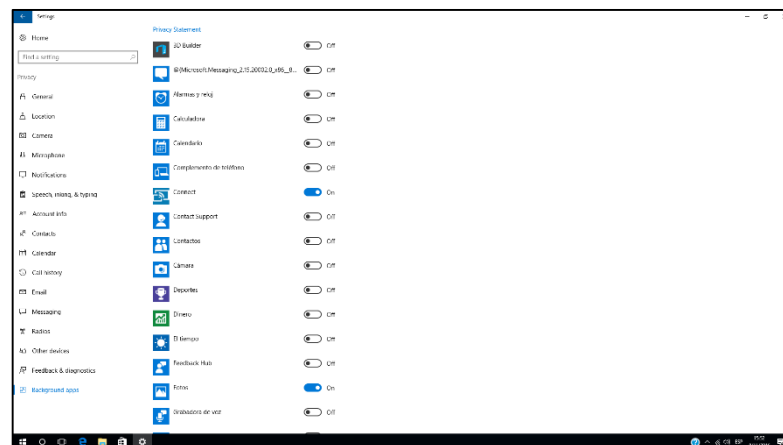


FIGURA 25 Configuración de equipo

Posteriormente comprobado e instalado el software se procede a ejecutar el Microsoft Flight Simulator X y FlyInside; estos dos programas se inician simultáneamente con el Oculus Rift previamente instalado, cumpliendo con los requisitos del equipo que fueron mucho mayor de lo esperado.

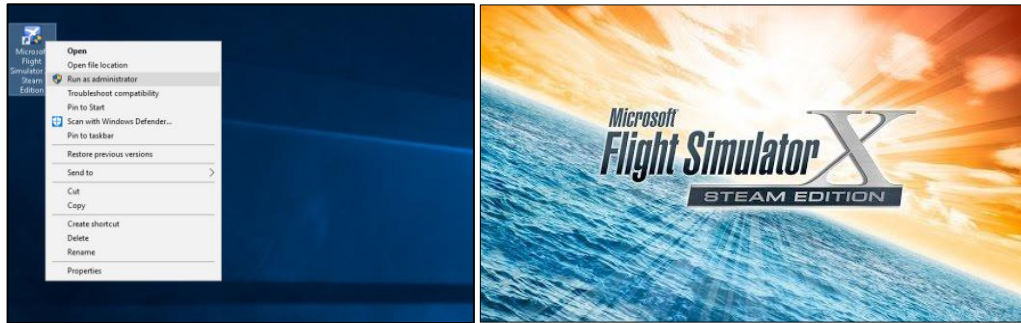


FIGURA 26 Ejecutar Microsoft Flight Simulator X: Steam Edition

Se procede a ejecutar como administrador, dando clic derecho en el raton el programa se abra en 10 segundos, posteriormente se dirigira a configuracion, luego en display settings se encontrara con las graficas del simulador, para las pruebas se inició en minimal, hasta encontrar el mejor rendomenito en cuanto a simulacion se refiere y sin sacrificar tiempos de reaccion de la simulación.

