



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

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION AVIONES**

**TEMA: "MANIPULACIÓN DE CABINAS DE SIMULACIÓN DE
VUELO EN REALIDAD VIRTUAL MEDIANTE UN
CONTROLADOR DE GESTOS EN 3D PARA LA UNIDAD DE
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS"**

AUTOR: JONATHAN XAVIER MARTÍNEZ GUEVARA

DIRECTOR: TLGO. ALEJANDRO PROAÑO

LATACUNGA

2016



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "**MANIPULACIÓN DE CABINAS DE SIMULACIÓN DE VUELO EN REALIDAD VIRTUAL MEDIANTE UN CONTROLADOR DE GESTOS EN 3D PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**", 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 las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **JONATHAN XAVIER MARTÍNEZ GUEVARA** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, noviembre del 2016.

Tlgo. Alejandro Proaño.

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JONATHAN XAVIER MARTÍNEZ GUEVARA**, con cédula de identidad N° 1716126576, declaro que este trabajo de titulación **"MANIPULACIÓN DE CABINAS DE SIMULACIÓN DE VUELO EN REALIDAD VIRTUAL MEDIANTE UN CONTROLADOR DE GESTOS EN 3D PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS"**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, contenido, legitimidad y peso científico, del presente proyecto de grado, 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, noviembre del 2016.

JONATHAN XAVIER MARTÍNEZ GUEVARA

171612657-6



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **MARTÍNEZ GUEVARA JONATHAN XAVIER**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la Institución el presente trabajo de titulación **"MANIPULACIÓN DE CABINAS DE SIMULACIÓN DE VUELO EN REALIDAD VIRTUAL MEDIANTE UN CONTROLADOR DE GESTOS EN 3D PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS"** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, noviembre del 2016.

MARTÍNEZ GUEVARA JONATHAN XAVIER

171612657-6

DEDICATORIA

A Dios y a mi Madre Santísima por sus bendiciones derramadas.

A mis padres por su apoyo constante e incondicional a lo largo de mi vida, por estar conmigo en cada paso dado, por sus sabios consejos que sé que los tendré aún por mucho tiempo más.

A mi hermana Yuri puesto que ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarla cada día más.

Y a todas las personas que de una u otra manera han formado parte de mí día a día, pues cada experiencia vivida con ellos ha dejado en mí una enseñanza y una lección.

JONATHAN XAVIER MARTÍNEZ GUEVARA

AGRADECIMIENTO

A todos mis profesores a lo largo de la carrera, en especial al Tlgo. Alejandro Proaño, más que un profesional un gran amigo.

Sus enseñanzas, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación.

Él ha inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como Mecánico Aeronáutico.

Obviamente a mi familia completa por su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I	14
EL TEMA	14
1.1 Antecedentes	14
1.2 Planteamiento del problema	15
1.3 Justificación	16
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo general	16
1.4.2 Objetivos específicos	17
1.5 Alcance	17
CAPITULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1 Elementos de control físicos en entornos simulados	18
2.1.1 Periféricos de entrada analógica y digitales convencionales	18
2.2 Dispositivos de reconocimiento de gestos	20
2.2.1 Dispositivos inerciales.....	20
2.2.2 Dispositivos visuales	23
2.2.3 Dispositivos electromagnéticos	25
2.2.4 Dispositivos por radar	30
2.2.5 Dispositivos infrarrojos	31
2.3 Leap Motion	33

CAPÍTULO III.....	36
DESARROLLO DEL TEMA.....	36
3.1 Análisis de alternativas	36
3.2 Adquisición del sistema Leap Motion	37
3.3 Descarga del software Orion BETA	38
3.4 Instalación del sistema Leap Motion	42
3.5 Pruebas operacionales del sistema Leap Motion.....	44
CAPITULO IV	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
4.1 Conclusiones	46
4.2 Recomendaciones	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
GLOSARIO DE TÉRMINOS	49
ABREVIATURAS	50
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Leap Motion Vs. Birdly	36
Tabla 2 Leap Motion Vs. Joystick.....	36
Tabla 3 Leap Motion Vs. Gloveone	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pro Flight Yoke system.....	19
Figura 2 Pro Flight rudder pedals	19
Figura 3 Wii Plus.....	20
Figura 4 Xsens.....	21
Figura 5 IGS-Mini.....	21
Figura 6 BIRD	22
Figura 7 CONTROL VR	23
Figura 8 ZED	23
Figura 9 DUO M.....	24
Figura 10 3D FPV camera The Blackbird 2	24
Figura 11 WAVE	25
Figura 12 Aurora.....	26
Figura 13 driveBAY y trakSTAR	27
Figura 14 Myo.....	28
Figura 15 Manus VR.....	29
Figura 16 Gloveone	30
Figura 17 Project Soli	31
Figura 18 Kinect.....	32
Figura 19 LEAP MOTION	33
Figura 20 Desmontaje del Leap Motion	34
Figura 21 Distribución de cámaras y LED's en el Leap Motion.....	35
Figura 22 Opciones de compra en el mercado internacional.....	37
Figura 23 Opciones de compra nacional	38
Figura 24 Página oficial del sistema Leap Motion.....	39
Figura 25 Vínculo del sistema VR.....	39
Figura 26 Enlace BUY	40
Figura 27 Acceso a la cuenta	41
Figura 28 Enlace de descarga	41
Figura 29 Ventana de bienvenida	42
Figura 30 Acuerdo de licencia	43
Figura 31 Instalación Automática.....	43
Figura 32 Finalización de la instalación	44

Figura 33 Prueba operacional de finesa de movimientos	45
Figura 34 Velocidad de captura	45

RESUMEN

El presente trabajo de titulación posee en primera instancia los conocimientos generales relacionados a prototipos de equipos que se puedan hallar en el mercado nacional e internacional para la **manipulación** de entornos desarrollados en **realidad virtual** en el cual, se involucra no solamente dispositivos ópticos, sino que se indaga cualquier medio de control aplicable a estos entornos. Con estos datos se procede a efectuar una comparación de los diversos dispositivos hallados tanto en sus características técnicas cuanto en su aspecto de factibilidad económica, se obtuvo como resultado que el mejor dispositivo del mercado actual es una plataforma con el nombre de **Leap Motion**, la cual posee la capacidad de rastrear las manos y digitalizarlas en tiempo real hacia un ordenador para que se interprete como comandos de un entorno simulado. Pues, el último fin de este dispositivo es manipular un software de simulación de **cabinas de vuelo** en realidad virtual, se requiere entonces de la implementación de complementos no nativos como es el caso del software controlador **Orión BETA**, que al ser instalado y configurado le permite al usuario interactuar con entornos en tres dimensiones, generando una captación en las pruebas operacionales de alta respuesta a los movimientos con un grado elevado de precisión, permitiendo que el usuario no note la existencia de retraso en la reproducción de los comandos ejecutados. Estas características denotan que el equipo está en óptimas condiciones para continuar con el proceso de creación de una cabina en realidad virtual para la Unidad de Gestión de Tecnologías.

PALABRAS CLAVE

- MANIPULACIÓN
- REALIDAD VIRTUAL
- LEAP MOTION
- CABINAS DE VUELO
- ORION BETA

ABSTRACT

This degree work has the general knowledge related to prototypes of equipment that can be found in the national and international market for the **manipulation** of environments developed in **virtual reality**, in which not only optical devices are involved, but also investigates any means of control applicable to these environments. With this data a comparison is made of the various devices found in both, their technical characteristics and their aspect of economic feasibility, resulting in the best device on the market today is a platform with the name of **Leap Motion**, which has the ability to trace the hands and digitalize them in real time to a computer to be interpreted as commands of a simulated environment. As the final purpose of this device is to manipulate flight simulator software in virtual reality, it is then required the implementation of non-native add-ons such as the **Orion BETA** driver software, which when installed and configured allows the user to interact with environments in three dimensions generating a capture in the operational tests of high response to the movements with a high degree of precision allowing the user does not notice the existence of delay in the reproduction of the executed commands. These characteristics denote that the equipment is in optimal conditions to continue with the process of creating a virtual reality **cockpit** for the Unidad de Gestión de Tecnologías.

KEY WORDS

- MANIPULATION
- VIRTUAL REALITY
- LEAP MOTION
- ORION BETA
- COCKPIT

CHECKED BY:

Lcda. MARIA ELISA COQUE

DOCENTE UGT

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

Los controladores de ordenador por gestos de acuerdo a la web ABC Tecnología es “un sensor que permite al usuario controlar el ordenador a base de gestos en el aire, tanto usando los dedos como con las manos completas. Lo que hace es trazar una imagen virtual de nuestras manos y articulaciones desde la muñeca, y rastrea todos los movimientos.” (Oleaga, 2014); Esto indica que el avance de la tecnología permite tener una manipulación de la cabina de simulación de vuelo en tiempo real y esta no requerirá de un medio físico para la ejecución del mismo.

Los medios de instrucción que implementan las TIC's, constituyen un mecanismo que se ha descubierto, mejora las habilidades y destrezas que se pueden adquirir en el aula según lo demostrado en la investigación de Merchant en la cual dice "La instrucción virtual basado en realidad es un medio eficaz para mejorar los resultados del aprendizaje" (Merchant et al., 2014); Esta es la razón que impulsa a que estos medios se los vea como un bien necesario al momento de generar aprendizajes significativos en el uso de equipos didácticos y multimedia.

Los controladores por gestos en 3D más comúnmente conocidos en el mercado son el Kinect, SoftKinectic y Leap Motion que se utilizan en diferentes plataformas de juego y de acuerdo a la BBC MUNDO “Leap Motion es el único dispositivo en el mundo que realiza un seguimiento preciso de las manos y los dedos a un precio asequible, y es 200 veces más preciso que Kinect, un gadget original de Microsoft.” (Locke, 2013); Las prestaciones de alta calidad y el bajo costo han generado que Leap Motion sea el dispositivo con el cual se pretenda trabajar, adicionalmente su disponibilidad en el mercado es alta y no representaría un gasto importante considerando la posibilidad de hallarlo únicamente fuera del país.

