



# 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**

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

**TEMA: “VISUALIZACIÓN DE ENTORNOS DE SIMULACIÓN  
MEDIANTE EL USO DE UN CASCO DE REALIDAD VIRTUAL  
PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS”.**

**AUTOR: JUAN CARLOS TAPIA CARRERA**

**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, **“VISUALIZACIÓN DE ENTORNOS DE SIMULACIÓN MEDIANTE EL USO DE UN CASCO DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS”** realizado por el señor **TAPIA CARRERA JUAN CARLOS**, 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 **TAPIA CARRERA JUAN CARLOS** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, noviembre del 2016

.....  
Tlgo. Proaño Chilcañar Alejandro David

**DIRECTOR**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

#### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **TAPIA CARRERA JUAN CARLOS**, con cédula de identidad N° 0503804569 declaro que el trabajo de titulación **“VISUALIZACIÓN DE ENTORNOS DE SIMULACIÓN MEDIANTE EL USO DE UN CASCO DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN Y 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

---

TAPIA CARRERA JUAN CARLOS

C.I. 0503804569



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

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

### **AUTORIZACIÓN**

Yo, **TAPIA CARRERA JUAN CARLOS**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca virtual de la Institución el presente trabajo de titulación **“VISUALIZACIÓN DE ENTORNOS DE SIMULACIÓN MEDIANTE EL USO DE UN CASCO DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, noviembre del 2016

---

**TAPIA CARRERA JUAN CARLOS**

C.I. 0503804569

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a toda mi familia por el apoyo incondicional y la confianza que he recibido de ellos ya que siempre estuvieron apoyándome en todas las decisiones que he tomado. Principalmente a mis padres y mi hermano quienes siempre me han enseñado desde muy pequeño a luchar, seguir adelante y nunca déjame vencer por las adversidades de la vida. Para ellos que son un ejemplo a seguir y que siempre confiaron en mí, estas palabras les dedico con todo mi corazón porque los quiero y los respeto.

**TAPIA CARRERA JUAN CARLOS**

## **AGRADECIMIENTO**

Como prioridad en mi vida agradezco a Dios por su infinita bondad, y por haber estado conmigo en los momentos que más lo necesitaba, por darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría, por haberme permitido culminar un peldaño más de mis metas, y porque tengo la certeza y el gozo de que siempre va a estar conmigo.

A mis Padres por ser los mejores, por haber estado conmigo apoyándome en los momentos difíciles, por dedicar tiempo y esfuerzo para ser un hombre de bien, y darme excelentes consejos en mi caminar diario. A mi hermano, que con su ejemplo y dedicación me han instruido para seguir adelante en mi vida profesional.

Por último, quiero agradecer al Tlgo. Alejandro Proaño director de mi proyecto de graduación por su valiosa ayuda para la elaboración de este proyecto.

**TAPIA CARRERA JUAN CARLOS**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>iii</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>EL TEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación e Importancia.....	3
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo General .....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Alcance .....	4
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Origen de los dispositivos de realidad virtual .....	5
2.2 Realidad virtual .....	6
2.3 Versiones de dispositivos HDM .....	7
2.3 Versiones de dispositivos de realidad virtual para smartphones.....	16
2.4 Visualización de entornos de simulación de instrumentos básicos de vuelo .....	25
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>30</b>
<b>DESARROLLO DEL TEMA</b> .....	<b>30</b>
3.1 Análisis de características de dispositivos de realidad virtual .....	30

3.2 Oculus Rift DK2 .....	30
3.2.1 Características Oculus Rift DK2.....	31
3.2.2 Especificaciones básicas de ordenador para Oculus DK2.....	31
3.3 Kit de Oculus Rift DK2 .....	32
3.4 Pasos para instalar el visor .....	33
3.4.1 Paso para conectar el cable del visor al ordenador .....	34
3.4.2 Paso para conectar los cables de la cámara .....	34
3.4.3 Paso para colocar la cámara de seguimiento en un trípode o monitor	35
3.4.4 Paso para Conectar corriente a la caja de conexiones (opcional) .....	35
3.4.5 Pasos para Encender el visor .....	36
3.4.6 Pasos para ajustar cintas de la cabeza .....	36
3.4.7 Lentes .....	37
3.4.8 Ajuste del visor.....	37
3.5 Pasos para instalar el software del Oculus DK2 .....	38
3.6 Pruebas operacionales .....	41
3.6.1 Demostración del consumo de recursos de Oculus Rift DK2 ejecutando la aplicación Microsoft Flight Simulator X .....	42
3.6.2 Configuraciones avanzadas de pantalla .....	45
3.6.2.1 Visualización de instrumentos de vuelo de la aeronave Cessna 172S .....	47
3.6.2.2 Operación de encendido .....	49
3.7 Estudio económico.....	51
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>53</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
4.1 Conclusiones .....	53
4.2 Recomendaciones .....	53
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>



**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Comparativo de dispositivos de realidad virtual.....	30
<b>Tabla 3</b> Costos primarios.....	51
<b>Tabla 4</b> Costos secundarios .....	51
<b>Tabla 5</b> Otros gastos .....	51
<b>Tabla 6</b> Costos totales.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Estereoscopio inventado por Sir Charles Wheatstone .....	5
<b>Figura 2</b> Oculus Rift DK1& DK2 .....	8
<b>Figura 3</b> Razer HDK2 .....	9
<b>Figura 4</b> HTC Vive .....	10
<b>Figura 5</b> XionVR .....	10
<b>Figura 6</b> Project Morpheus .....	11
<b>Figura 7</b> Sulon Cortex .....	11
<b>Figura 8</b> Totem Vrvana .....	12
<b>Figura 9</b> Starvr .....	12
<b>Figura 10</b> Fove .....	13
<b>Figura 11</b> 3Glasses .....	13
<b>Figura 12</b> 3Glasses .....	14
<b>Figura 13</b> Impresión PI .....	14
<b>Figura 14</b> Claire VR Unión .....	15
<b>Figura 15</b> DëePoon .....	15
<b>Figura 16</b> Gear VR Oculus .....	16
<b>Figura 17</b> XionVR Go .....	17
<b>Figura 18</b> Google Cardboard .....	18
<b>Figura 19</b> Durovis Dive .....	18
<b>Figura 20</b> Cmoar .....	19
<b>Figura 21</b> Homido .....	19
<b>Figura 22</b> Zeiss VRone .....	20
<b>Figura 23</b> VisusVR .....	20
<b>Figura 24</b> Lakento MVR .....	21
<b>Figura 25</b> Fibrum .....	21
<b>Figura 26</b> Archos VR .....	22
<b>Figura 27</b> Full Dive .....	22
<b>Figura 28</b> Merge VR .....	23
<b>Figura 29</b> Beenoculus .....	23
<b>Figura 30</b> Vortex .....	24
<b>Figura 31</b> View-Master .....	24
<b>Figura 32</b> Nautilus VR .....	25

<b>Figura 33</b> Altímetro.....	26
<b>Figura 34</b> Variómetro .....	26
<b>Figura 35</b> Anemómetro .....	27
<b>Figura 36</b> Indicador de actitud.....	27
<b>Figura 37</b> Indicador de dirección.....	28
<b>Figura 38</b> Indicador de viraje/coordinación .....	28
<b>Figura 39</b> Brújula.....	29
<b>Figura 40</b> Oculus Rift DK2 .....	32
<b>Figura 41</b> Lentes .....	32
<b>Figura 42</b> Cámara de seguimiento de posición.....	32
<b>Figura 43</b> Cable USB y de sincronización de la cámara .....	33
<b>Figura 44</b> Adaptador DVI .....	33
<b>Figura 45</b> Adaptador de corriente.....	33
<b>Figura 46</b> Oculus Rift DK2 conectado al ordenador.....	34
<b>Figura 47</b> Conexión de cables de la cámara.....	34
<b>Figura 48</b> Cámara de seguimiento de posición ubicada en el monitor.....	35
<b>Figura 49</b> Adaptador de corriente conectado a la caja de conexiones.....	36
<b>Figura 50</b> Cintas ajustables del Oculus Rift DK2.....	36
<b>Figura 51</b> Lentes del Oculus Rift DK2.....	37
<b>Figura 52</b> Tornillos laterales del visor para añadir espacio adicional .....	37
<b>Figura 53</b> Software a instalar .....	38
<b>Figura 54</b> Pasos para instalar aplicación Oculus Runtime 0.7.0.0 .....	39
<b>Figura 55</b> Oculus Configuration Utility.....	40
<b>Figura 56</b> Ejecución de Oculus Configuration Utility .....	41
<b>Figura 57</b> Selección de tipos de lentes A y B.....	41
<b>Figura 58</b> Focalización de Oculus.....	42
<b>Figura 59</b> Show Demo Scene .....	42
<b>Figura 60</b> Consumo de recursos de la CPU.....	43
<b>Figura 61</b> Consumo de recursos de la Memoria RAM .....	44
<b>Figura 62</b> Tiempo de actividad y tiempo promedio de respuesta del Disco (c) .....	45
<b>Figura 63</b> Configuración de pantalla del CPU .....	46
<b>Figura 64</b> Configuración de pantalla del dispositivo Oculus Rift DK2.....	47
<b>Figura 65</b> Panel de instrumentos de vuelo de la aeronave Cessna 172S...	48