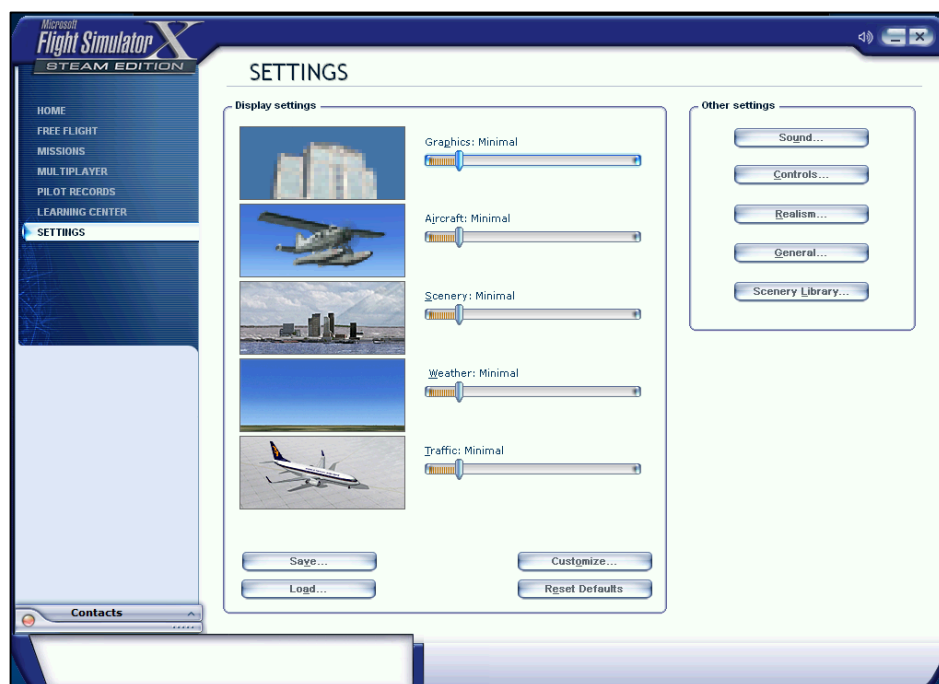


FIGURA 27 Settings

Se verificó el rendimiento de las gráficas en cabina que fueron sumamente bajas, no se pudo visualizar los detalles de los instrumentos, Primary Flight Display (PFD), Multi – Function Display (MFD), etc., ni la escritura de las mismas.



FIGURA 28 Prueba de rendimiento

En el siguiente paso las graficas se las situó en medium low especialmente lo que es la aeronave, ya que nos interesa es la manipulacion en cabina y lograr así una excelente visualizacion de los instrumentos.

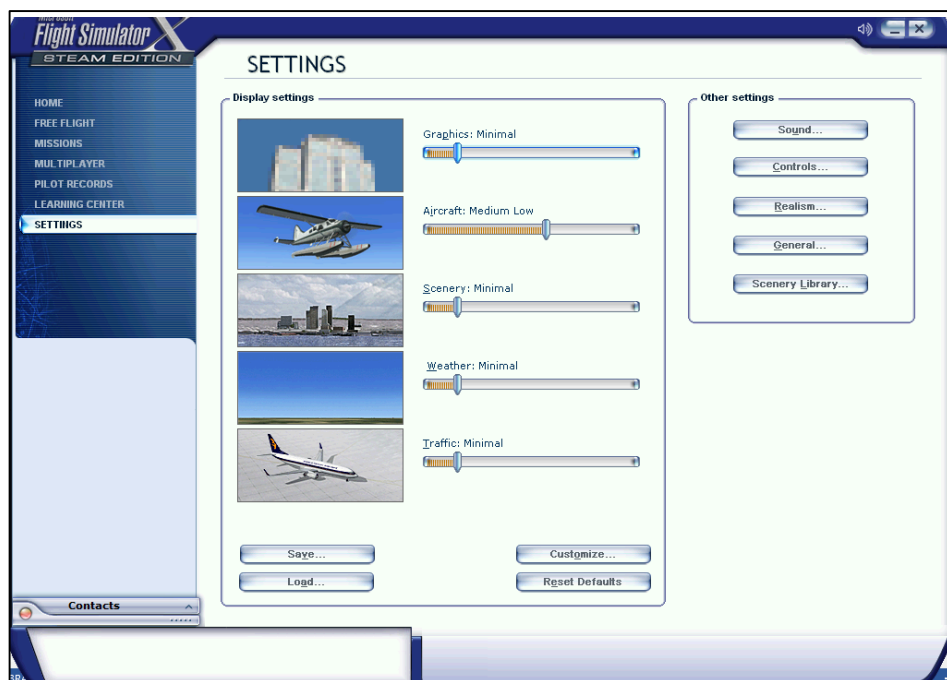


FIGURA 29 Recalibración

Se pudo observar que las graficas de Primary Flight Display (PFD) y Multi – Function Display (MFD) eran notablemente superiores sin embargo los paneles superiores, inferiores y overhead panel no se identificaba claramente la escritura y la posicion de los interruptores.



FIGURA 30 Cabinas

Para culminar con las pruebas operacionales, la configuracion de graficas especialmente de la aeronave se la situo en High y con ello se inico la simulacion de Microsoft Flight Simulator X: Steam Edition, la cual fue todo un éxito en cuanto a graficas en cabina se refiere, se pudo identificar los detalles de Primary Flight Display (PFD), Multi – Function Display (MFD), Overhead panel, y al mismo tiempo mantener la fuides de la reproduccion de la simulación.