1.2 Planteamiento del problema

Los laboratorios con los que cuenta la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, para la formación de Tecnólogos en Mecánica Aeronáutica mención Aviones y Motores, se encuentran equipados con materiales de instrucción; sin embargo, el constante avance de la tecnología brinda una nueva gama de equipos que ofrecen nuevas formas de interactuar y aprender; es así que se requiere en la actualidad medios más dinámicos para evidenciar el funcionamiento y operación de los diversos sistemas de una aeronave actual.

Se ha identificado en base a la experiencia del autor del presente proyecto que dentro de la formación en carrera, el estudiante no se familiariza con las diferentes cabinas de aeronaves, pues no existe un pleno acercamiento con múltiples equipos que el mercado nacional de aeronaves posee y no tiene la oportunidad de manipular los paneles que en estas se encuentran, cuando los estudiantes logran graduarse tiene un sinfín de aeronaves en las que pueden llegar a trabajar y el graduado debe poseer un amplio conocimiento puesto que el mercado laboral así lo requiere pues, para ejemplo en una misma aerolínea (TAME) se poseen AIRBUS, EMBRAER, ATR, KODIAK adicionalmente los explotadores aeronáuticos adquieren equipos nuevos como es el caso de que próximamente este explotador ampliará su flota con CESSNA, esto diversifica la operatividad de sus acciones, así cuando el graduado de la Unidad esté ejerciendo su profesión se le dificultará los procesos de funcionamiento y operación de las aeronaves existentes pues no tendrá durante su formación acceso a material diversificado.

La falta de un dispositivo de manipulación de cabinas de simulación de vuelo en realidad virtual, tiene un impacto inmediato en los estudiantes puesto que, al usar medios físicos se pierde diversidad de cabinas pues una CESSNA es distinta a una BOEING e incluso entre aviación mayor un AIRBUS no es lo mismo que un BOMBARDIER por tanto, cada cabina requiere ser específica para cada aeronave y si bien sus sistema se parecen porque cumplen las mismas funciones nunca serán iguales físicamente. Y a fin de solventar esta

diversidad se pretende usar dispositivos virtuales y manipularlos requiere de equipo especializado en la digitalización de manos y gestos.

1.3 Justificación

Este proyecto es importante porque permitirá reducir costos al momento de elaborar simuladores de cabinas de aeronaves, pues con una sola inversión directa se generará un sin fin de entornos de simulación a diferencia de las cabinas físicas que requiere de altos gastos para la implementación de cada una, encapsulándose en un solo equipo de esta manera y aprovechando los avances tecnológicos es necesario implementarla debido a que la Unidad de Gestión de Tecnologías no cuenta con un controlador de gestos en 3D que faculte estas actividades.

Los beneficiarios con el desarrollo de este proyecto serán los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica pues se familiarizarán con distintas cabinas de aeronaves y podrán diferenciar sus sistemas, los docentes pues tendrán un equipo de última tecnología y podrán dar sus clases más dinámicas e interactivas.

El presente proyecto es factible porque cuenta con el total apoyo de la Unidad de Gestión de Tecnologías, también existe la información requerida para el desarrollo del trabajo. Por lo cual es de vital importancia ejecutar el proyecto de manera urgente pues permitirá el pleno desarrollo de los estudiantes en su formación como mecánicos aeronáuticos generando una visión ampliada de las condiciones de trabajo futuras.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Manipular cabinas de simulación de vuelo, mediante la implementación de un controlador de gestos por 3D generando la familiarización en cabina para la Unidad de Gestión de Tecnologías.

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar los parámetros requeridos por el equipo de captura y digitalización de gestos para su funcionamiento.
- Manipular la cabina en realidad virtual de simulación de vuelo de aeronaves controlando sus paneles y sistemas a través de la implementación de un equipo de reconocimiento captura y digitalización de gestos.
- Comprobar la virtualización de gestos del usuario mediante el análisis crítico de la sensibilidad del equipo y parámetros de ajuste de captación de movimiento.

1.5 Alcance

La meta de la implementación de un controlador de gestos en 3D es dotar de un equipo que permita manipular una cabina de aeronaves en realidad virtual. La realidad virtual utiliza un software de simulación de vuelo el cual será manipulado sin la necesidad de medios físicos adicionales. Por tanto, la consecución del presente proyecto se usará un solo medio físico el cual digitalice las manos para por medio de gestos incluir al usuario en el entorno de simulación. Esto involucra que el dispositivo se montará en el equipo de simulación previamente configurado para aceptar el dispositivo nuevo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Elementos de control físicos en entornos simulados

Los elementos de control más sencillos son: los mouse y Joysticks, sin embargo, estos dispositivos han sido fundamentalmente desarrollados para movimientos bidimensionales no obstante, se pueden emplear en ciertos casos cuando prima la precisión pues, es de ayuda los elementos físicos que aporten a la correcta ejecución de un comando especialmente si en el entorno simulado se cuenta con una amplia gama de opciones de interacción.

Diseños más sofisticados como volantes, Joysticks 3D y TrackBall permiten el desplazamiento tridimensional de manera más eficiente. Sin embargo, se vuelven incómodos cuando al ejecutar la simulación estos no poseen las mismas características físicas que generasen el feedback háptico (retroalimentación táctil) que este objeto representaría en la vida real.

Las sensaciones físicas si bien son una parte secundaria, permiten que mediante estímulos externos se logre engañar por completo a la mente puesto que si bien el medio virtual representa efectivamente las condiciones deseadas, un estímulo físico apoyará a la credibilidad de lo propuesto, así también genera una alta concentración y una óptima inmersión del medio inexistente.

2.1.1 Periféricos de entrada analógica y digitales convencionales

Corresponden a los acostumbrados volantes, Joysticks, pedales e inclusive mouse, a pesar de su precisión en seleccionar objetos e interactuar con la interfaz de un ordenador, son únicamente pensados en un entorno de dos dimensiones, pues si en un mouse se desea efectuar un avance en más de dos ejes (x, y, z), se encontrará que no está preparado para efectuar este comando. Por tanto, su utilidad se ve limitada a la selección de un objeto determinado por la posición del plano de visión en un entorno virtual.



Figura 1 Pro Flight Yoke system (Sistema de mandos de vuelo profesional)

Fuente: (Logitech, 2016)



Figura 2 Pro Flight rudder pedals (Pedales de vuelo profesional)

Fuente: (Logitech, 2016)

2.2 Dispositivos de reconocimiento de gestos

El objetivo de los dispositivos de reconocimientos de gestos, es interpretar los movimientos humanos mediante algoritmos matemáticos. Los gestos son originados por el movimiento de alguna parte del cuerpo, comúnmente originados por la cara o por la mano. En los últimos años han surgido infinidad de proyectos relacionados con el reconocimiento de gestos, para efectos de este proyecto se lo ha dividido de la siguiente manera: dispositivos inerciales, dispositivos visuales, dispositivos electromagnéticos, dispositivos por radar y dispositivos infrarrojos.

2.2.1 Dispositivos inerciales

Son sistemas compuestos de dispositivos electrónicos, como acelerómetros y giróscopos. Uno de los dispositivos más relevantes es el mando de control de la consola Nintendo Wii, Wii Plus. El mando de Wii Plus es el revolucionario mando de la consola Wii. Contiene un sensor de movimiento integrado y se comunica de manera inalámbrica con la barra de sensores para ofrecer una precisión y facilidad de uso sin precedentes. (Nintendo, 2016).



Figura 3 Wii Plus

Fuente: (Nintendo, 2016)

Xsens: Xsens es el innovador líder en tecnología y productos de seguimiento de movimiento en 3D. Sus tecnologías de fusión de sensores permiten una interacción perfecta entre el mundo físico y el digital en dispositivos de consumo y aplicaciones profesionales como animación de personajes 3D, análisis de movimiento y control y estabilización industrial. (XSENS, 2016), y está basado en sensores MEMS inerciales en miniatura.



Figura 4 Xsens

Fuente: (XSENS, 2016)

IGS-Mini: Los sistemas IGS Mini están configurados para medir movimientos localizados de articulaciones o extremidades y son ideales para los investigadores cuando las áreas específicas de movimiento del cuerpo necesitan ser analizadas sin la necesidad de un sistema de captura de cuerpo completo. (METAMOTION, 2016). IGS-Mini tiene 4 configuraciones y utiliza 3 giróscopos.

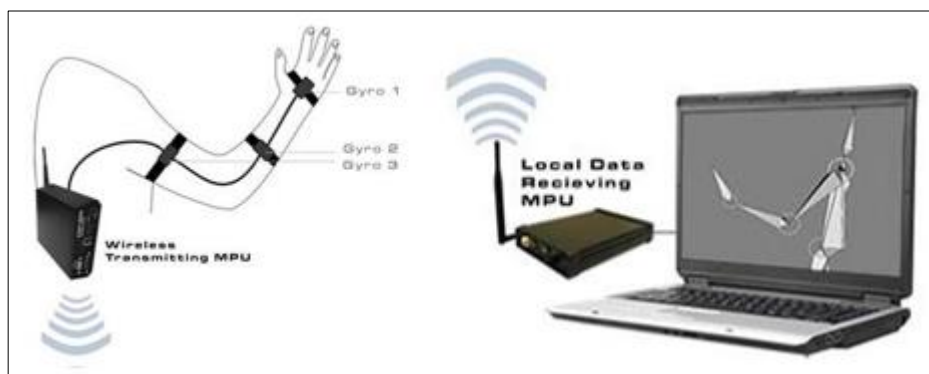


Figura 5 IGS-Mini

Fuente: (METAMOTION, 2016)

BIRD: Es un pequeño dispositivo para su dedo que hace que cualquier espacio interactivo toque, empuje, tire, deslice y agarre su contenido desde cualquier lugar de la habitación, usted no está limitado por su ubicación. BIRD se adhiere a su dedo índice y se comunica directamente con su teléfono inteligente, PC o tableta es el verdadero significado de ser libre. (BIRD, 2016), es un dispositivo que se coloca en el dedo y trabaja en cualquier superficie sin necesidad de tocarla.