<b>Figura 66</b> Panel de instrumentos de vuelo de la aeronave Cessna 172S ejecutando Microsoft Flight Simulator X.....	48
<b>Figura 67</b> Llave de encendido .....	50

## RESUMEN

El presente proyecto técnico busca implementar un equipo que sea capaz de reproducir entornos de visualización de **realidad virtual**, debido al interés existente por parte de la carrera de Mecánica Aeronáutica en buscar alternativas de **capacitación** que sean de alto impacto con respecto al tiempo que se invierta y los resultados obtenidos. Por ello en primera instancia se desarrolla una **investigación** a fin de conseguir los medios que faculten a esta idea de convertirse en realidad, en esta investigación se hallaron todas las posibilidades de una amplia gama de cascos de realidad virtual que emplean diferentes elementos. Una vez delimitadas las posibles opciones de equipos a usar se analiza sus capacidades con respecto al uso que se pretende dar del mismo, en el cual se comprueba que el mejor elemento que se podrá usar es el visor de realidad virtual **Oculus Rift DK2**, pues no solo es destacada su calidad de imagen sino también su compatibilidad con la **simulación** que se pretende dar del mismo. De esta manera se lo implementa usando un ordenador de alta gama pues esta tecnología demanda de altos recursos de soporte en el aspecto del hardware que lo soportará. Consiguiendo satisfactoriamente alcanzar la visualización de entornos de realidad virtual, tomando en cuenta que el equipo es un producto en fase de desarrollo y no una versión final se desarrolló un análisis sus capacidades, consiguiendo obtener resultados positivos, generando una sensación de inmersión total y alto realismo de imágenes en el entorno que se pretenda reproducir.

### PALABRAS CLAVE

- REALIDAD VIRTUAL
- CAPACITACIÓN
- INVESTIGACIÓN
- OCULUS RIFT DK2
- SIMULACIÓN

## ABSTRACT

This technical project seeks to implement an equipment which can be able to play displays environments of virtual reality due to the interest of mechanic aeronautics career to find **training** alternatives that will have high impact related on time and gotten results. Therefore, this project **investigation** is developed in order to get the means that enable this idea to become reality. First, the project found all possibilities for a wide range of **virtual reality** helmets that use different elements. Once defined the possible options of equipment to use, the project will analyze their capabilities regarding to the use they will have. After that, it found that the best element that may be used is **Oculus Rift DK2** virtual reality display which was analyzed by its outstanding image quality and its compatibility with the **simulation** shown. In this way, it was implemented using a high-end computer then this technology demands high support resources in the hardware that will support it. Finally, it will successfully achieve the display of virtual reality environments, taking into account that the equipment is a product under development and not a final version. It also developed an analysis of its skills achieving positive results and generating a feeling of total immersion and high realism images in the environment to be played.

### KEYWORDS:

- VIRTUAL REALITY
- TRAINING
- INVESTIGATION
- OCULUS RIFT DK2
- SIMULATION

---

Lic. Diego I. Granja Peñaherrera

**Jefe Secc. Dpto. Lenguas UGT**

## CAPÍTULO I

### EL TEMA

#### 1.1 Antecedentes

Los equipos Oculus de acuerdo a la descripción de la publicación A Review Paper on Oculus Rift-A Virtual Reality Headset “El Oculus Rift es un dispositivo ligero que permite al usuario entrar en el juego y mirar en cualquier dirección. El Oculus Rift está presente actualmente en las versiones kits de desarrollo. Dos versiones del kit del desarrollador se han lanzado a saber Developer Kit versión 1 (DK1) y el kit de desarrollo de la versión 2 (DK2). El DK2 es una versión más avanzada de Oculus Rift en comparación con DK1” (Parth Rajesh Desai, 2014); por lo tanto, este dispositivo es un material didáctico que ayudara a acceder a una gran cantidad de información que ofrece el Internet y una serie de programas que ilustrara tanto a profesores como a los alumnos.

Thomas Hilfert y Markus König establecen en su libro “En este artículo se presenta una manera de construir un bajo costo, altamente inmersivo entorno a la realidad virtual para aplicaciones de ingeniería y construcción. Mientras que el tiempo de ejecución Oculus Rift se puede unir a muchas implementaciones por lo cual se decidió utilizar un motor de juego existente y disponible en el mercado. Motores de juego se utilizan para los juegos de ordenador de potencia, están dirigidos a las más altas prestaciones, mientras que proporciona la mayor parte posible la experiencia del usuario realista, en contraste con la visualización científica.” (König, 2016). Esto permite tener en cuenta las múltiples aplicaciones prácticas que puede tener el sistema de visión en realidad virtual, que no solamente permite tener aplicaciones para uso lúdico sino que también faculta su aplicación en la visión de elementos orientados al trabajo.

Saurabh Dargar, Rebecca Kennedy, WeiXuan Lai, Venkata Arikatla, Suvranu De establecen en su libro “El Oculus Rift es una pantalla montada en la cabeza, que se orienta a los juegos, pero tiene un inmenso potencial para

ser aplicado a entornos de simulación. Oculus realiza un seguimiento de guiñada, cabeceo y roll” (Saurabh Dargar, 2015); consiguientemente el dispositivo permitirá acceder virtualmente a diferentes cabinas de simulación de vuelo en tiempo real que no requiera de un medio físico para la ejecución del mismo.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La Unidad de Gestión de Tecnologías como única entidad educativa a nivel superior en aeronáutica busca desarrollar constantemente la excelencia entre sus alumnos con la ayuda de sus laboratorios, en el cual no existen dispositivos virtuales para interactuar, dicha carencia parece no tener relevancia, más es importante tomar en cuenta los beneficios en la actividad de aprendizaje del estudiante, tal es el caso de no requerir un espacio físico que implícitamente requiere de un alto costo, adicionalmente se da versatilidad al número de cabinas de diversas aeronaves que se pueden simular sin requerir una inversión en las mismas.

La necesidad de este dispositivo puede plantear en el posterior accionar del estudiante, cuando este ejerciendo su profesión, que encontraría una dificultad mayor al momento de familiarizarse con diversas cabinas, realizar operaciones en tierra, o cualquier otra que se realice desde la cabina de vuelo, a diferencia de un alumno que realizará prácticas en un simulador virtual, y que se encuentra con una mayor predisposición para adquirir conocimientos que se apoyan en la confianza obtenida en las practicas simuladas.

La falta de un dispositivo virtual que permite visualizar objetos en tiempo real, tiene impacto inmediato en los estudiantes que se encuentren en la institución antes mencionada, y se puede definir como relevante pero no existe una herramienta de aprendizaje que le brinde la oportunidad al estudiante de encontrarse en un entorno simulado virtualmente y realizar diversas prácticas pues todos los simuladores que posee son físicos.



### **1.3 Justificación e Importancia**

La Unidad de Gestión de Tecnologías posee diversos laboratorios que ofrecen una formación integral para los alumnos al más alto nivel, además ostenta un personal entrenado y capacitado para resolver las falencias entre los estudiantes, no obstante, no posee material didáctico diverso como un dispositivo virtual que podría permitir una mejora en la enseñanza para que los estudiantes adquieran nuevos y mejores conocimientos en su formación.

La ejecución de este trabajo es necesaria para la institución, ya que por medio de este dispositivo se permitiría observar y brindar mejor entendimiento en todo sistema de diversas cabinas de una aeronave, permitiendo al estudiante instruirse de una forma correcta para su mejor desarrollo técnico y reduciendo el tiempo de adaptación al trabajo real cuando se incorpore a la vida profesional.

Con la implementación de este dispositivo, se ayudará a la capacitación de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, por lo tanto, es de suma importancia que la Unidad de Gestión de Tecnologías cuente con la una mejora de recursos tecnológicos ahora disponibles, con la finalidad de formar técnicos profesionales con conocimientos sólidos en el campo aeronáutico.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Visualizar entornos de simulación, mediante la implementación de un casco de realidad virtual, familiarizando a los estudiantes con las diferentes cabinas en la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Recolectar la información referente a los requisitos operacionales de los dispositivos de visualización de realidad virtual.
- Analizar las alternativas de solución para la implementación de un casco de visualización de entornos simulados en realidad virtual.
- Implementación del dispositivo de visualización de realidad virtual en la Unidad de Gestión de Tecnologías.

### **1.5 Alcance**

El presente proyecto está enfocado en la Visualización de entornos de simulación mediante el uso de un casco de realidad virtual, para ser utilizado como material didáctico al servicio de los estudiantes, el cual permitirá elevar el nivel de conocimientos en el campo de la Mecánica Aeronáutica mejorando su familiarización de cabina implementando una forma práctica de enseñanza.

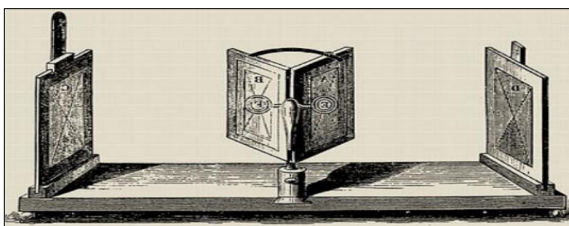
## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Origen de los dispositivos de realidad virtual.