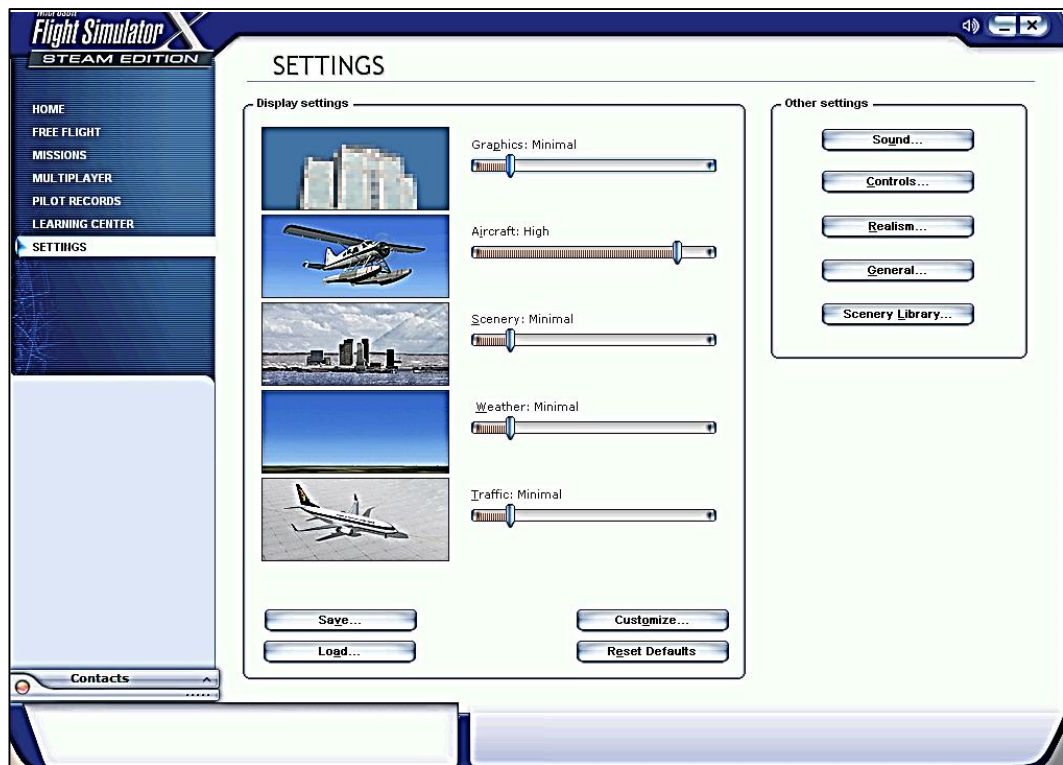


FIGURA 31 Ajustes óptimos

3.5 Pruebas operacionales

Para las pruebas operaciones se utilizara el Cessna 172 G1000 es un avión de ala alta y monomotor con capacidad para transportar cuatro personas. Los primeros 172 eran prácticamente idénticos a los 170, con la misma forma de popa y las mismas barras altas del tren de aterrizaje; sin embargo el perfil del avión apenas fue modificado desde entonces, sufriendo sobre todo actualizaciones en la aviónica y la motorización incluyendo (sobre todo en 2005) la cabina de cristal Garmin G1000.

EL GARMIN G1000 es una de las suites de última tecnología de Glass Cockpit. Con todos los elementos necesarios integrados en sus dos o tres magnificas pantallas de cristal líquido de alta resolución, hacen que el scan de nuestra información de vuelo sea rápido y eficaz, que incorpora un nuevo estándar en lo que a seguridad, simplicidad y posicionamiento se refiere.



FIGURA 32 Cessna 172 G1000

El Garmin G1000 es un sistema integrado de instrumentos de vuelo y está compuesto por dos pantallas; el Primary Flight Display (PFD) y el Multi-Function Display (MFD) y un panel de comunicaciones integrado en medio de las dos pantallas.

El G1000 incluye los siguientes elementos:

- GDU Display
- GMA Audio Panel
- GMC/GCU Remote Controllers
- GIA Integrated Avionics Unit
- GDC Air Data Computer
- GRS AHRS sistema de referencia de actitud y rumbo
- GTX Transponder
- GEA Engine/Airframe Unit

El Primary Flight Display muestra los instrumentos básicos como el indicador de velocidad, el indicador de rumbo, el indicador de desviación de curso entre otros. Un pequeño mapa llamado el “map inset” puede activarse en una esquina. El PFD puede ser usado también para introducir y activar planes de vuelo.