Figura 6 BIRD

Fuente: (BIRD, 2016)

Control VR: Control VR es una tecnología portátil de próxima generación que convierte sus manos en el controlador intuitivo para PC, tabletas, realidad virtual y robótica. Control VR proporciona a los usuarios una sensación de inmersión total de la realidad virtual. Esta tecnología patentada supera ampliamente a los predecesores al utilizar los sensores inerciales más pequeños, el diseño de ultra baja latencia y ergonómico.

Control total de cualquier visualización que se encuentre actualmente en el mercado usando gestos de manos ilimitados, sin estar confinado a la línea de visión de la cámara. La última evolución de la interacción humano-tecnología es ahora ilimitada - controlar libremente el mundo como nunca antes. (CONTROLVR, 2016)

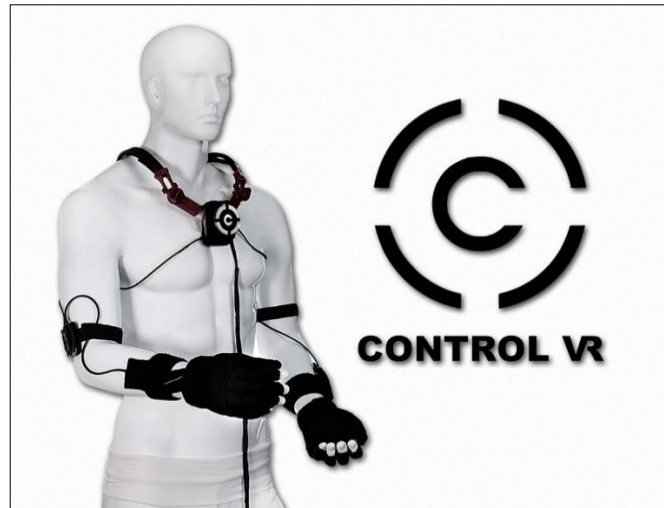


Figura 7 CONTROL VR

Fuente: (CONTROLVR, 2016)

2.2.2 Dispositivos visuales

Son sistemas compuestos de cámaras para poder capturar imágenes. Un dispositivo que ha llegado al mercado es la ZED. ZED percibe el mundo en tres dimensiones. El uso de sensores de visión de alta resolución y binoculares, la cámara puede decirle cómo los objetos ahora están a tu alrededor de 70 cm a 20 m, a 100 FPS (Cuadros por segundo), interiores y exteriores. (STEREOLABS, 2016)



Figura 8 ZED

Fuente: (STEREOLABS, 2016)

DUO M: Es un sensor de imagen ultra-compacto, configurable con una interfaz USB estándar. Destinados a ser utilizados en la investigación, la industria y la integración. La alta velocidad de la cámara y su pequeño tamaño lo hacen ideal para los casos de uso existentes y nuevos para las aplicaciones basadas en la visión. (DUO, 2016)

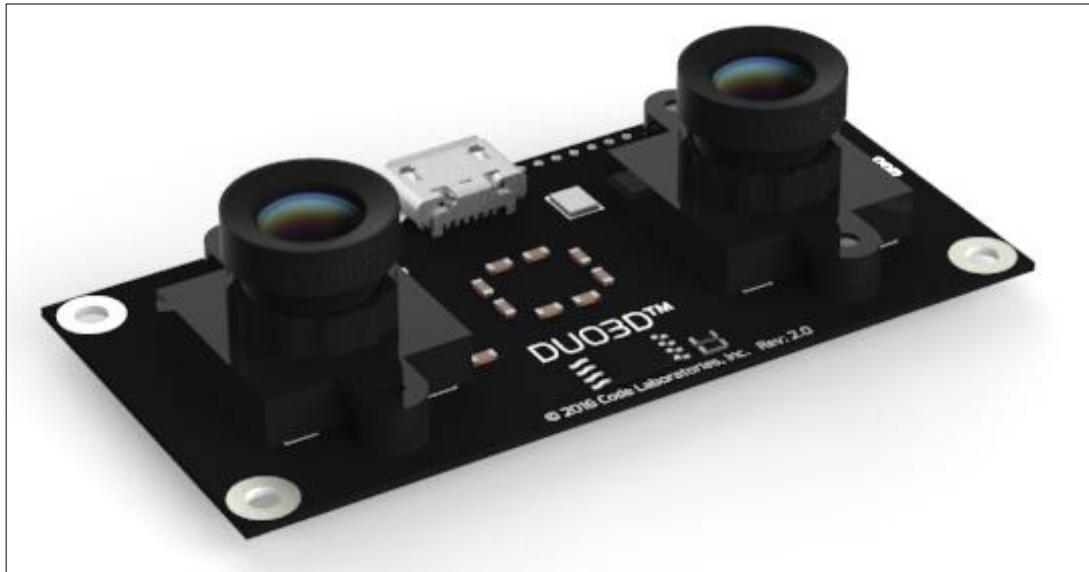


Figura 9 DUO M

Fuente: (DUO, 2016)

3D FPV camera The Blackbird 2: 3D First-Person View (FPV) camera The BlackBird 2 es una cámara estéreo de alta calidad y tecnología avanzada para volar desde la vista en primera persona (FPV). La cámara genera el vídeo analógico estereoscópico en tiempo real utilizando el potente chip FPGA. El vídeo, que formó The BlackBird 2 tiene una imagen clara y viva, puesto que incorpora un sensor de vídeo de alta calidad de la empresa Aptina, que le permite obtener el máximo placer de usar el BlackBird 2. (FPV3DCAM, 2016)

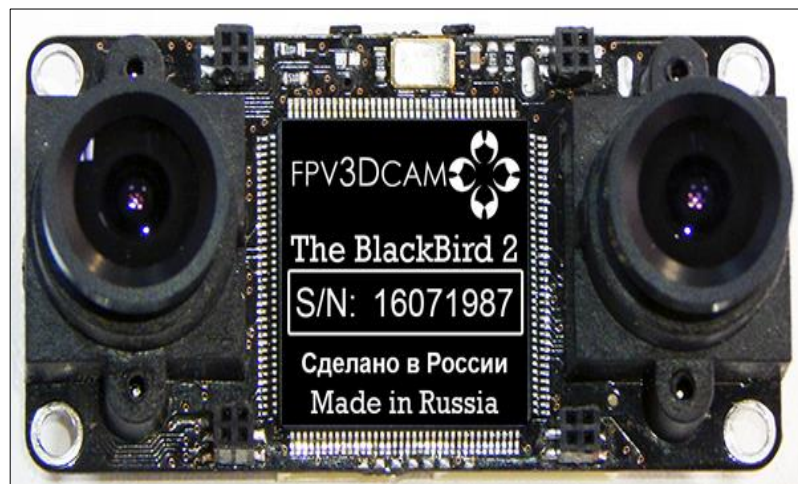


Figura 10 3D FPV camera The Blackbird 2

Fuente: (FPV3DCAM, 2016)

2.2.3 Dispositivos electromagnéticos

Son sistemas de seguimiento electromagnético, que rastrean sensores con alta precisión para captar movimientos. La compañía Northern Digital Inc. se encuentra fabricando dispositivos para reconocimiento y medición de movimientos como es el caso de WAVE. El Wave mide la posición 3D de micro sensores unidos a la lengua, paladar, mandíbula, labios y rostro para el seguimiento de movimientos orofaciales. Los datos resultantes se aplican en la investigación de la apraxia del habla, disartria, trastornos miofuncionales orales, trastornos fonéticos y otras patologías relacionadas con el habla.

Estas mediciones se capturan a través de la tecnología de seguimiento electromagnético en tiempo real en 3D que al mismo tiempo rastrea hasta 16 sensores en cinco o seis grados de libertad (5DOF o 6DOF). La alta precisión temporal, la resolución espacial aseguran que los movimientos más rápidos y sutiles sean registrados. Así no se necesita una línea de visión entre el sistema y el sujeto para mantener un seguimiento preciso y fiable. (NDI, 2016)



Figura 11 WAVE

Fuente: (NDI, 2016)

Aurora: La solución de seguimiento electromagnético (EM) Aurora® en tiempo real proporciona a los fabricantes de simuladores una precisión y fiabilidad de seguimiento excepcionales para una integración personalizable en los simuladores de entrenamiento médico y de ensayo quirúrgico de última generación y simuladores militares de vuelo y artillería.

La Aurora rastrea simultáneamente varios sensores en cinco o seis grados de libertad (5DOF / 6DOF), con la posición y la orientación de cada sensor rastreado a una precisión de sub-grado, sub-milímetro. Estos sensores ligeros y miniaturizados están integrados en instrumentos médicos y pantallas montadas en la cabeza (HMD), siguiendo los movimientos más precisos y sutiles dentro del volumen de seguimiento de la simulación. No se requiere ninguna línea de visión, lo que garantiza un seguimiento y visualización sin obstáculos de los movimientos del usuario dentro de la pantalla de interfaz de simulación integrada. (NDI, 2016)



Figura 12 Aurora

Fuente: (NDI, 2016)

3D Guidance driveBAY and trakSTAR: Las soluciones de rastreo electromagnético (EM) 6DoF driveBAY™ y trakSTAR™ de Ascension Technology Corporation (una compañía NDI) ofrecen una tecnología de seguimiento de orientación y posición rentable y de alta precisión para la integración en los simuladores de ensayos médicos y de entrenamiento

quirúrgicos más innovadores y realistas y, sistemas de simulación de vuelo y artillería.