“En 1860, hace más de 150 años, Oliver Wendell Holmes, inventó lo más parecido a los dispositivos de realidad virtual que se observa actualmente, se hizo muy popular en su época, y lejos de patentar su invento, lo hizo público. No se sabe la razón por la que Holmes no quiso patentarlo, aunque si escribió una explicación del porqué de su popularidad “no hay ningún nuevo principio implicado en su construcción “. Está basado en el estereoscopio o imagen tridimensional, inventado por Sir Charles Wheatstone en 1838, que puede considerarse como el origen de la realidad virtual. Wheatstone utilizaba dos espejos para llevar a cabo la ilusión óptica, y como en esa fecha todavía no había fotografías, se utilizaban dibujos. David Brewster incorporó unas lentes al estereoscopio en 1849, consiguiendo diseñar un dispositivo de menor tamaño. Se fabricaron más de 250.000 unidades que se enviaron a todo el mundo, sin duda un gran éxito para la época.

El diseño de Holmes era mucho más sencillo, lo que abarató su fabricación. Todavía hoy se siguen fabricando algunas unidades manualmente. Sorprende el parecido que tiene con los que se fabrican actualmente, la forma o el concepto, y el interés que en su día se generó en torno a ellos, muy parecido al que hay actualmente. Se puede decir que existía una rivalidad entre ambos, y el hecho de no patentar el invento, recuerda un poco a la maniobra de Google cuando saca en junio de 2014 el popular Cardboard.



**Figura 1** Estereoscopio inventado por Sir Charles Wheatstone

**Fuente:** (Barambones, 2015)

## 2.2 Realidad virtual

Empecemos por definir qué es la realidad virtual, o mejor dicho qué conseguimos con ella, con la realidad virtual generamos en el usuario la sensación de estar inmerso en un mundo diferente al real. La forma en la que perdemos el contacto con la realidad se produce al poner un dispositivo que aísla al usuario de su entorno, esto sumerge en un mundo en el que únicamente recibimos estímulos del mundo virtual, es lo llamamos inmersión, pérdida de contacto con la realidad. Pero ¿cuándo empezamos a mostrar inquietud por la realidad virtual? Ya hemos visto que hace más de 150 años ya se inventaron los primeros dispositivos, con gran éxito de ventas en el caso del estereoscopio con lentes de Brewster, pero tenemos que esperar hasta 1962 para uno de los primeros ejemplos de inmersión multisensorial, el Sensorama de Morton Heilig, un dispositivo mecánico en el que podían verse 5 cortometrajes distintos, y que incorporaba una serie de innovaciones para estimular los sentidos.

El prototipo de Heilig no se pudo desarrollar en profundidad por falta de apoyo financiero. Años más tarde, en 1965, Ivan Sutherland publica un artículo, "The Ultimate Display" en el que describe una serie avances tecnológicos que posteriormente revolucionarán nuestras vidas, entre ellos hace una descripción básica de lo que ahora es la realidad virtual. Sutherland era un apasionado de la realidad virtual, hasta tal punto de que un año después, en 1966, después crea el primer HMD, Head Mounted Display o casco con visor, conocido como "Espada de Damocles". No tardo mucho tiempo en desarrollar junto a David Evans un primer generador de imágenes tridimensionales con tubos catódicos que incorporaba ya aceleradores para la detección de movimientos.

Se puede decir que la realidad virtual, tal y como la conocemos ahora, acababa de nacer. La realidad virtual no tardó en llamar la atención del ejército de los EEUU, el potencial de este sistema no iba a pasar desapercibido para el mejor ejército del mundo.

Era cuestión de dinero que se consiguiesen hacer prototipos que sacasen en mayor provecho posible a esta tecnología, y dinero era precisamente lo que le sobraba en aquellos momentos a la Armada norteamericana. Más de una década desarrollo dan como resultado que en 1982 Thomas Furness presentara el simulador de vuelo más avanzado hasta la fecha.” (Barambones, 2015)

### **2.3 Versiones de dispositivos HDM**

**Oculus Rift.** - “Es un visor de realidad virtual desarrollado por Oculus VR. Durante su periodo como compañía independiente, Oculus VR consiguió 2.4 millones de dólares para su desarrollo. La versión final para el consumidor está prevista para el 2015. Oculus ha lanzado dos kits de desarrollo, el DK1 a finales del 2012 y el DK2 a mediados del 2014, para darles la oportunidad a los desarrolladores de crear contenido a tiempo para su lanzamiento. Oculus ha comentado que no habrá un DK3 si no que el próximo modelo será la versión final.

**Oculus Rift DK1.** - Mientras que los primeros prototipos usaban una pantalla de 5,6", el DK1 salió utilizando una pantalla de 7". Dicha pantalla presentaba una menor latencia y desenfoque de movimiento cuando uno movía la cabeza de forma rápida. A esto hay que sumarle que la pantalla LCD era más brillante y la profundidad de color alcanzaba los 24 bits por pixel. El campo de visión es de más de 90 grados en horizontal y 110 en diagonal, lo que duplica el de otros aparatos de la competencia y es su principal ventaja. La resolución es de 1280x800 con una relación de aspecto de 16:10, lo que deja 640x800 para cada ojo.

Los prototipos iniciales hacían uso de un rastreador del movimiento de la cabeza Hillcrest Labs 3D que normalmente funciona a 125 Hz, pero estos llevaban un firmware especial que John Carmack pidió y funcionaban a 250 Hz, ya que la latencia era vital a la hora de brindar realismo. La última versión incluye un rastreador Reality Tracker que funciona a 1000 Hz y permite una latencia menor que la mayoría de rastreadores. Usa una combinación de

giroscopios de 3 ejes, acelerómetros y magnetómetros, que lo hacen capaz rastrear el movimiento y posición en relación a la tierra. Tiene un peso de 379 g, 90 g más que el prototipo inicial debido al aumento de tamaño de la pantalla, y no incluye auriculares.

El visor dispone de un dial de cada lado, el cual se puede activar con un destornillador, que permite ajustar cada pantalla para acercarla o alejarla de los ojos. El kit de desarrollo también incluye lentes intercambiables que permitan la sencilla corrección de distrofias. El ajuste de la distancia entre cada ojo se hace por software, aunque dado su gran Angulo de salida, esto no debería ser un problema grave con el Rift

**Oculus Rift DK2.-** El segundo kit de desarrollo presenta un gran avance respecto a su antecesor y entre las principales mejoras encontró una pantalla que tiene una resolución de 1920x1080, una tasa de refresco de 75 Hz y la tecnología AMOLED, aunque esto no solventa el hecho de que al tener la pantalla tan cerca los píxeles siguen pudiéndose distinguir. Al igual que el anterior, el DK2 trae dos conexiones, una USB que sirve como alimentación y el cable HDMI con adaptador a DVI en caso de que nuestro ordenador no disponga de dicha conexión. Pero en este caso, se ha eliminado la necesidad del control box (caja de control).” (Elotrolado, 2012)



**Figura 2** Oculus Rift DK1& DK2

**Fuente:** (Elotrolado, 2012)

**Razer HDK2.** - “Razer y Sensics, cofundadores y a la vez organizadores de OSVR (Open Source Virtual Reality), la plataforma de software y hardware abierto para el desarrollo de Realidad Virtual, han anunciado el último Hacker Development Kit, bautizado como HDK2 y que lo lleva al nivel de otros productos similares entre los que se destaca HTC Vive u Oculus Rift. El nuevo kit HDK2 viene con unas nuevas gafas de desarrollo con soporte para imágenes a 90hz con una resolución máxima de 2160 x 2100 y tecnología Image Quality Enhancer, que permite reducir el llamado “efecto puerta”. Con la capacidad de reproducir contenidos de Realidad Virtual a 90 FPS, HDK2 se pone a la altura de las mejores soluciones del mercado.” (Martinez, 2016)



**Figura 3** Razer HDK2

**Fuente:** (Martinez, 2016)

**HTC Vive.** - “HTC Vive ha sido desarrollada por el gigante de la telefonía HTC, y Valve, creadores de Steam, la mayor plataforma de videojuegos del mundo. Presume de ser el sistema de realidad virtual más avanzado. Aunque sus características técnicas relativas a la resolución, calidad de imagen y requisitos son prácticamente idénticas a Oculus Rift, HTC Vive presenta una mejora con respecto a Rift o PlayStation VR. Es la experiencia room-state o, en palabras sencillas, la posibilidad de moverte libremente e interactuar con el entorno virtual.” (Pascual, 2016)



**Figura 4** HTC Vive

**Fuente:** (Pascual, 2016)

**XionVR.** - “Es el resultado de varios años desarrollando HMDs de TDVISION, la empresa norteamericana que está detrás del Blu-ray 3D. Es uno de los dispositivos más innovadores y completos del mercado. Comenzaron a trabajar en la Realidad Virtual en el año 1999 y en 2014 se fusiona con la startup española Vrelia. Disponen de dos versiones, una de ellas con auriculares integrados, y utilizan doble pantalla en sus visores.” (Barambones, 2015)



**Figura 5** XionVR

**Fuente:** (Barambones, 2015)



**Project Morpheus.** - “La presentación de este dispositivo tuvo lugar en marzo de 2014. Este dispositivo desarrollado por Sony, será de uso exclusivo para la PS4. Con un diseño minimalista y muy cuidado, Sony ha querido aprovechar la potencia de su consola como motor de este dispositivo, porque no será necesario disponer de un PC de última generación para sacar el máximo rendimiento a esta tecnología.” (Barambones, 2015)