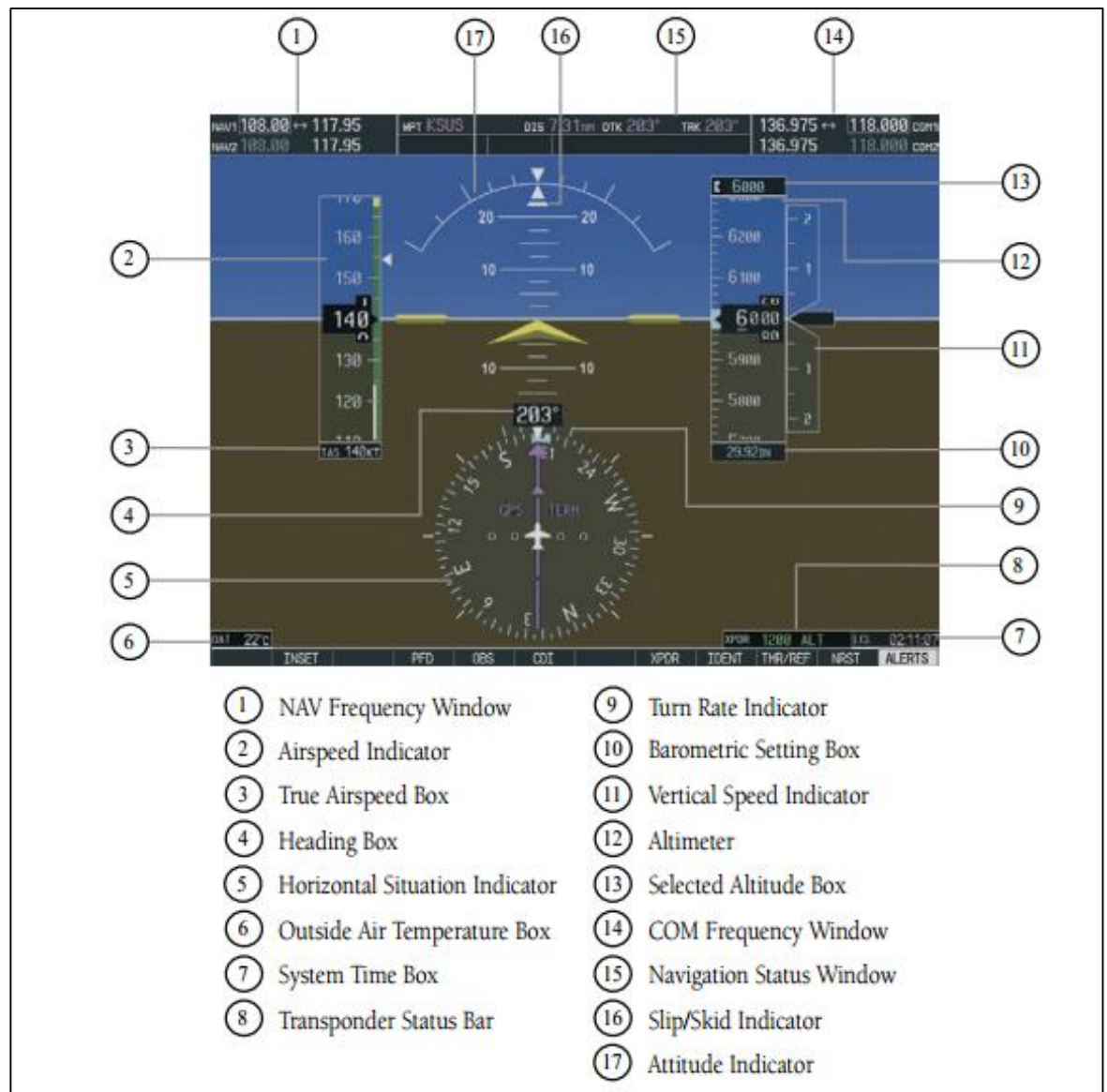


FIGURA 33 Primary Flight Display

El Multi-Function Display posee seis carpetas MAP con información referente a mapas, WPT con los puntos de chequeo, AUX con los números de parte y condición de los elementos instalados en la aeronave, FPL trata sobre planes de vuelo, LIST posee la lista de chequeo y NRST informa acerca de los aeropuertos cercanos.



FIGURA 34 Pantallas PFD y MFD

El sistema Garmin G1000 tiene un modo reversible el cual es capaz de mostrar la información primaria en las dos pantallas PFD y MFD. Garmin G1000 está certificado en la mayoría de aviones nuevos como Beechcraft, Cessna, Diamond, Cirrus Design, Mooney, Piper, Quest Aircraft (el Kodiak 100), y Tiger. Garmin G1000 cuenta con un simulador, por lo cual las escuelas de aviación optan por este sistema de entrenamiento por su alto parecido a la realidad. El simulador de vuelo de Microsoft incluye también el Garmin G1000 en algunas aeronaves ya que constituye una herramienta eficiente y vanguardista.

Cessna 172 G1000 también cuenta con Piloto Automático que es un sistema eléctrico y mecánico capaz de guiar la aeronave sin ayuda de un ser humano. Su objetivo es sustituir en algunas maniobras del vuelo al piloto mejorando su capacidad de respuesta. El piloto automático tiene que ser activado por el piloto, la cual es capaz de realizar las siguientes maniobras:

Mantener altitud

- Ascender/descender
- Mantener velocidad deseada
- Seguir un rumbo o localización
- Alineación con pista

Estas maniobras pueden realizarse de manera independiente o conjunta en función de las necesidades del piloto, siendo posible incluso realizar un plan de ruta completo salvo el despegue.