Los sensores miniaturizados y ligeros incorporados en instrumentos médicos, cascos o pantallas de montaje en cabeza (HMD) rastrean los movimientos del usuario en los seis grados de libertad (6DoF), sin requisitos de línea de visión. Cada movimiento dentro del volumen de seguimiento, no importa cuán sutil o preciso, se rastrea en tiempo real a una precisión excepcional. Esta precisión, combinada con baja latencia y velocidades de actualización rápidas, permite que la posición del sensor y los datos de orientación se integren perfectamente con la pantalla del simulador para producir un entrenamiento interactivo que es notablemente fiel a la vida. Un diseño configurable, pequeña huella de hardware y facilidad de integración, complementan esta solución de tecnología de seguimiento electromagnético 6DoF conocida por su alto valor y alto rendimiento. (NDI, 2016)



Figura 13 DriveBAY y trakSTAR

Fuente: (NDI, 2016)

Myo: El brazalete Myo es un dispositivo de control de movimientos y control de movimiento que te permite tomar el control de tu teléfono, computadora y mucho más, sin tocar. (Myo, 2016); Este dispositivo cuenta con sensores de acero inoxidable EMG, giróscopos de tres ejes,

acelerómetros de tres ejes y magnetómetros de tres ejes. Los gestos de las manos son detectados por los sensores patentados musculares EMG que son sensores de movimiento de alta sensibilidad.



Figura 14 Myo

Fuente: (Myo, 2016)

MANUS VR: Sus manos son la forma más importante de interactuar con el mundo que le rodea. Sin realmente darse cuenta, se realiza tareas increíblemente complejas sobre una base diaria. Con los guantes Manus VR puede utilizar sus manos de la misma manera intuitiva y sin problemas en el mundo virtual como lo haría en la vida real.

El guante de Manus VR sigue el movimiento de la mano, usando una combinación de sensores de alta tecnología dentro del guante.

Se ha pasado por docenas de iteraciones antes de finalizar el guante Manus VR. Creación de un diseño perfecto agradable al ojo y al tacto. Haciendo un guante de realidad virtual perfecto, ningún detalle es demasiado pequeño. (Manus-VR, 2016); Este dispositivo cuenta con seguimiento

completo de dedos puesto que cada dedo contiene dos sensores que rastrean su movimiento, también está provisto de un motor que proporciona sensaciones táctiles en la parte posterior de la mano, una batería que dura 8 horas y el guante es lavable.



Figura 15 Manus VR

Fuente: (Manus-VR, 2016)

Gloveone: Esta versión permite a los usuarios sentir y tocar cualquier objeto virtual que puedan ver en su auricular VR o pantalla. Con Gloveone se puede sentir su forma o peso, el sentido de todas sus características físicas, e incluso romperlo. (Neurodigital Technologies, 2016). Con este dispositivo se tiene la sensación de diferenciar las texturas, sentir las ondas de sonido, se puede interactuar con botones y elementos puesto que posee 10 actuadores vibrotáctiles para una mejor retroalimentación aptica y para que así el usuario tenga una mejor experiencia en el control de gestos en realidad virtual.



Figura 16 Gloveone

Fuente: (Neurodigital Technologies, 2016)

2.2.4 Dispositivos por radar

Son sistemas que reconocen los gestos en el aire a través de radares, los cuales detectan perturbaciones en el aire y las vincula a comandos específicos en una interfaz de usuario.

Project Soli: Soli es una nueva tecnología de detección que utiliza un radar en miniatura para detectar interacciones gestuales sin contacto. Soli es un sensor de interacción diseñado específicamente que utiliza el radar para el seguimiento del movimiento de la mano humana. El chip Soli incorpora todo el sensor y el conjunto de antenas en un paquete ultracompacto de 8mm x 10mm.

La tecnología de sensor Soli funciona emitiendo ondas electromagnéticas en un haz ancho. Los objetos dentro del haz dispersan esta energía, reflejando alguna porción hacia atrás hacia la antena del radar. Las propiedades de la

señal reflejada, como la energía, el retardo de tiempo y el cambio de frecuencia, capturan información rica sobre las características y dinámica del objeto, incluyendo el tamaño, la forma, la orientación, el material, la distancia y la velocidad.

Soli rastrea y reconoce los gestos dinámicos expresados por los movimientos finos de los dedos y la mano. Para lograr esto con un solo sensor de chip, se desarrolló un nuevo paradigma de detección de radar con hardware, software y algoritmos adaptados. A diferencia de los sensores de radar tradicionales, Soli no requiere gran ancho de banda y alta resolución espacial; de hecho, la resolución espacial de Soli es más gruesa que la escala de la mayoría de los gestos finos de los dedos. En cambio, estos principios sensoriales fundamentales se basan en la resolución de movimiento extrayendo cambios sutiles en la señal recibida en el tiempo. Mediante el procesamiento de estas variaciones temporales de la señal, Soli puede distinguir los movimientos complejos de los dedos y deformar las formas de las manos dentro de su campo. (ATAP, 2016)

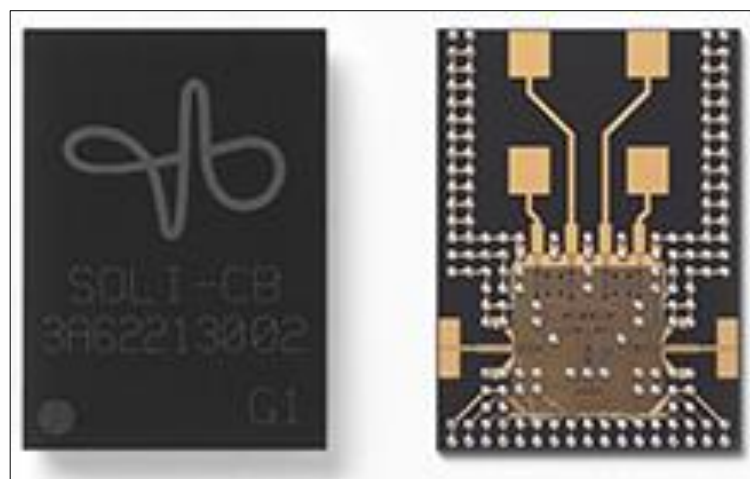


Figura 17 Project Soli

Fuente: (ATAP, 2016)

2.2.5 Dispositivos infrarrojos

Son sistemas de reconocimiento gestual basados en sensores infrarrojos para medir la profundidad. Uno de los dispositivos infrarrojos que ha

revolucionado el mercado es el sensor Kinect para la consola Xbox One de la compañía Microsoft.

Con Kinect para Xbox One, envía órdenes a tu Xbox y a tu TV con tus gestos y tu voz, juega actuando tú como mando y haz llamadas por Skype en HD. (XBOX, 2016). Contiene 2 sensores infrarrojos para medir la profundidad y una cámara RGB que ayuda a identificar al usuario y capta imágenes y videos del juego.



Figura 18 Kinect

Fuente: (XBOX, 2016)

Leap Motion: es un sensor que permite controlar el ordenador a base de gestos en el aire, tanto usando los dedos como con las manos completas. Lo que hace es trazar una imagen virtual de las manos y articulaciones desde la muñeca, y rastrea todos los movimientos.

Al usarlo, tendremos la sensación de estar en esa típica escena de película de ciencia ficción donde los protagonistas interactúan con el ordenador haciendo movimientos en el aire.

La gran diferencia es que en ellas siempre hay alguna referencia flotando en el aire, con este sistema se debe realizar gestos con la pantalla como única referencia. (Oleaga, 2014)



Figura 19 LEAP MOTION

Fuente: (LEAPMOTION, 2016)

2.3 Leap Motion

Para el presente proyecto se investiga el peso del dispositivo Leap Motion puesto que este se pretende instalar en un casco de realidad virtual, y de esta investigación se obtuvo que: El Leap Motion es un pequeño dispositivo de apenas 50 g de peso (López, 2013), por lo tanto no representa un esfuerzo ni fatiga para el casco ni para el usuario.

Este equipo cuenta con características de velocidad de barrido, distinción del detalle y la conectividad es de “un framerate que puede alcanzar los 200 cuadros por segundo y una precisión de 0.01 mm. Se alimenta por USB 2.0 o 3.0 y transfiere datos al driver instalado en el ordenador mediante el puerto USB.” (López, 2013); haciendo de este equipo uno de los más precisos del mercado superando así a Kinect, adicionalmente su capacidad de conectividad es alta pues no se limita a puertos USB 3.0 únicamente o a un conector especial.

Las medidas de este dispositivo lo hacen adecuado en vista de que está diseñado para descansar sobre el escritorio de un usuario, mirando hacia arriba, creando así un espacio de interacción 3D de aproximadamente 8 pies

cúbicos ($\approx 0.23 \text{ m}^3$), siendo éste en forma de pirámide invertida. Dentro de este espacio, el Leap reconoce manos y dedos, así como objetos cuya geometría sea similar a la de un dedo, tales como bolígrafos y lapiceros, con una precisión muy alta. (López, 2013), esto genera comodidad al usuario permitiéndole no solamente generar todos sus dedos y manos sino que también se puede llegar a emplear accesorios como lápices, punteros, entre otros.

El diseño y configuración de este dispositivo lo hace altamente preciso puesto que, contiene dos pequeñas cámaras y tres Leds de infrarrojos, que siguen el movimiento de los dedos de una persona con una precisión de una centésima de milímetro. La parte superior es un plástico de color negro que sirve como filtro óptico que sólo transmite luz infrarroja. Cuando el dispositivo detecta una fuente de infrarrojos externa, debida por ejemplo a la iluminación de la estancia, se autocorrigue. (López, 2013); consiguiendo así acoplarse a los movimientos del casco y el usuario sin perder de vista los movimientos que se realiza con las manos, adicionalmente filtra la luz de las habitaciones de forma automática permitiéndole trabajar con precisión independientemente del tipo de iluminación del sitio de trabajo.