**Figura 6** Project Morpheus

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Sulon Cortex.** - “El dispositivo de Sulon Technologies es uno de los más originales que se han presentado, la característica más notable es sin duda la capacidad de combinar Realidad Virtual con Realidad Aumentada.” (Barambones, 2015)



**Figura 7** Sulon Cortex

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Totem Vrvana.** - “La empresa canadiense Vrvana sorprendió con este HMD de alta calidad en la segunda mitad de 2014. Después de cancelar una campaña en Kickstarter, su unión posterior con softkinectic, demuestra que, aunque una campaña de crowdfunding no funcione bien, abre la puerta a inversores, fusiones y alianzas.” (Barambones, 2015)



**Figura 8** Totem Vrvana

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Starvr.** - “Lo que más llama la atención de este dispositivo, además de sus poco disimuladas dos pantallas, es su ángulo de visión, 210°, y las lentes freshnell. Starvr fue comprada en 2015 por Starbreeze Studios, y es la primera compañía con motor de desarrollo para videojuegos y hardware propio.” (Barambones, 2015)



**Figura 9** Starvr

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Fove.** - “La tecnología desarrollada por Fove permite saber en qué punto de pantalla miran nuestros ojos, por lo que permitiría interactuar simplemente con la mirada, sin necesidad de girar la cabeza. Varias empresas se han interesado por esta novedosa tecnología, y han tenido el apoyo tanto de Microsoft como de Samsung.” (Barambones, 2015)



**Figura 10** Fove

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**3Glasses.** - “La versión china de las Oculus Rift tiene unas características muy similares a su rival estadounidense, una resolución de pantalla de 1080 X 1920 y botones laterales de acceso a funciones son las características más notables de este dispositivo de desarrollo que va por su segunda versión.” (Barambones, 2015)



**Figura 11** 3Glasses

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**AntVR.** - “Es otro fabricante chino, Ant dio a conocer su dispositivo en una exitosa campaña en Kickstarter. Entre las características del visor destaca una pequeña abertura inferior que permite ver dónde se encuentra el usuario. El dispositivo se acompaña de un mando convertible que funciona como clásico mando para consolas o como arma.” (Barambones, 2015)



**Figura 12** 3Glasses

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Impresión P.** - “Este dispositivo sin cables combina Realidad virtual y Realidad Aumentada gracias a sus dos cámaras frontales permiten hacer el seguimiento de nuestras manos. También les fue muy bien en Kickstarter, la plataforma sobre la que más dispositivos han salido a la luz.” (Barambones, 2015)



**Figura 13** Impresión PI

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Claire VR Unión.** - “Es una startup de la República Checa que apuesta por este original dispositivo con lentes Fresnel y 170° de ángulo de visión. Llama la atención el diseño y su compatibilidad con OSVR.” (Barambones, 2015)



**Figura 14** Claire VR Unión

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**DëePoon.** - “Poco se sabe de este dispositivo, salvo que el kit de desarrollo monta pantallas amoled de Samsung, está fabricado por la empresa de Shanghai Le Xiang Technology Ltd. Las características y el diseño son similares a otros dispositivos que próximamente saldrán al mercado.” (Barambones, 2015)



**Figura 15** DëePoon

**Fuente:** (Barambones, 2015)

### 2.3 Versiones de dispositivos de realidad virtual para smartphones.

**Gear VR Oculus.** - “El Gear VR es un dispositivo que necesita tener audífonos propios, preferiblemente inalámbricos, además de un celular Samsung reciente: Galaxy S6, S6 Edge, S6 Edge Plus o Note 5. Caso contrario, el paquete puede costar hasta 1.000 dólares. Otros sistemas de realidad virtual necesitarán también aparatos acompañantes, como computadoras poderosas.

Samsung desarrolló el Gear VR juntamente con la empresa nueva de realidad virtual Oculus (ahora parte de Facebook). Reemplaza la "versión especial" de 200 dólares que Samsung ha vendido por un año. Samsung dice que el nuevo modelo es su primer producto de realidad virtual para el consumidor, aunque aún requiere cierto nivel de conocimiento del usuario.

El teléfono celular se conecta a la parte delantera del Gear VR, apenas delante del lente para los ojos. Colóquese las gafas de realidad virtual y el mundo que le rodea desaparece, con un teléfono que abre las puertas a un universo irreal en tres dimensiones. Si se mueve la cabeza, la imagen cambia para dar la sensación de inmersión. Se puede incluso dar la vuelta para ver lo que está detrás de uno. La pantalla proyecta perspectivas ligeramente diferentes a los ojos derecho e izquierdo para dar profundidad al mundo virtual.” (Contrapunto, 2016)



**Figura 16** Gear VR Oculus

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**XionVR Go.** - “La empresa XionVR sorprendió con este dispositivo en 2013. Un mecanismo sencillo que permite regular la óptica y la gran cantidad de terminales compatibles, les posicionan como uno de los mejores dispositivos del mercado.” (Barambones, 2015)



**Figura 17** XionVR Go

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Google Cardboard.** - “Esta es la forma más sencilla y barata de comenzar a experimentar con lo que ofrece la realidad virtual. Los ingenieros de Google crearon un modelo base que luego otros han adoptado para crear sus propias variaciones. Muchas de estas gafas hacen uso del cartón que se utilizó en el modelo original, pero otras algo más cuidadas (y caras) usan también plástico y otros elementos que tratan de hacer más confortables las gafas. En este caso el único requisito es contar con un Smartphone en el que poder ejecutar aplicaciones y juegos o reproducir vídeos de realidad virtual. Los responsables de Google prestaron atención originalmente solo a terminales Android de ciertas dimensiones, pero hace casi un año que esa experiencia también se trasladó a los dispositivos basados en iOS.” (Pastor, 2016)



**Figura 18** Google Cardboard

**Fuente:** (Pastor, 2016)

**Durovis Dive.** - “Empieza a desarrollar un HMD para dispositivos móviles a finales de 2013, la mayor ventaja que ha tenido es sacarlo muy rápido al mercado. Esta rapidez le ha permitido ser uno de los dispositivos más vendidos, aunque su calidad está muy por debajo de diferentes desarrollados.” (Barambones, 2015)



**Figura 19** Durovis Dive

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Cmoar.** - “Ha ido evolucionando su dispositivo desde que fuera presentado en su primera campaña de Kickstarter. Después de dos intentos fallidos, al tercero consiguió financiación suficiente para seguir adelante con el dispositivo que más se parece a las Gear VR de Samsung, ya que cuenta con botones.” (Barambones, 2015)





**Figura 20 Cmoar**

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Homido.** - “La compañía francesa Homida propone este visor para smartphones con la superficie de contacto facial intercambiable, muy adecuada e higiénica para múltiples usuarios.” (Barambones, 2015)



**Figura 21 Homido**

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Zeiss VRone.** - “Carl Zeiss se ha animado a hacer un visor para smartphones, de momento sólo disponible para un par de modelos. El punto fuerte sin duda son sus lentes.” (Barambones, 2015)



**Figura 22** Zeiss VRone

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**VisusVR.** - “Convierte la pantalla de nuestro smartphone en un espejo de la de nuestro PC es la propuesta de Visus. Un software de conversión y la tecnología Wifi, hacen posible desprender los cables mediante este dispositivo.” (Barambones, 2015)



**Figura 23** VisusVR

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Lakento MVR.** - “Este dispositivo cuenta con dos botones superiores que permiten navegar o interactuar con las aplicaciones, un sistema parecido al que se utiliza en la segunda versión de las Cardboard de Google.” (Barambones, 2015)



**Figura 24** Lakento MVR

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Fibrum.** - “Fibrum presenta esta propuesta desde Moscú. Destacan sus lentes diseñadas exclusivamente para el dispositivo y un diseño muy cuidado, aunque no dispone de ningún botón integrado para interactuar con las aplicaciones, se puede adquirir aparte un pequeño mando compatible.” (Barambones, 2015)



**Figura 25** Fibrum

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Archos VR.** - “Un sistema de sujeción muy peculiar es la apuesta de este fabricante de productos tecnológicos francés. Lentes de calidad y un novedoso sistema de ajuste para distintos tamaños de smartphones son las características más singulares de este dispositivo.” (Barambones, 2015)



**Figura 26** Archos VR

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Full Dive.** - “Un lápiz para interactuar en el mundo virtual y una plataforma donde encontrar aplicaciones de realidad virtual es la propuesta de este original dispositivo que mezcla realidad virtual y realidad aumentada. El diseño recuerda mucho al dispositivo de Sony, Project Morpheus.” (Barambones, 2015)



**Figura 27** Full Dive

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Merge VR.** - “Al igual que otros dispositivos, Merge viene con un mando a distancia que facilita la navegación por las aplicaciones. Otra característica a tener en cuenta es que se trata de un plástico flexible que se adapta a la cabeza.” (Barambones, 2015)



**Figura 28** Merge VR

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Beenoculus.** - “Desde Brasil llega este visor para smartphones con un diseño muy encapsulado y una gran variedad de adaptadores para distintos modelos de smartphones.” (Barambones, 2015)