FIGURA 35 Mandos de la Propulsión

Los Cessnas disponen de mandos de varilla en vez de palancas, pero el manejo es sencillo, empujando el mando de gases se aplica más potencia y tirando del mismo menos potencia; empujando el mando de paso de la hélice se seleccionan más r.p.m. y tirando se seleccionan menos r.p.m.

El mando de gases funciona de manera similar al acelerador de un automóvil mientras que el mando de paso de la hélice lo hace como la palanca del cambio de velocidades.

Características

Tripulación: 1 piloto

Capacidad: 3 pasajeros

Longitud: 9.3m (27.2ft)

Envergadura: 11m (36.1ft)

Altura: 2.7 (8.9ft)

Superficie Alar: 16.2m (174.4ft)

Peso vacío: 743kg (1 637 lb)

Peso máximo al despegue: 1 110kg (2 446.4 lb)

Planta motriz: 1 motor de cuatro cilindros opuestos enfriados por aire.

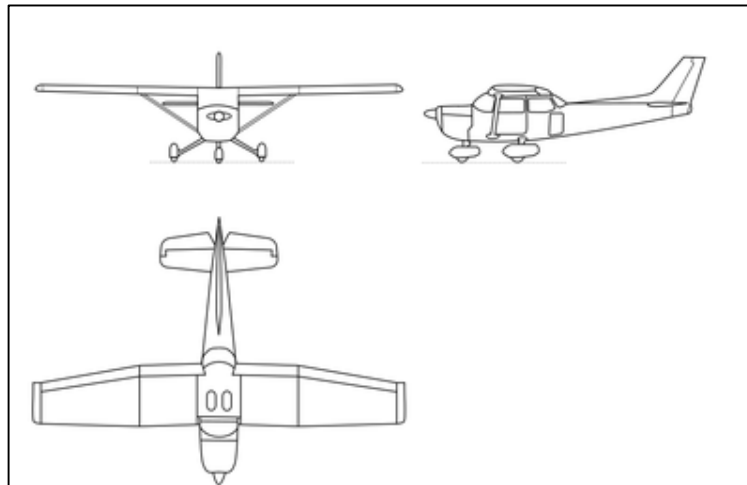


FIGURA 36 Características y Rendimiento

Rendimiento

Velocidad nunca excedida (Vne): 302 km/h (188 MPH; 163 kt)

Velocidad máxima operativa (Vno): 228 km/h (142 MPH; 123 kt)

Alcance: 1 270 km (686 nmi; 789 mi)

Techo de servicio: 4 115 m (13 500 ft)

Régimen de ascenso: 3.7 m/s (720 ft/min)

Autonomía: 4:26 horas

Para el encendido del Cessna 172 G1000 se debe seguir la Checklist correspondiente en la cual detalla los pasos que se debe cumplir como es el Prevuelo, Puesta en marcha, despegue - ascenso - crucero etc. Estos procedimientos son los aplicables para el Microsoft Flight Simulator X.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se investigó las especificaciones de Microsoft Flight Simulator X: Steam Edition, Rift Oculus y Leap Motion establecidas por los fabricantes, por tanto el equipo reproduciría los software con normalidad individualmente, sin embargo al conectarse simultáneamente todos los equipos e interactuar con la simulación se comprobó que las capacidades del ordenador eran apenas satisfactorias.
- Los elementos implementados para la simulación de cabina en realidad virtual son Microsoft Flight Simulator X: Steam Edition enlazado a un casco de realidad virtual mediante el software FlyInside dando una reproducción en un entorno de simulación de 360 grados en cabina de vuelo, para manipular esta simulación se requiere de un dispositivo de digitalización de las manos que lleva el nombre de Leap Motion, todo esto soportado a través de un ordenador de última generación.
- El software implementado a fin de enlazar los dispositivos requeridos para una simulación de cabina en realidad virtual es el software FlyInside, mismo que permitirá vincular el simulador, el Oculus Rift Oculus y el sistema Leap Motion, puesto que cada uno trabaja con sus propios controladores y requieren de esta adaptación de enlace.