Figura 20 Desmontaje del Leap Motion

Fuente: (López, 2013)

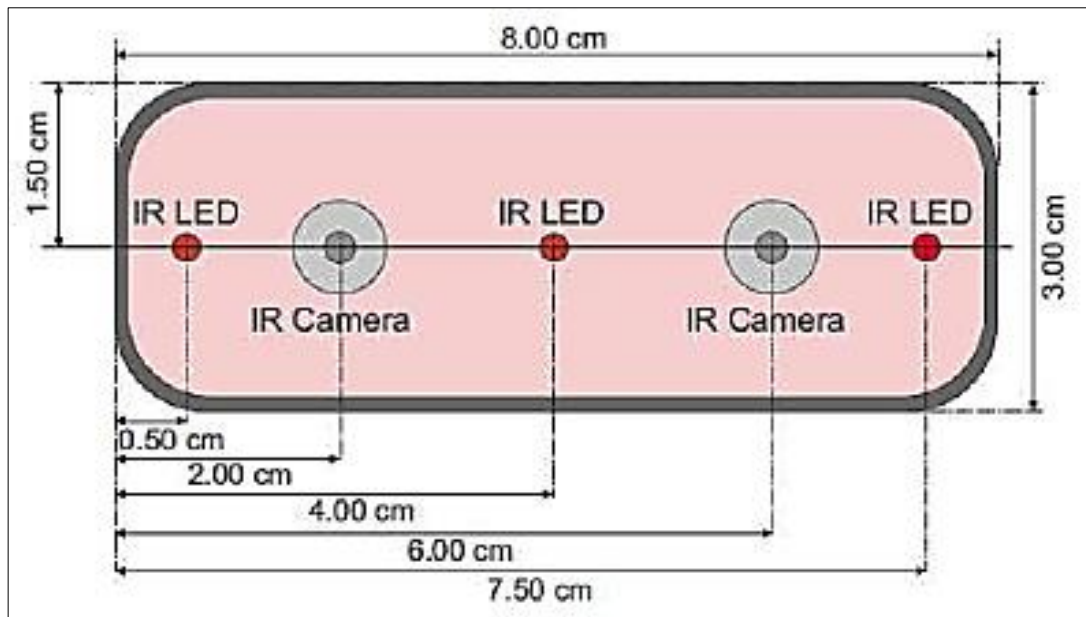


Figura 21 Distribución de cámaras y LED's en el Leap Motion

Fuente: (López, 2013)

Investigando el uso del computador cuando se utiliza el dispositivo se tiene que con el Leap conectado y ejecutando la aplicación de visualizado que viene por defecto, el uso de la CPU sin seguimiento de dedos y manos es del 2%, en un ordenador con procesador i7. Cuando se colocan las manos encima del dispositivo y está enviando datos al driver a través del USB, el uso de CPU aumenta, pero apenas llega al 10% tras dos minutos de tracking (rastreo) continuo de dos manos. (López, 2013); por lo tanto, el uso de la computadora es baja teniendo en cuenta las prestaciones que este ofrece, dejando libre para que puedan funcionar los otros sistemas a utilizar junto con el Leap, esto considerando que el software de simulación genera un consumo de recursos alto y no permitiría manejar dispositivos que requieran toda la potencia del ordenador para su uso.

En cuanto al consumo de energía este dispositivo brinda los más bajos registros de consumo debido a que sólo es alimentado por un puerto USB 2.0/3.0. A pleno rendimiento la intensidad eléctrica alcanza 400mA, lo que a 5V implica un consumo máximo de 2W (López, 2013), por lo tanto no se requiere una fuente de alta potencia para el correcto funcionamiento de este dispositivo.

CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Análisis de alternativas

Para la selección del equipo que facilite la manipulación del entorno virtual de la cabina de simulación, y debido a que existe variedad de elementos en el mercado que se pueden emplear en el desarrollo de emulaciones y operación de entornos virtuales, es menester empezar por reconocer las capacidades operacionales de los dispositivos que podrían emplearse y que permitirán generar una experiencia real al usuario. Considerando sus prestaciones y el costo de implementarlos. A efecto de seleccionar el equipo que brinde una alta calidad de manipulación sin entorpecer al usuario se comparará mediante una tabla en función de las descripciones de las reseñas de otros usuarios.

Tabla 1

Leap Motion Vs. Birdly

	Leap Motion	Birdly
Dimensiones	80 mm x 30 mm	2100 mm x 1400 mm
Peso	50 g	132 kg
Precio	89.99 USD	No disponible
Elementos que controla	Toda la cabina	No disponible

Tabla 2

Leap Motion Vs. Joystick

	Leap Motion	Joystick
Dimensiones	80 mm x 30 mm	230 mm x 226 mm
Peso	50 g	1,3 kg
Precio	89.99 USD	69.99 USD
Elementos que controla	Toda la cabina	Controles de vuelo primarios, botones configurables limitados.

Tabla 3

Leap Motion Vs. Gloveone

	Leap Motion	Gloveone
Dimensiones	80 mm x 30 mm	Posee el tamaño de la mano
Peso	50 g	50 g
Precio	89.99 USD	318 USD
Elementos que controla	Toda la cabina	En fase de desarrollo

A partir de esta información se obtuvo que el Leap Motion es la mejor opción para controlar los gestos dentro de la cabina de simulación puesto que con este dispositivo se puede controlar todos los elementos con las manos, presenta el menor precio, la disponibilidad en el mercado es inmediata y la compatibilidad con los softwares de simulación es alta.

3.2 Adquisición del sistema Leap Motion

Los proveedores consultados a nivel nacional e internacional fueron Amazon y MercadoLibre tomando en cuenta que el precio de la primera corresponde a la web oficial de compras para el sistema Leap Motion y la segunda opción de compra evita los gastos de envío por ende corresponde a un revendedor del sistema.

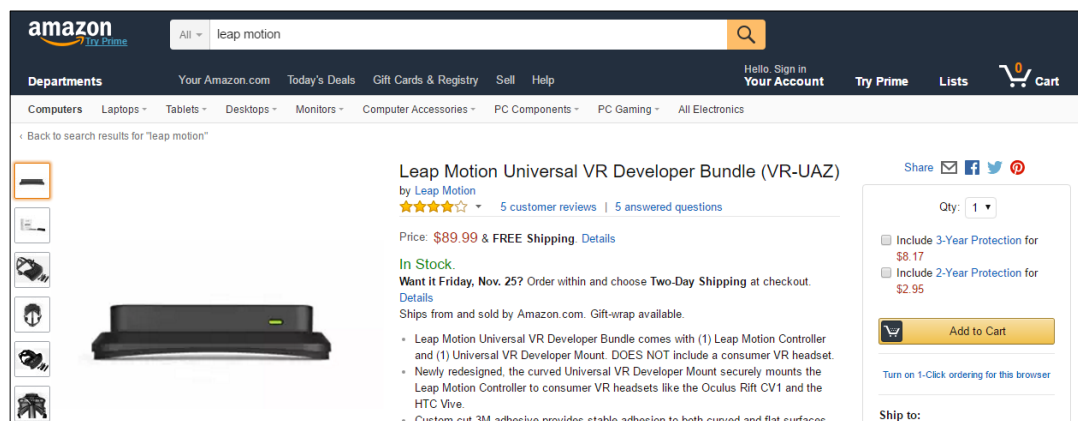


Figura 22 Opciones de compra en el mercado internacional

Fuente: (Amazon, 2016)

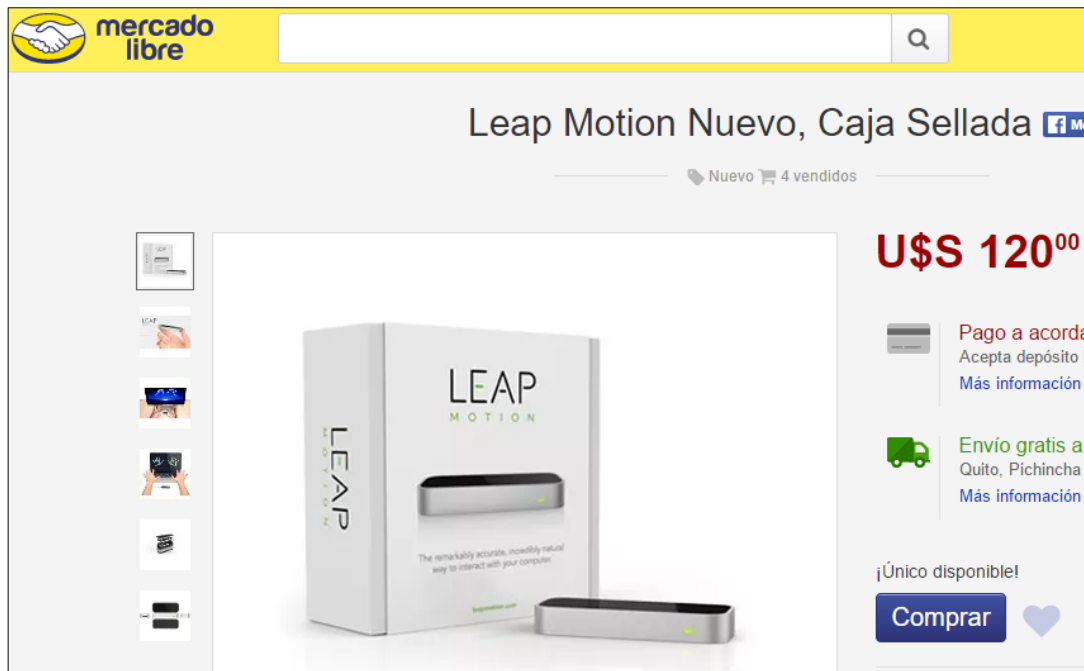


Figura 23 Opciones de compra nacional

Fuente: (Mercadolibre, 2016)

Al tomar en cuenta los tiempos de traslado y el costo adicional de los gastos de importación sabiendo que los equipos tecnológicos cuentan con salvaguardias de importación al Ecuador y tomando en cuenta el tiempo de que duraría el traslado desde Estados Unidos hasta el país se evidencia que efectivamente es más económico y factible la compra nacional del implemento; por lo tanto se procede a efectuarla con un pago en efectivo para verificar las condiciones físicas del equipo, este se encontraba en la ciudad de Quito y el costo esta dado en la Figura 23.