**Figura 29** Beenoculus

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Vortex.** - “Vortex sorprendió con este original dispositivo, con un diseño que llama la atención por el frontal con forma de rejilla que ayuda a refrigerar el smartphone, sin duda algo muy a tener en cuenta debido a la gran temperatura que sufren estos dispositivos cuando se usa aplicaciones de Realidad Virtual.” (Barambones, 2015)



**Figura 30** Vortex

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**View-Master.** - “View-master es un juguete que utilizaba discos con imágenes estereoscópicas. Ahora el dispositivo se ha actualizado a la VR y ofrecerá observar distintas experiencias VR,” (Barambones, 2015)



**Figura 31** View-Master

**Fuente:** (Barambones, 2015)

**Nautilus VR.** - “Ir a Gran Barrera de Coral o nadar junto a una gran ballena azul es una experiencia que no está al alcance de cualquiera, Remotte Labs está desarrollando una máscara que permite sentir estas experiencias sumergido en lugares como piscinas. El funcionamiento es similar al de un snorkel y permite respirar fácilmente debajo del agua.” (Barambones, 2015)



**Figura 32** Nautilus VR

**Fuente:** (Barambones, 2015)

## **2.4 Visualización de entornos de simulación de instrumentos básicos de vuelo**

### **Instrumentos básicos de vuelo**

Los instrumentos básicos de vuelo son aquellos que nos informan de la altura y velocidad del avión, su actitud con respecto al suelo sin necesidad de tomar referencias, si está en ascenso, descenso o nivelado, y en qué dirección vuela. Estos instrumentos básicos se suelen dividir en dos grupos: los que muestran información basándose en las propiedades del aire (anemómetro, altímetro, y variómetro) y los que se basan en propiedades giroscópicas (indicador de actitud, indicador de giro/viraje, e indicador de dirección).

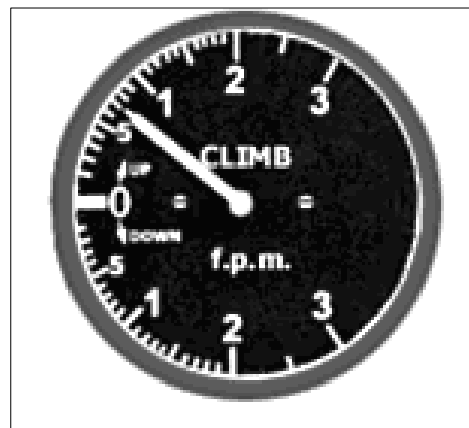
**Altímetro:** El altímetro es simplemente un barómetro aneroide que, a partir de las tomas estáticas, mide la presión atmosférica existente a la altura

en que el avión se encuentra y presenta esta medición traducida en altitud, normalmente en pies.



**Figura 33** Altímetro

**Variómetro:** El variómetro o indicador de velocidad vertical muestra al piloto dos cosas: a) si el avión está ascendiendo, descendiendo, o vuela nivelado; b) la velocidad vertical o régimen, en pies por minuto (f.p.m), del ascenso o descenso. Este instrumento también se denomina abreviadamente VSI (Vertical Speed Indicator).



**Figura 34** Variómetro

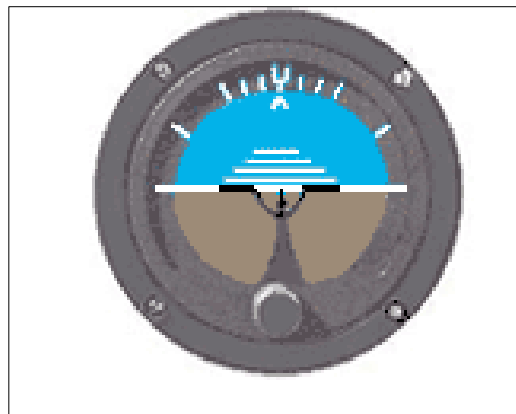
**Anemómetro:** El indicador de velocidad aerodinámica o anemómetro es un instrumento que mide la velocidad relativa del avión con respecto al aire en que se mueve, e indica está en millas terrestres por hora "m.p.h.", nudos "knots" (1 nudo=1 milla marítima por hora), o en ambas unidad.





**Figura 35** Anemómetro

**Indicador de actitud:** El indicador de actitud, también llamado horizonte artificial, es un instrumento que muestra la actitud del avión respecto al horizonte. Su función consiste en proporcionar al piloto una referencia inmediata de la posición del avión en alabeo y profundidad; es decir, si está inclinado lateralmente, con el morro arriba o abajo, o ambas cosas, con respecto al horizonte. La incorporación del horizonte artificial a los aviones ha sido fundamental para permitir el vuelo en condiciones de visibilidad reducida o nula.



**Figura 36** Indicador de actitud

**Indicador de dirección:** También llamado direccional giroscópico, este instrumento proporciona al piloto una referencia de la dirección del avión, facilitándole el control y mantenimiento del rumbo.



**Figura 37** Indicador de dirección

**Indicador de viraje/coordinación:** Este aparato consta realmente de dos instrumentos independientes ensamblados en la misma caja: el indicador de viraje y el indicador de coordinación de viraje. Este fue uno de los primeros instrumentos usados por los pilotos para controlar un aeroplano sin referencias visuales al suelo o al horizonte. El indicador de viraje tenía la forma de una gruesa aguja vertical o "bastón" y el indicador de coordinación consistía en una bola dentro de un tubo, recibiendo por ello la denominación de "bola". Al conjunto del instrumento se le denominaba "bastón y bola". Hoy en día el indicador de viraje tiene la forma del perfil de un avión en miniatura, y el indicador de coordinación sigue teniendo la misma presentación mediante una bola. El instrumento en su conjunto recibe el nombre de coordinador de giro (turn coordinator), aunque la denominación coloquial "bastón y bola" se sigue empleando de forma indistinta, puesto que ambos instrumentos muestran la misma información pero de forma diferente.



**Figura 38** Indicador de viraje/coordinación

**Brújula:** La brújula, también llamada compás magnético, es un instrumento que al orientarse con las líneas de fuerza del campo magnético de la tierra, proporciona al piloto una indicación permanente del rumbo del avión respecto al Norte magnético terrestre. Este instrumento es la referencia básica para mantener la dirección de vuelo. (Muñoz)



**Figura 39** Brújula

### CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1 Análisis de características de dispositivos de realidad virtual

Cabe destacar que se preseleccionó únicamente estos tres dispositivos de visualización de realidad virtual en función de que son los únicos elementos sobre los cuales se ha desarrollado software capaz de vincularlos con el uso de plataformas de simulación de vuelo de acuerdo a la investigación detallada en el Capítulo II del presente trabajo.

**Tabla 1**

Comparativo de dispositivos de realidad virtual.

DISPOSITIVOS DE REALIDAD VIRTUAL	OCULUS	HTC VIVE	PLAYSTATION VR
RESOLUCIÓN POR OJO	960x1080	1200x1080	1200x1080
TASA DE REFRESCO	90Hz	90Hz	120Hz
PANEL	AMOLED	OLED	RGB OLED
TAMAÑO DE PANEL	5,7'	5,7'	5,7'
ÁNGULO DE VISIÓN	100°	>110°	100°
SEGUIMIENTO DE POSICIÓN	Frontal	Completo	Frontal
LATENCIA	<20ms	<20ms	18ms
DISPONIBILIDAD	JULIO 2014	MARZO 2015	OCTUBRE 2016

#### 3.2 Oculus Rift DK2

Es un visor de realidad virtual desarrollado por Oculus VR. Durante su periodo como compañía independiente, Oculus VR consiguió 2.4 millones de dólares para su desarrollo. La versión final para el consumidor está prevista para el 2015. Oculus ha lanzado dos kits de desarrollo, el DK1 a finales del

2012 y el DK2 a mediados del 2014, para darles la oportunidad a los desarrolladores de crear contenido a tiempo para su lanzamiento.

Oculus ha comentado que no habrá un DK3 si no que el próximo modelo será la versión final. El kit de Oculus Rift DK2 presenta un gran avance respecto a su antecesor y entre las principales mejoras encontró una pantalla que tiene una resolución de 1920x1080, una tasa de refresco de 75 Hz y la tecnología AMOLED, aunque esto no solventa el hecho de que al tener la pantalla tan cerca los píxeles siguen pudiéndose distinguir. El DK2 trae dos conexiones, una USB que sirve como alimentación y el cable HDMI con adaptador a DVI en caso de que nuestro ordenador no disponga de dicha conexión.

Las características de desarrollo de este dispositivo facilitaron que se emplee sus beneficios en la aplicación de un entorno de realidad virtual simulado, facultando la posibilidad de vincularlo con softwares de simulación de vuelo de amplia gama.