4.2 Recomendaciones

- Para obtener un mejor rendimiento de Microsoft Flight Simulator X: Steam Edition, pues lo complejo del avión, escenarios, aeropuertos y extras. Es recomendable un equipo que se aproxime a las máximas características de rendimiento del fabricante para obtener una mejor experiencia en cuanto a graficas se refiere en realidad virtual.
- Para el enlace a un casco de realidad virtual, es necesario la implementación de FlyInside FSX es un software que te permite utilizar Oculus Rift DK2 desde el interior de Flight Simulator X. Más allá de la doble renderización de la imagen y el head-tracking, FlyInside ofrece una gran variedad de útiles características. Puedes colocar las cartas de navegación, listas de verificación y otras ventanas alrededor de la cabina en el espacio 3D que serán útiles para la instrucción.
- El uso de Microsoft Flight Simulator X: Steam Edition es confines de familiarización de cabina, no de entrenamiento de pilotos, por lo que no está aprobado por entidades internacionales como la FAA y la OACI; el uso recomendado para este efecto es de 1 a 2 horas continuas.

BIBLIOGRAFÍA

- Electric, G. (Martes de octubre de 1972). *Primer casco RV*. Obtenido de Historia RV: <http://sabia.tic.udc.es/>
- Flyinside. (22 de 09 de 2016). *Virtual reality for Microsoft Flight Simulator X and Prepar3D*. Obtenido de Virtual reality for Microsoft Flight Simulator X and Prepar3D: <https://flyinside-fsx.com/>
- Iberoavion. (4 de 10 de 2016). <http://www.iberoavion.com/iberoav/seccio/articulos/graficos%20fs-x/requerimientos%20recomendados%20fs-x.html>. Obtenido de Iberoavion.
- Krueger, M. W. (1969). *Artifial Reality*. Estados Unidos: Department of Computer Science.
- Martínez, F. J. (Marzo de 2011). *Presente y Futuro de la Tecnología de*. Obtenido de Presente y Futuro de la Tecnología de: <http://creatividadysociedad.com/articulos/16/4-Realidad%20Virtual.pdf>
- Morton's. (Febrero de 1957). *INVENTOR IN THE FIELD OF VIRTUAL REALITY*. Obtenido de INVENTOR IN THE FIELD OF VIRTUAL REALITY: <http://www.mortonheilig.com/InventorVR.html>
- Museum, R. (junio de 2000). *The Link Flight Trainer*. Obtenido de The Link Flight Trainer: <https://www.asme.org/getmedia/d75b81fd-83e8-4458-aba7-166a87d35811/210-Link-C-3-Flight-Trainer.aspx>
- Sutherland, I. E. (1965). *The Ultimate Display*. Hastings, Nebraska: Information Processing Techniques.
- Sutherland, I. E. (septiembre de 2003). *A man-machine graphical communication system*. Obtenido de A man-machine graphical communication system: <https://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-574.pdf>
- wililikss. (25 de 06 de 2016). *www.gob.ec*. Obtenido de datun: www.gob.ec
- Zolezzi, C. R. (26 de Agosto de 2015). *usos increíbles de la realidad virtual*. Obtenido de usos increíbles de la realidad virtual: http://www.parentesis.com/noticias/software_aplicaciones/5_usos_increibles_de_la_realidad_virtual