3.3 Descarga del software Orion BETA

La página oficial del sistema Leap Motion muestra múltiples características para la implementación del software sin embargo al saber que el equipo se implementará en una cabina de realidad virtual es indispensable instalar la plataforma Orion que es el requerimiento básico que el fabricante ha establecido para estos equipos el cual es descargable de la web <https://www.leapmotion.com/>.

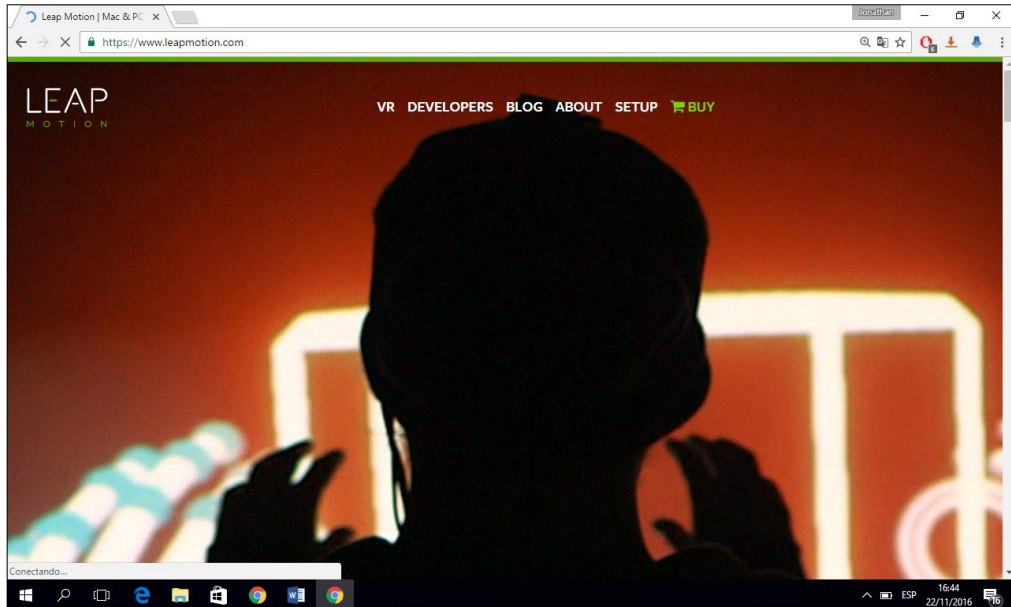


Figura 24 Página oficial del sistema Leap Motion

Fuente: (LEAPMOTION, 2016)

Al acceder a la web se debe seguir el vínculo VR que conduce a la información relevante de las prestaciones de la plataforma para realidad virtual y los pasos a seguir para configurar el ordenador y el sistema Leap Motion, tomando en cuenta que es un software en desarrollo y se encuentra en fase Beta.

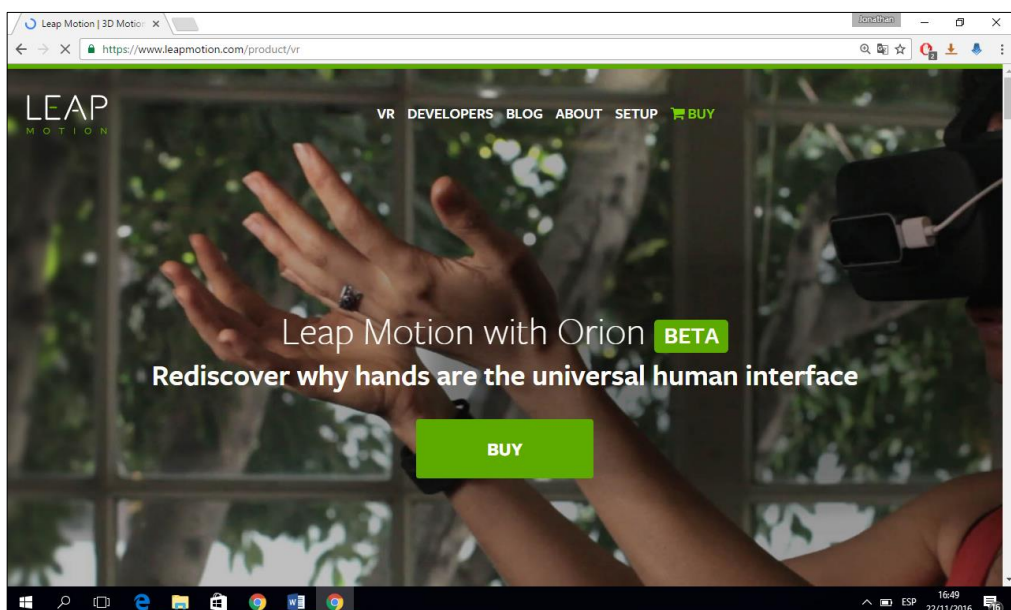


Figura 25 Vínculo del sistema VR

Fuente: (LEAPMOTION, 2016)

Siguiendo el enlace BUY se accedió a la página donde se puede descargar el software Orion BETA, existen instrucciones escritas del proceso de instalación y descarga del software así como un enlace al contenido multimedia didáctico que permite familiarizarse con el equipo, funciones y prestaciones del mismo, también se encuentra la opción para acceder con una cuenta registrada misma que es gratuita por la compra del producto.

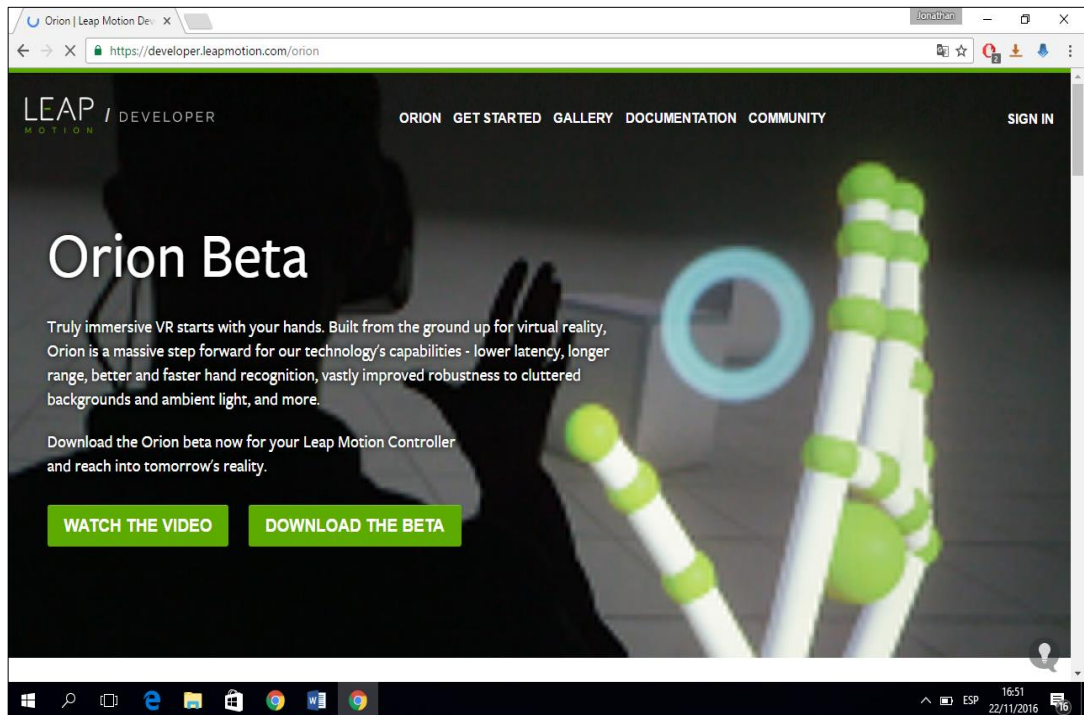


Figura 26 Enlace BUY

Fuente: (LEAPMOTION, 2016)

Se optó por seleccionar el correo institucional del tutor para el registro puesto que el equipo quedará a cargo del mismo pues se pretende instalar este dispositivo en el laboratorio 1.1 que a su vez se encuentra a cargo de la misma persona. Como contraseña se seleccionó algo sencillo de recordar para el tesista y la persona que se quedará a cargo del Leap Motion y una vez terminado el registro se procedió a la validación de la cuenta en el correo electrónico automático que genera la web accediendo al link del mensaje de confirmación y de esta manera se pudo acceder al lazo de descarga que de otra manera no sería factible ni posible pues es un requisito poseer una cuenta en la página oficial del fabricante.

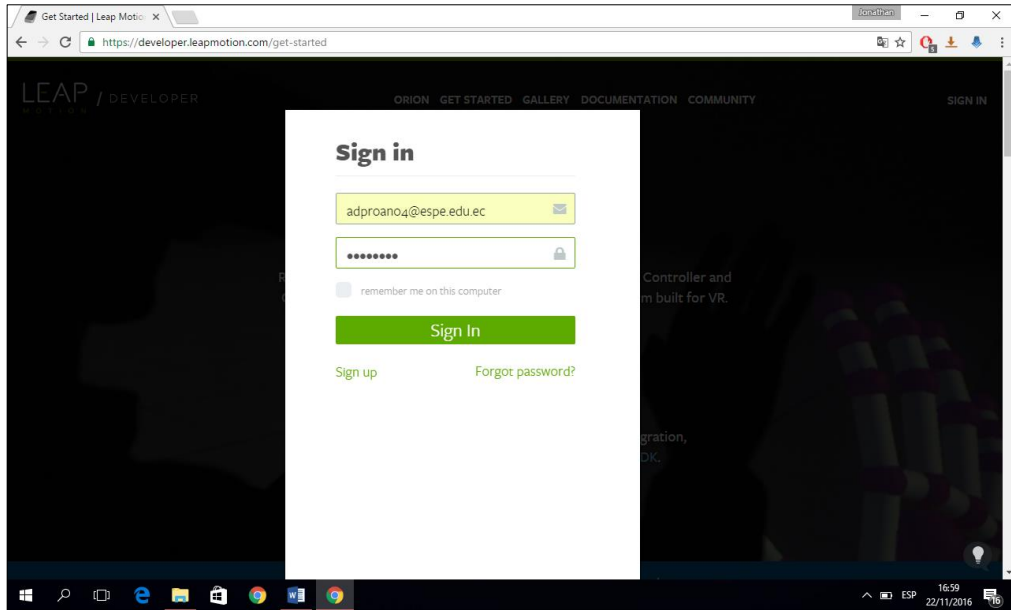


Figura 27 Acceso a la cuenta
Fuente: (LEAPMOTION, 2016)

Luego de acceder a la cuenta se sigue el vínculo ORION BETA el cual conduce al archivo en formato WinRAR que contiene el software ORION, pesa 366 Megabytes, que es el vínculo entre el dispositivo y la realidad virtual incluyendo los equipos de la cabina de simulación virtual que es el último fin para el cuál este está diseñado.