### **3.2.1 Características Oculus Rift DK2**

- Rastreo de cabeza: 6 grados de libertad de baja latencia
- Campo de visión: 100 grados en diagonal
- Tecnología de la pantalla: OLED
- Resolución: 1920x1080 (960x1080 por ojo)
- Entradas: DVI/HDMI y USB
- Plataformas: PC
- Peso: 440 g

### **3.2.2 Especificaciones básicas de ordenador para Oculus DK2**

Video Card	NVIDIA GTX 970 / AMD R9 290 equivalent or greater
CPU	Intel i5-4590 equivalent or greater
Memory	8GB+ RAM
Video Output	Compatible HDMI 1.3 video output

USB Ports	3x USB 3.0 ports plus 1x USB 2.0 port
OS	Windows 7 SP1 64 bit or newer

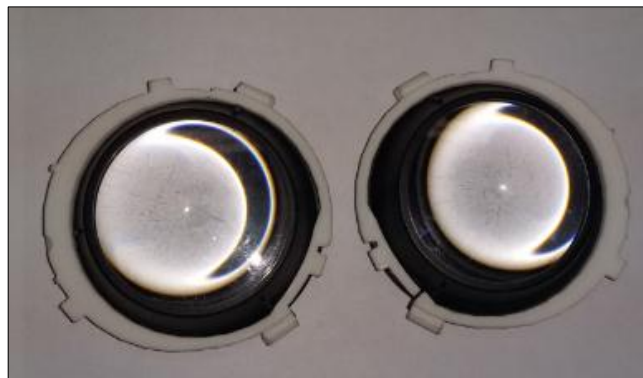
### 3.3 Kit de Oculus Rift DK2

- Visor con cable desenganchable



**Figura 40** Oculus Rift DK2

- Lentes - 2 tamaños



**Figura 41** Lentes

- Cámara de seguimiento de posición



**Figura 42** Cámara de seguimiento de posición

- Cable USB de la cámara, Cable de sincronización de la cámara



**Figura 43** Cable USB y de sincronización de la cámara

- 1 adaptador DVI



**Figura 44** Adaptador DVI

- Adaptador de corriente



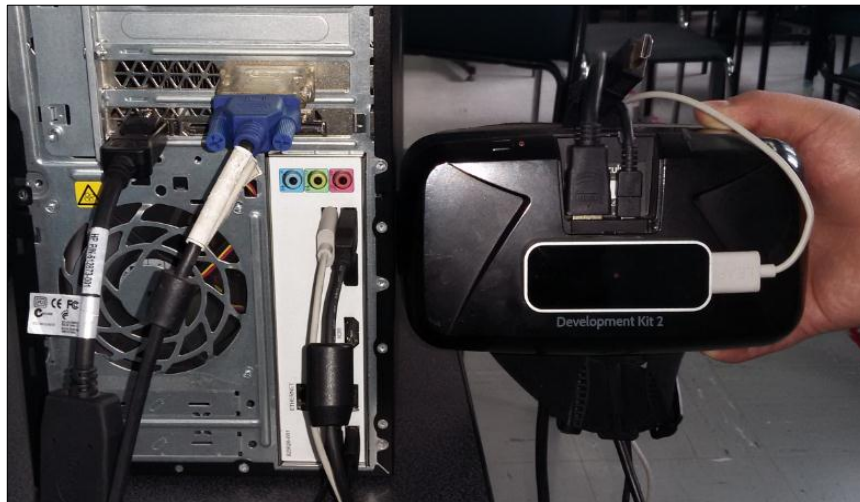
**Figura 45** Adaptador de corriente

### 3.4 Pasos para instalar el visor

Retirar la cubierta de la parte frontal del visor para asegurarte de que el cable quede insertado con seguridad en los conectores frontales del visor, recoloca la compuerta en el frontal del visor. No coloques pegatinas ni otra cosa en el frontal del visor que pudiera obstruir los LEDs, ya que podrían afectar al rendimiento.

### 3.4.1 Paso para conectar el cable del visor al ordenador

Desenrollar el cable que está conectado al visor. El extremo del cable del visor tiene un conector HDMI y un conector USB. Se procede a conectar ambos al ordenador. Si el ordenador no tiene conector HDMI, pero tiene conector DVI, usar un adaptador HDM a DVI para conectar el HDMI al puerto DVI.



**Figura 46** Oculus Rift DK2 conectado al ordenador

### 3.4.2 Paso para conectar los cables de la cámara

Conectar los cables de sincronización y USB a la cámara de seguimiento de posición. Inserta un extremo del cable al conector superior del lado derecho de la cámara, con la cámara mirando hacia ti. Conecta el otro extremo a la caja de conexiones del cable del visor.



**Figura 47** Conexión de cables de la cámara



Insertar el extremo mini USB del cable USB de la cámara en el conector inferior del lado derecho de la misma. Conectar el otro extremo del cable USB en un puerto USB libre del ordenador.

### 3.4.3 Paso para colocar la cámara de seguimiento en un trípode o monitor

La cámara de seguimiento de posición se usa para detectar la posición del visor en el espacio 3D. Colocar la cámara en un trípode o en lo alto del monitor, o déjala sobre el escritorio. Asegurar que la lente de la cámara mire hacia ti. La cámara debe estar estable, ya que las vibraciones de la cámara pueden provocar que la imagen en el visor vibre también, aunque estés sentado y quieto. Asegúrate de que hay una línea directa de visión entre la cámara y el visor. Para un rendimiento óptimo sitúate a alrededor de 1,5 metros de distancia de la cámara.



**Figura 48** Cámara de seguimiento de posición ubicada en el monitor

### 3.4.4 Paso para Conectar corriente a la caja de conexiones (opcional)

El adaptador de corriente se usa para permitir usar el puerto de accesorios USB del visor. Conectar el conector cilíndrico del cable de corriente a la caja de conexiones del cable del visor. Debe enchufar el adaptador de corriente con el adaptador adecuado para tu país en un enchufe. Asegurar que se use solo el adaptador de corriente que se suministra con el visor.



**Figura 49** Adaptador de corriente conectado a la caja de conexiones

### 3.4.5 Pasos para Encender el visor

El visor está encendido por defecto al enchufarlo. La pantalla del visor debería estar encendida. Si el visor no se enciende, comprobar que los cables estén firmes y adecuadamente conectados. Si el LED del visor se ilumina en naranja, el visor está encendido, pero no hay señal de video. Si el LED se ilumina en azul, el visor está encendido y recibiendo señal de video. Si existen problemas se recomienda visitar el sitio de soporte en [support.oculus.com](http://support.oculus.com) para recibir información adicional.

### 3.4.6 Pasos para ajustar cintas de la cabeza

Ajustar las cintas laterales y superior hasta que el visor esté sujeto firme y cómodamente.



**Figura 50** Cintas ajustables del Oculus Rift DK2

### 3.4.7 Lentes

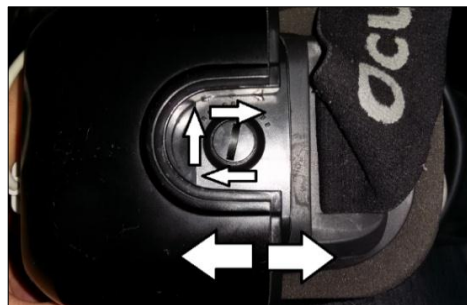
El dispositivo incluye dos pares de lentes diferentes. El juego más alargado (A) está diseñado para usuarios sin problemas de visión o con una miopía moderada. El juego más corto (B) está diseñado para usuarios con una miopía alta. Las lentes están diseñadas para ser intercambiadas usando un mecanismo de insertar-girar y fijar en su sitio. El juego de lentes A viene ya instalado en el visor. Si deseas usar gafas mientras usas el visor, utiliza los lentes A y ajusta los tornillos laterales del visor para añadir espacio adicional. No uses gafas bifocales cuando uses el visor. Evita rayar las lentes o la pantalla y por favor asegúrate de que mantienes las lentes limpias de suciedad y manchas.



**Figura 51** Lentes del Oculus Rift DK2

### 3.4.8 Ajuste del visor

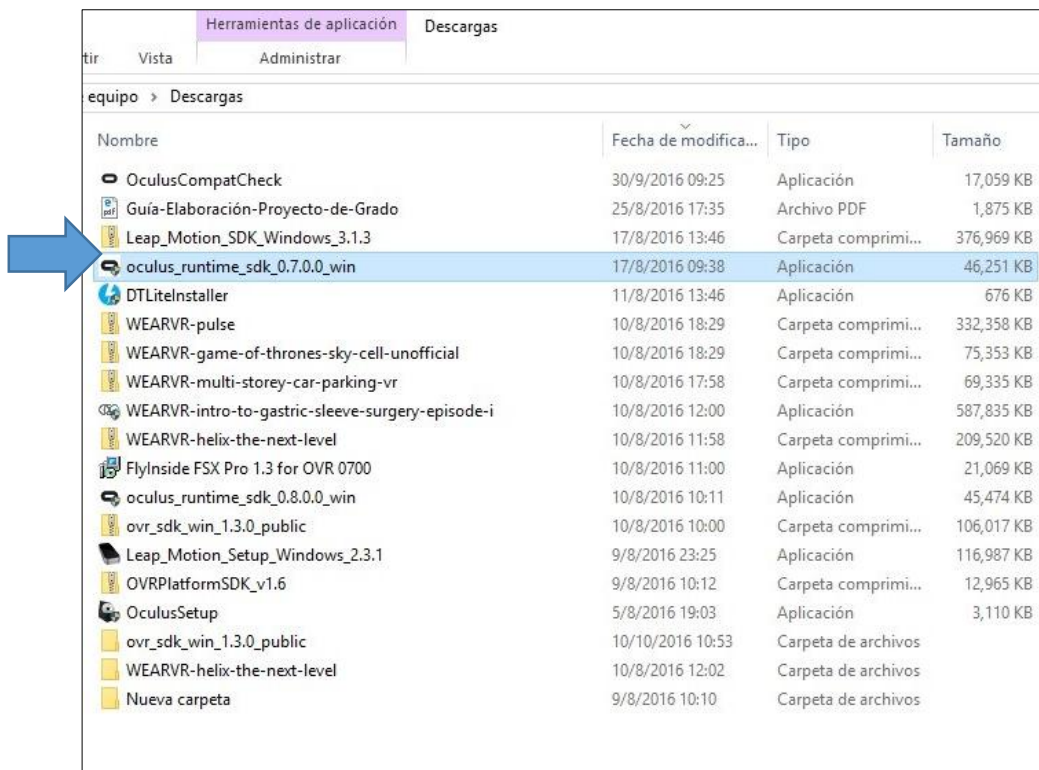
Por comodidad, se puede ajustar la distancia entre tus ojos y las lentes girando los tornillos que hay a ambos lados del visor usando una moneda. Ajusta ambos lados igual.