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A ACTIVACIÓN DEL PRODUCTO

ANEXO B PREVUELO

ANEXO C PUESTA EN MARCHA

ANEXO D DESPEGUE-ASCENSO-CRUCERO

ANEXO A ACTIVACIÓN DEL PRODUCTO

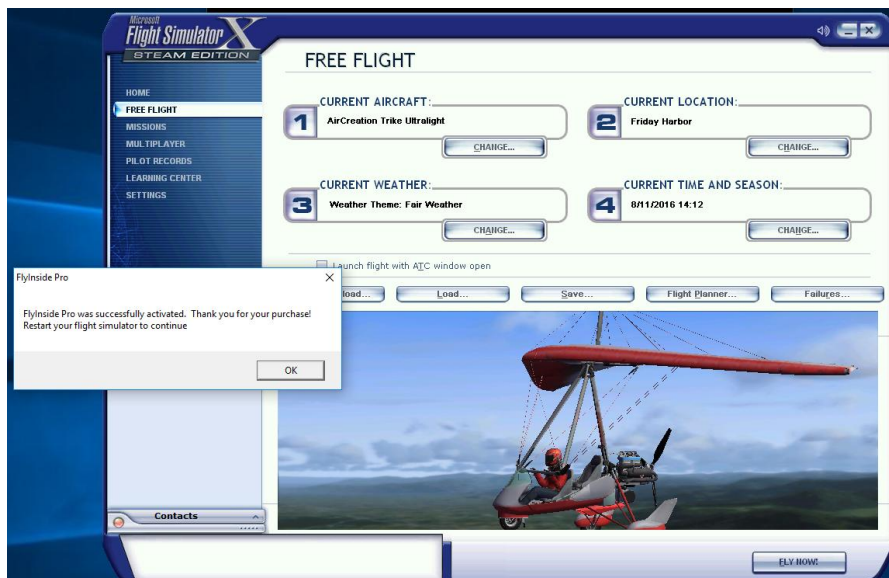
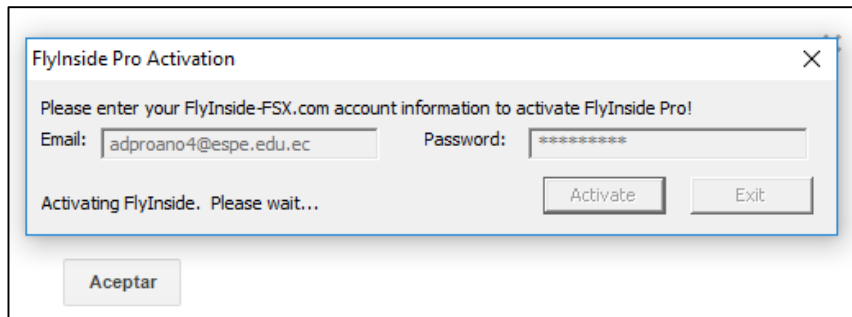
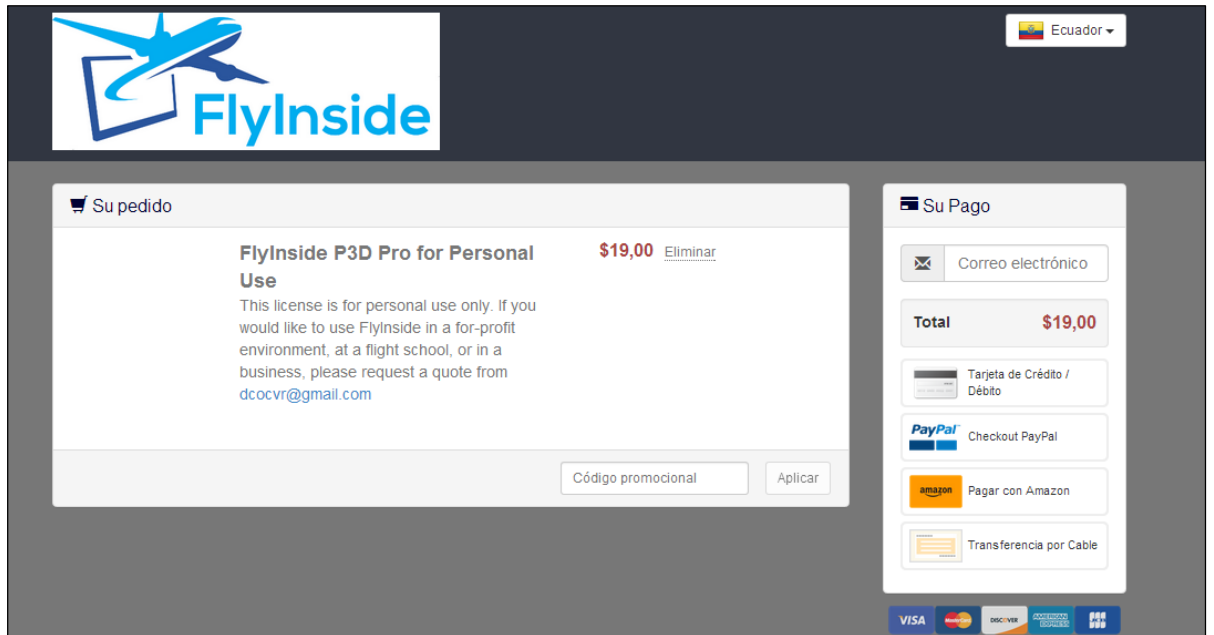


FIGURA 37 Compra y activación de FlyInside

**ANEXO B
PREVUELO**

PREVUELO	
CABINA	
Funda pitot+cuerdas+calzos	Retirar
Manual de vuelo	Accesible
Manual G1000	Accesible
Freno de parking	Quitar
Bloqueo de mandos	Quitar
Magnetos	OFF
Aviónica 1 y 2	OFF
Master (ALT & BAT)	ON
Flaps por incrementos	Bajar
Pantalla principal (PFD)	Se enciende
Combustible en pantalla	Revisar
Indicador LOW FUEL R y L	En OFF
OIL Pressure/Low VAC	En ON
Aviónica Bus 1 (Ventilador)	ON (oír)después OFF
Aviónica Bus 2 (Ventilador)	ON (oír)después OFF
Luces y tubo PITOT	ON (1º BEACON) y comprobar
Luces y tubo PITOT	OFF (última BEACON)
Low volts indicador	ON
MASTER	OFF
Selector de combustible	En BOTH
TRIM (posición de despegue)	Marca TO
Toma estática alternativa	ON-OFF
Extintor	En verde
Asegurarse Ventilador Trasero	Libre