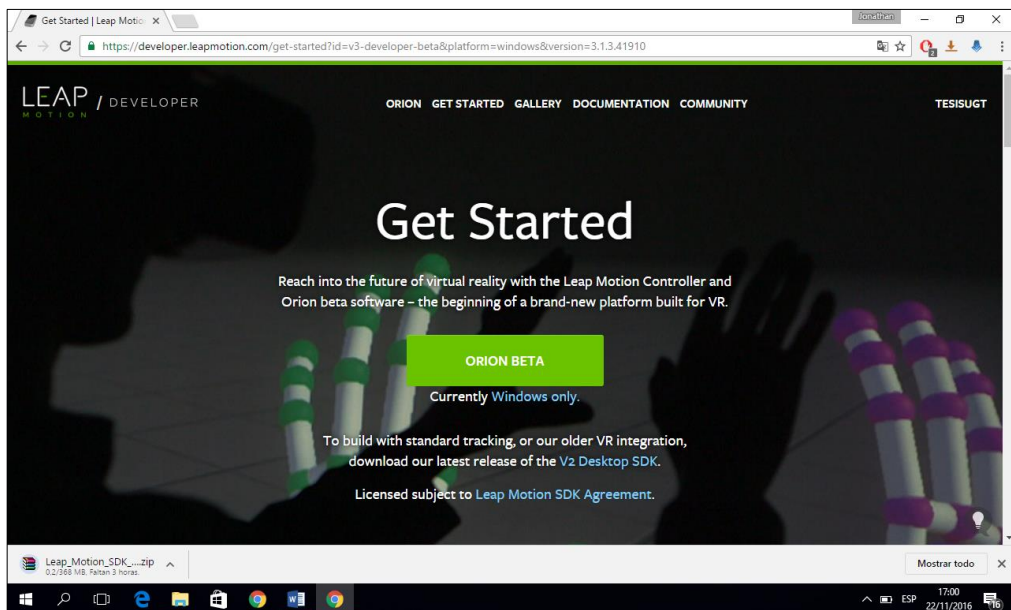


Figura 28 Enlace de descarga
Fuente: (LEAPMOTION, 2016)

3.4 Instalación del sistema Leap Motion

Se procedió a la descompresión del archivo y se da doble clic en el ejecutable que se encontraba en la carpeta el cual pertenece al instalador del software Orion BETA del sistema Leap Motion. Este es un autorun de simple configuración que da instrucciones básicas para poder ejecutar la satisfactoria instalación del sistema.



Figura 29 Ventana de bienvenida

Se da clic en siguiente para poder acceder a la ventana de acuerdo de licencia donde especifica la última actualización del software y los términos y condiciones a aceptar para la instalación del sistema Leap Motion, como estos no implican ninguna violación a la seguridad del ordenador ni a la privacidad de los datos de usuario se puede continuar con tranquilidad dando clic en Acepto para la posterior instalación de los paquetes de software que contienen los controladores del dispositivo Leap Motion.

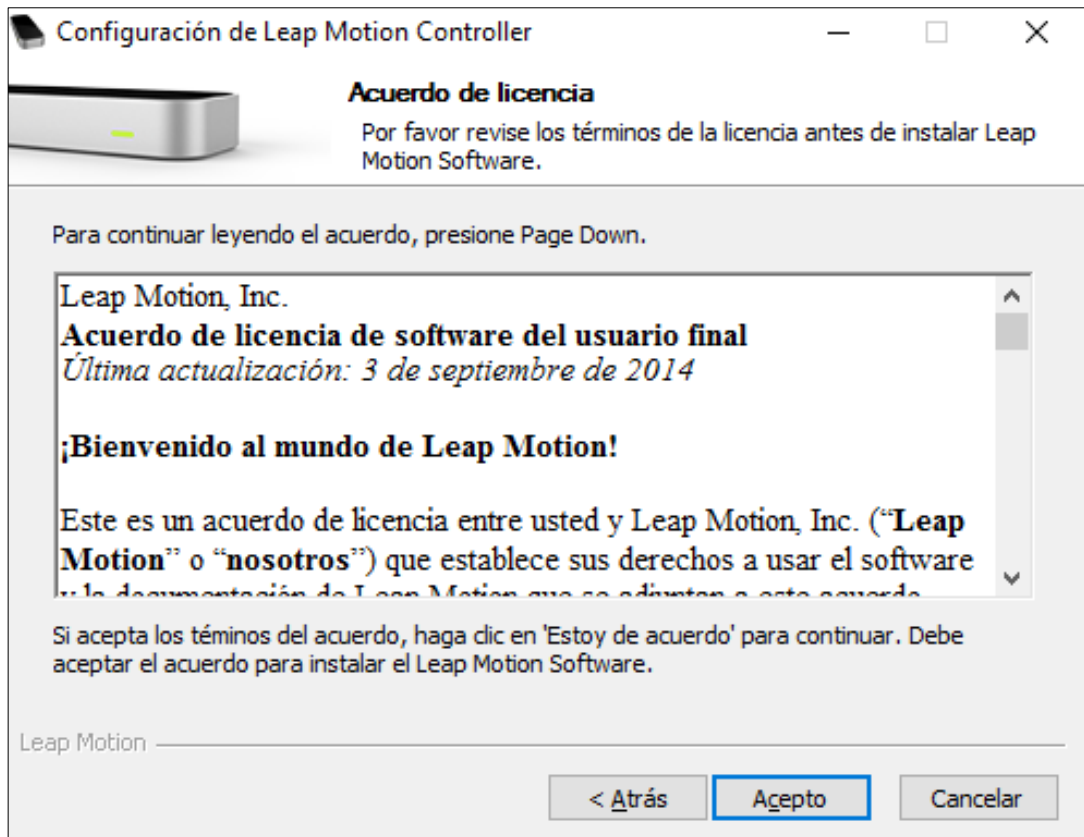


Figura 30 Acuerdo de licencia

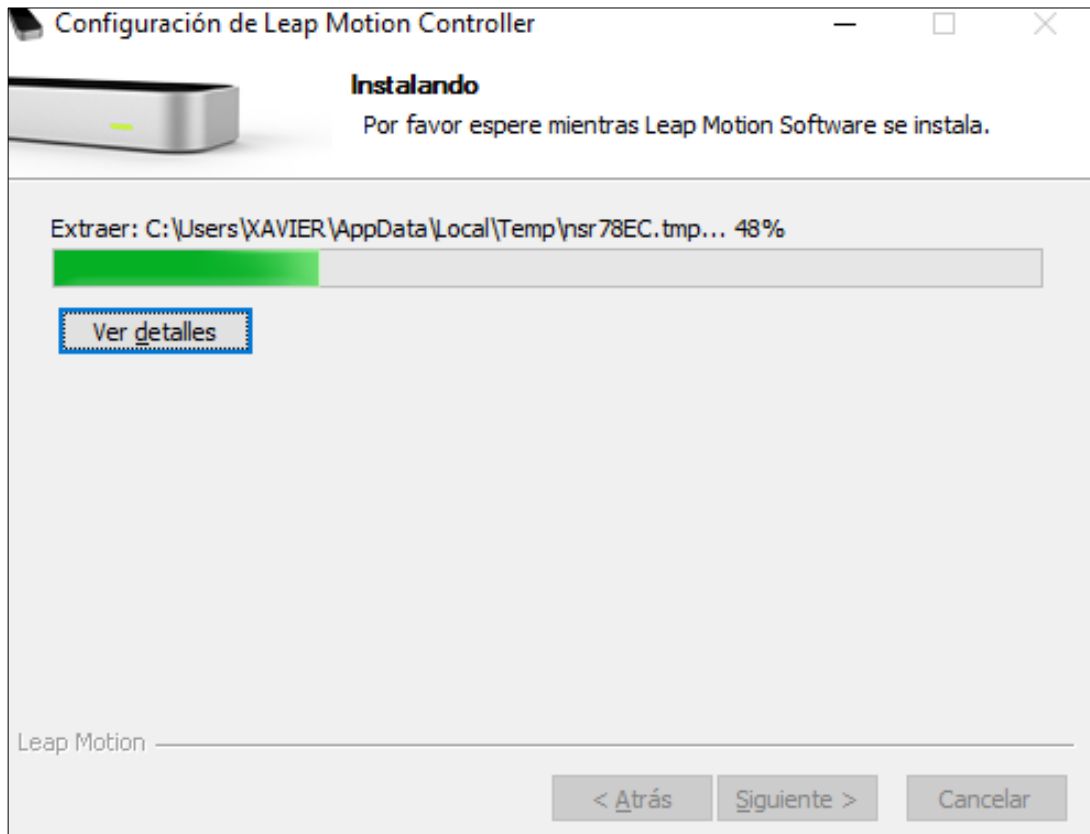


Figura 31 Instalación Automática

Al término de la instalación se verificó que el sistema esté funcional y permita ejecutar la aplicación nativa de configuración del sistema y adecuación de parámetros. Para esto se da por finalizado el proceso de instalación con un clic en el botón Finalizar y retirando el visto de la casilla que abre el Setup.