**Figura 52** Tornillos laterales del visor para añadir espacio adicional

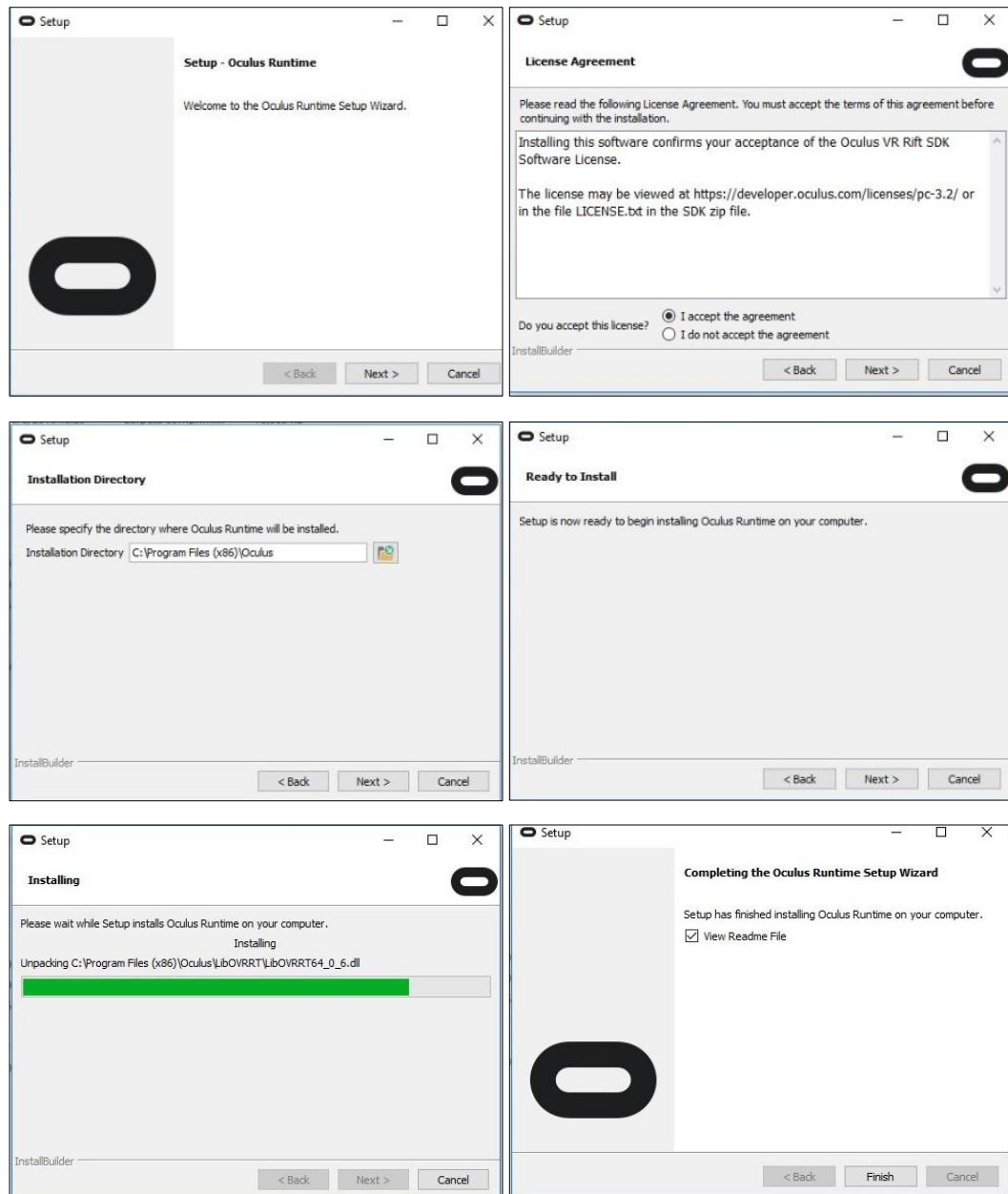
### 3.5 Pasos para instalar el software del Oculus DK2

Oculus Rift Dk2 necesita instalar Oculus Runtime versión 0.7.0.0 que puede ser descargada visitando la página oficial de Oculus [www.oculus.com](http://www.oculus.com), el tamaño de la aplicación es de 46,251 KB.



**Figura 53** Software a instalar

A continuación, se ejecuta el instalador como se indica en las siguientes figuras:



**Figura 54** Pasos para instalar aplicación Oculus Runtime 0.7.0.0

Después de haber instalado la aplicación Oculus Runtime 0.7.0.0 se la ejecuta con doble clic, esta permitirá abrir una Herramienta de Configuración de Oculus (Oculus Configuration Utility)



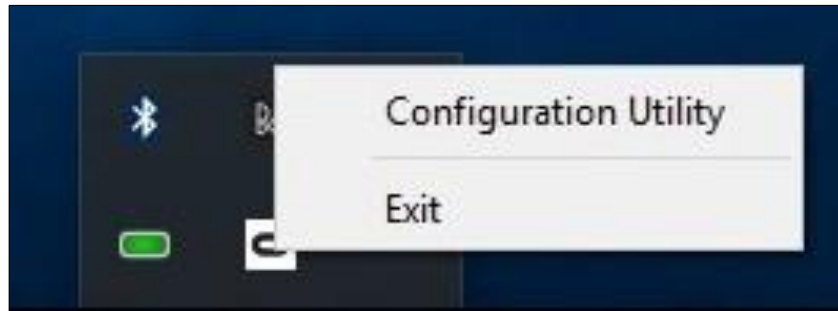
**Figura 55** Oculus Configuration Utility

Esta herramienta se usa para Configurar visores Oculus y generar perfiles de dispositivo y de usuario, los cuales permiten ajustar y personalizar la experiencia RV en todas las aplicaciones para el Rift, añadiendo confort, rendimiento e inmersión. Aunque con los valores por defecto el SDK proporciona una razonable experiencia, se recomienda firmemente acceder a la herramienta para afinar la experiencia.

Oculus Configuration Utility muestra la pantalla principal de la herramienta de configuración. La parte superior contiene los ajustes del dispositivo y la inferior los ajustes de usuario. Conecta tu dispositivo y enciéndelo. Deberías ver una imagen de tu dispositivo enseguida. La primera vez que abres la herramienta de configuración, deberías crear y configurar un perfil de usuario. Para crearlo, pulsa el botón + y teclea un nombre de usuario. Entonces ajusta apropiadamente los valores mostrados. Los ajustes se guardan automáticamente.

### 3.6 Pruebas operacionales

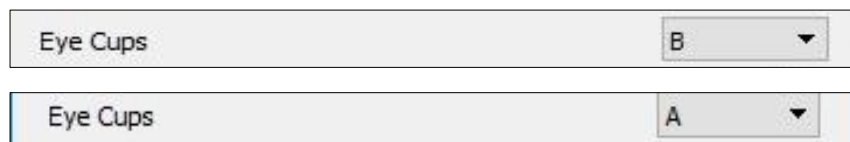
A continuación, se realiza pruebas operacionales del dispositivo las cuales se detallarán paso a paso. Ejecutar Oculus Configuration Utility.



**Figura 56** Ejecución de Oculus Configuration Utility

Esta configuración de Oculus permite observar varias opciones que pueden ser ajustadas a fin de que la visualización no presente distorsión de imagen.