**ANEXO C
PUESTA EN MARCHA**

PUESTA EN MARCHA	
ANTES DEL ARRANQUE	
Inspección Prevuelo	Completada
Briefing pasajeros	Completada
Asientos y cinturones	Ajustados
Freno de Parking	Poner
Fusibles	Dentro
Equipo eléctrico Luces	OFF
Máster	ON
Tacómetro y HOBBS'S	Anotar
ATIS Y PUESTA EN MARCHA	SOLICITAR
Máster y Aviónica 1 y 2	OFF
Selector de combustible	En BOTH
Válvula de corte de combustible	Dentro y empujar
ARRANQUE	
Gases	A un cuarto
Mezcla	Cortada
STBY BATT	TEST 20sg. Y ARMAR
Pantalla Principal (PFD)	ON
Indicador de motor	No cruces rojas
BUS-E	Min 24 Volts
BUS-M	1,5 Volts o menos
BAT-S & STBY BATT ANUNCIADOR	Negativo & ON
Área de la HELICE	COMPROBAR LIBRE
Master (ALT & BAT)	ON
Beacon	ON
CON MOTOR FRIO	
MEZCLA	RICA
BOMBA DE COMBUSTIBLE	ON HASTA FLOW ESTABLE Y OFF
MEZCLA	CORTAR
Área de hélice	Gritar ¡¡¡LIBRE!!!
Magnetos (Llaves de arrancar)	START soltar con motor arrancado
Mezcla	RICA
Gases	A 1000 rpm
Presión de aceite	Verde (30 – 60 seg.).
AMPS M-BAT y S-BAT	POSITIVO (Cargando)
Anunciador LOW VOLTS	OFF
Luz NAV	ON
Aviónica 1 y 2	ON
Mezcla	Ajustar
HORA	ANOTAR

ANEXO D
DESPEGUE-ASCENSO-CRUCERO

DESPEGUE - ASCENSO - CRUCERO	
DESPEGUE NORMAL	
Flaps	A 10º
Gases	A Fondo
Mezcla	Rica
Rotación	A 55 Kts
Ascenso inicial	A 65 Kts
400Ft–Acelerar a 70Kts–Limpiar – REDUCIR max. 2400 RPM	
DESPEGUE EN PISTA CORTA	
Flaps	A 10º
Frenos	Aplicar
Gases	A fondo
Mezcla	Rica
Frenos	Soltar
Rotación	A 55 Kts
Ascenso (hasta librar obstáculos)	A 57 Kts
Flaps	A 60 Kts quitar
ASCENSO EN CRUCERO	
Flaps	Comprobar Arriba
Velocidad	Entre 80 y 85 Kts
Gases	MAX 2400 RPM'S
Mezcla	Rica (ajustar por encima de 3000')
CRUCERO	
Potencia (Max 75%)	De 2000 a 2400 RPM
Compensador	Ajustar
Mezcla	Ajustar con EGT (1.400ºF)

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: EDISON TRAJANO TAIPE SALAZAR

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

FECHA DE NACIMIENTO: 21 DE OCTUBRE DE 1992

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1500830987

CORREO ELECTRÓNICO: ediplayer@live.com

TELÉFONO: 0987737395

DIRECCIÓN: NAPO - ARCHIDONA – VÍA A SAN PABLO



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: ESCUELA ENRIQUE RODRÍGUEZ FABREGAD
ARCHIDONA – NAPO - ECUADOR

SECUNDARIA: COLEGIO FISCO MISIONAL "SAN JOSÉ"
TENA - NAPO – ECUADOR

SUPERIOR: UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS – ESPE
COTOPAXI - LATACUNGA – ECUADOR

TÍTULO OBTENIDO

TÍTULO: BACHILLER EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD: QUÍMICO BIÓLOGO

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES

Grupo Aéreo del Ejército N° 44 "Pastaza"

ESCUADRÓN DE MANTENIMIENTO ESTRUCTURAS

TAME AMAZONIA

SECCIÓN DE MANTENIMIENTO DE AERONAVES

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR

Taípe Salazar Edison Trajano
C.C: 1500830987

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Rodrigo Bautista

Latacunga, Diciembre del 2016