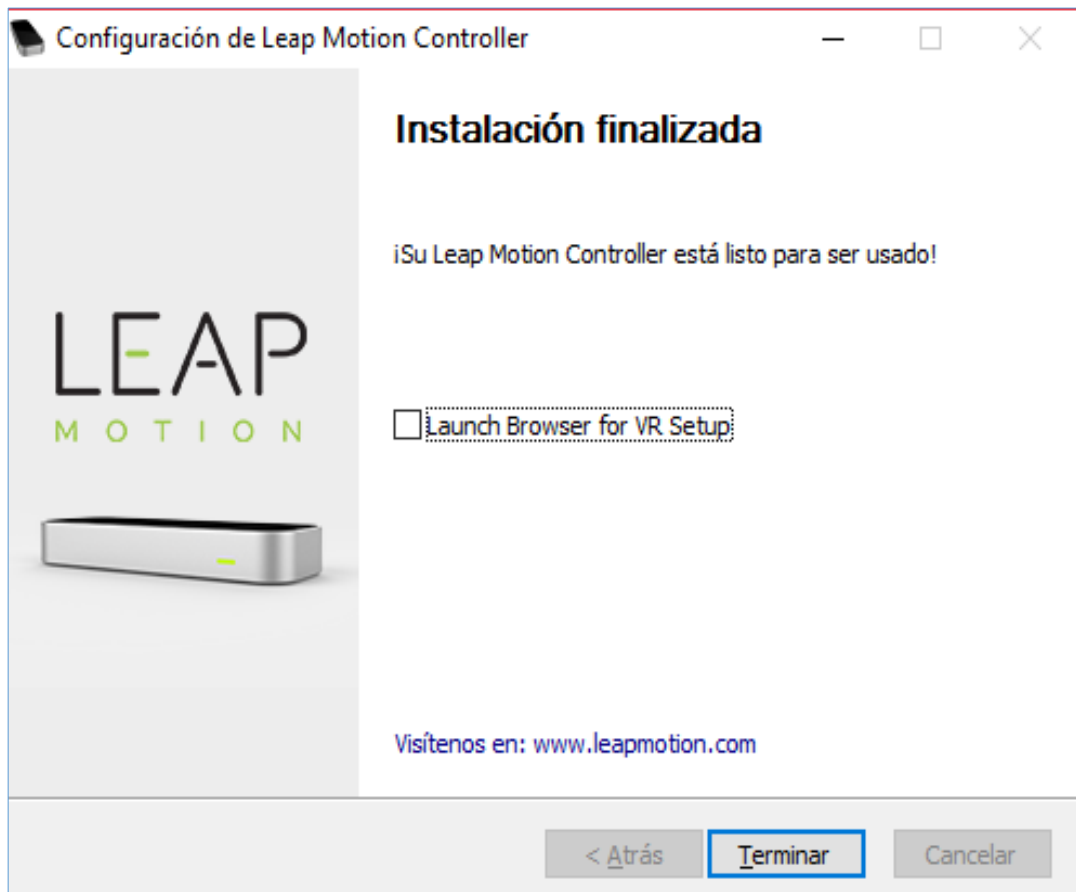


Figura 32 Finalización de la instalación

3.5 Pruebas operacionales del sistema Leap Motion

Luego de finalizar la instalación del sistema Leap Motion se procedió a realizar las respectivas pruebas para verificar la funcionalidad del producto y los estándares requeridos para su óptimo funcionamiento, en ellas se halla diversas opciones, la primera de estas y las más importante es la precisión que como muestra la imagen permite inclusive sentir los finos movimientos de la mano para arrancar el pétalo de una flor simulada en realidad virtual.



Figura 33 Prueba operacional de finesa de movimientos

Otra de las prestaciones del sistema es la capacidad de respuesta en tiempo real pues no existe sensación por parte del usuario de retardo entre los movimientos de su mano y lo reproducido en pantalla, pues la frecuencia de trabajo es de mínimo 60 cuadros de captura de movimiento por segundo, haciendo imperceptible la diferencia de tiempos.



Figura 34 Velocidad de captura

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se Investigó los parámetros requeridos por el sistema Leap Motion para su funcionamiento en un computador de alto rendimiento y preparado para realidad virtual y se determinó que el computador con procesador i7 cumple con los requisitos.
- Para la manipulación de la cabina en realidad virtual de aeronaves se implementó el dispositivo Leap Motion con el Software Orion BETA que constituye los elementos fundamentales a instalar para la correcta ejecución de esta tarea.
- Se comprobó la virtualización de gestos del usuario mediante el análisis crítico de la sensibilidad del equipo y parámetros de ajuste de captación de movimiento.

4.2 Recomendaciones

- Se cree conveniente que el equipo en el cual se pretenda instalar el sistema supere los mínimos requerimientos del fabricante de forma amplia para no tener problemas con respecto a la fluidez.
- El software Orion al estar en fase BETA requiere revisión de actualizaciones y verificación de la existencia de alguna fase final de desarrollo para su implementación.
- Se ve necesario continuar con la investigación en la línea de respuestas apticas para mejorar las sensaciones del usuario al estar inmerso en el mundo virtual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amazon. (22 de Noviembre de 2016). *Amazon.com*. Obtenido de Leap Motion: https://www.amazon.com/Leap-Motion-Universal-Developer-VR-UAZ/dp/B01G7FP7PO/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1479849238&sr=8-1&keywords=leap+motion
- ATAP, G. (26 de Septiembre de 2016). *Soli*. Obtenido de <https://atap.google.com/soli/>
- BIRD. (26 de Septiembre de 2016). *Bird*. Obtenido de <https://www.muvinteractive.com/bird>
- CONTROLVR. (26 de Septiembre de 2016). *KICKSTARTER*. Obtenido de <https://www.kickstarter.com/projects/controlvr/control-vr-motion-capture-for-vr-animation-and-mor>
- DUO. (26 de Septiembre de 2016). *DUO*. Obtenido de <https://duo3d.com/product/duo-mini-lv1>
- FPV3DCAM. (26 de Septiembre de 2016). *FPV3DCAM*. Obtenido de <http://fpv3dcam.com/products-fpv3dcam/the-blackbird2-3d-fpv-camera.html>
- LEAPMOTION. (26 de Septiembre de 2016). *Leap Motion*. Obtenido de <https://www.leapmotion.com/product/vr>
- Locke, L. (26 de Julio de 2013). *BBC Mundo*. Obtenido de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130726_tecnologia_gestos_control_computadores_dp
- Logitech. (26 de Septiembre de 2016). *Saitek*. Obtenido de <http://www.saitek.com/uk/prod/yoke.html>
- López, J. T. (2013). *Reconocimiento e interpretación de gestos con dispositivo Leap*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Manus-VR. (26 de Septiembre de 2016). *Manus VR*. Obtenido de <https://manus-vr.com/>
- Mercadolibre. (22 de Noviembre de 2016). *Mercadolibre.com.ec*. Obtenido de Leap Motion: http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-410373222-leap-motion-nuevo-caja-sellada-_JM

METAMOTION. (26 de Septiembre de 2016). *META MOTION*. Obtenido de <http://metamotion.com/gypsy/IGS-Mini.html>

Myo. (26 de Septiembre de 2016). *Myo*. Obtenido de <https://www.myo.com/>

NDI. (26 de Septiembre de 2016). *Northern Digital Inc.* Obtenido de <http://www.ndigital.com>

Neurodigital Technologies. (26 de Septiembre de 2016). *Neurodigital technologies*. Obtenido de <https://www.neurodigital.es/gloveone/>

Nintendo. (22 de Julio de 2016). *Nintendo*. Obtenido de <https://www.nintendo.es/Wii/Accesorios/Accesorios-Wii-Nintendo-lb-eacute-rica-626430.html>

Oleaga, J. (5 de Febrero de 2014). *ABC Tecnología*. Obtenido de <http://www.abc.es/tecnologia/informatica/20140204/abci-probamos-leap-motion-201402041411.html>

STEREOLABS. (26 de Septiembre de 2016). *STEREO LABS*. Obtenido de <https://www.stereolabs.com/>

XBOX. (26 de Septiembre de 2016). *Microsoft*. Obtenido de <http://www.xbox.com/es-ES/xbox-one/accessories/kinect-for-xbox-one#fbid=8wrOGZ7cpJU>

XSENS. (26 de Septiembre de 2016). *XSENS*. Obtenido de <https://www.xsens.com/>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Bird: Es un dispositivo que se coloca en el dedo y trabaja en cualquier superficie sin necesidad de tocarla.

Control VR: Es un dispositivo que convierte las manos en el controlador intuitivo para computadoras.

Giróscopo: Es un dispositivo que sirve para medir, mantener o cambiar la orientación.

Joystick: Es un dispositivo de control de dos o tres ejes que se usa en computadoras o videoconsolas.

Kinect: Es un controlador de juego libre desarrollado para la consola de Xbox.

Leap Motion: Es un dispositivo que permite controlar el ordenador mediante gestos.

Mouse: Es un dispositivo apuntador que se utiliza para el manejo de entornos gráficos en una computadora.

Myo: Es un dispositivo de control de movimientos que permiten tomar el control de computadoras.

TrackBall: Es un dispositivo compuesto por una bola incrustada en un receptáculo que contiene sensores que detectan la rotación de la bola en dos ejes.

Xsens: Es un dispositivo que fusiona sensores para una interacción perfecta entre el mundo físico y el digital.

ABREVIATURAS

3D: Tres dimensiones

ATR: Avions de Transport Régional

DOF: Degrees of Freedom

EMG: Electromyogram

FPGA: Field Programmable Gate Array

FPS: Frames per Second

FPV: First-Person View

HD: High Definition

HMD: Head-Mounted Display

MEMS: Microelectromechanical Systems

NDI: National Democratic Institute

PC: Personal Computer

TAME: Transportes Aéreos Militares Ecuatorianos

USB: Universal Serial Bus

VR: Virtual Reality

ANEXOS