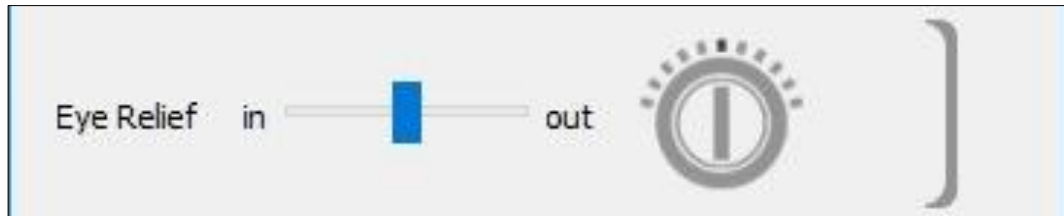
**Eye Cups:** Este ajuste permite seleccionar los tipos de lentes **A** y **B**



**Figura 57** Selección de tipos de lentes A y B

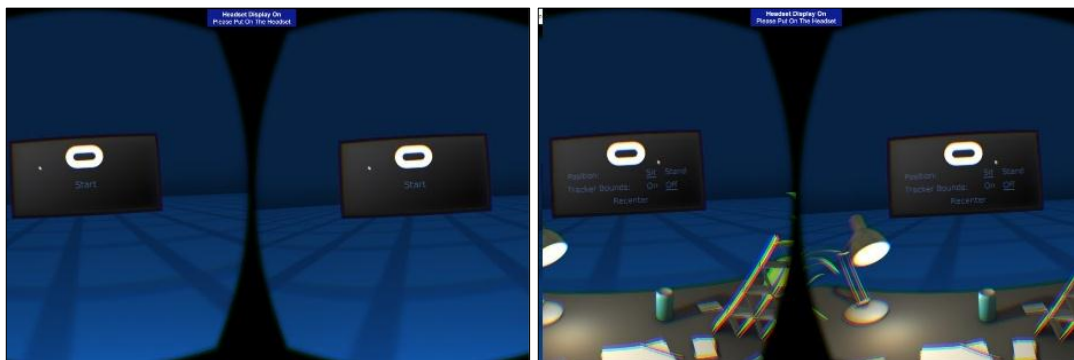
La configuración óptima para los lentes de copa A es a un cincuenta por ciento de proximidad tanto en el Runtime, así como físicamente en el dispositivo eliminando de esta manera la distorsión producida por el ángulo de enfoque de las copas. Cabe resaltar que las pruebas operacionales se ejecutaron con un sujeto de prueba con capacidad visual normal, es decir que si se requiere emplear el sistema con el uso de ayuda visual (lentes) se debe acudir a las copas B y configurar nuevamente el enfoque a conformidad del nuevo usuario pues cambia la perspectiva de visión la distancia del enfoque.

**Eye Relief:** Este ajuste permite regular la distancia de focalización de Oculus Rift DK2.



**Figura 58** Focalización de Oculus

**Show Demo Scene:** Este ajuste permite ejecutar el demo en el cual el usuario podrá visualizar un entorno en realidad virtual y realizar un Tracker Attached.



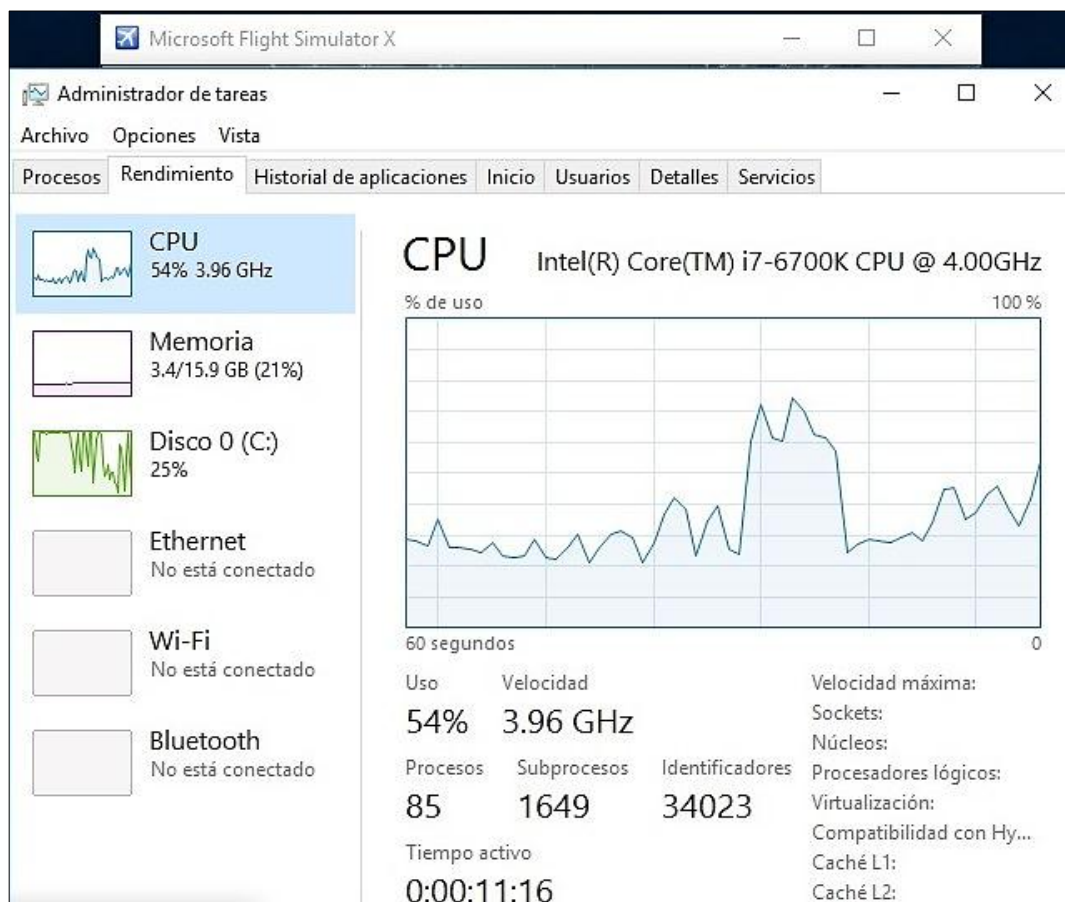
**Figura 59** Show Demo Scene

### 3.6.1 Demostración del consumo de recursos de Oculus Rift DK2 ejecutando la aplicación Microsoft Flight Simulator X

La comprobación del consumo de recursos gráficos se ejecuta de la siguiente manera; se verifica que el ordenador no tenga ningún otro programa en primer o segundo plano ejecutándose a no ser que esté vinculado con Oculus, posteriormente se da doble clic en el gestor de demostración a fin de generar un entorno de realidad virtual simulado.

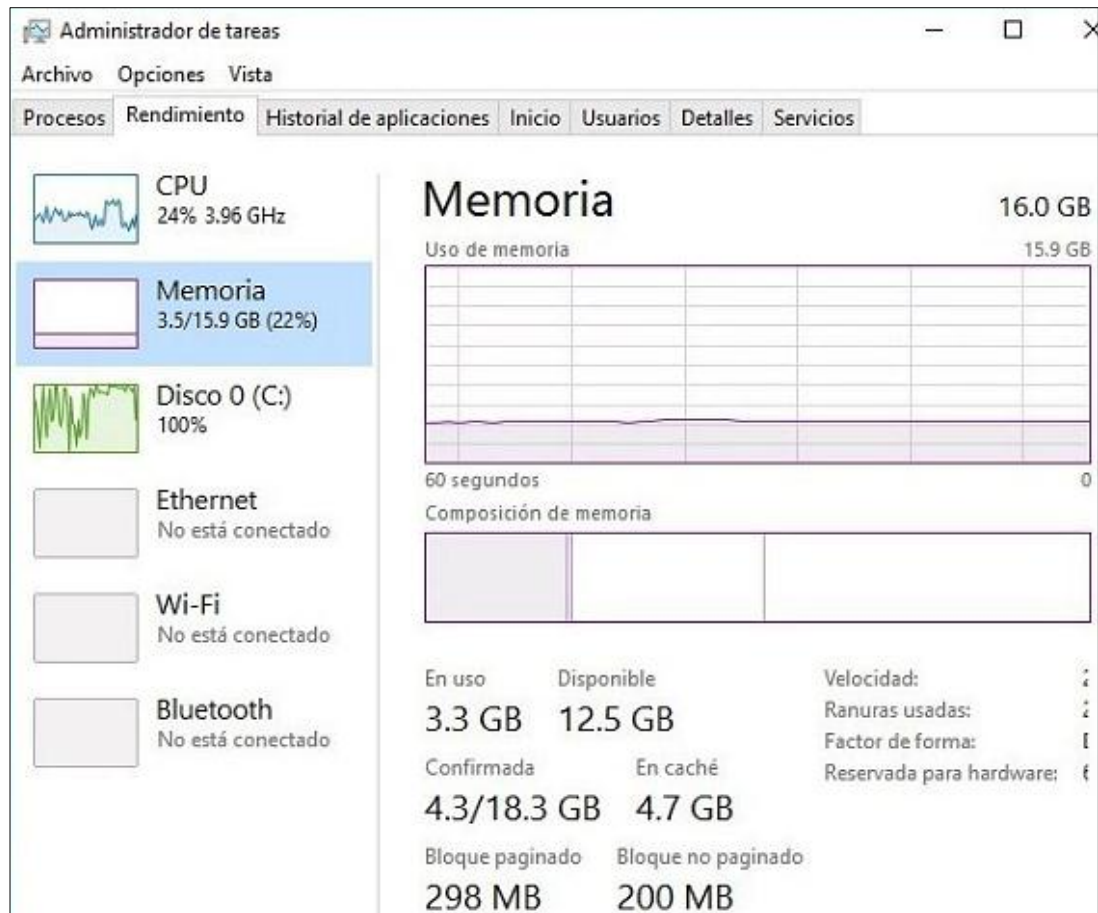


**CPU:** En esta imagen se visualiza que la CPU está trabajando con el sistema Oculus ejecutándose en primer plano, previamente se aseguró de terminar todos los procesos que no sean competentes al sistema, el administrador de tareas refleja que existe un consumo de un 54% a una velocidad de 3.96Hz de su capacidad.



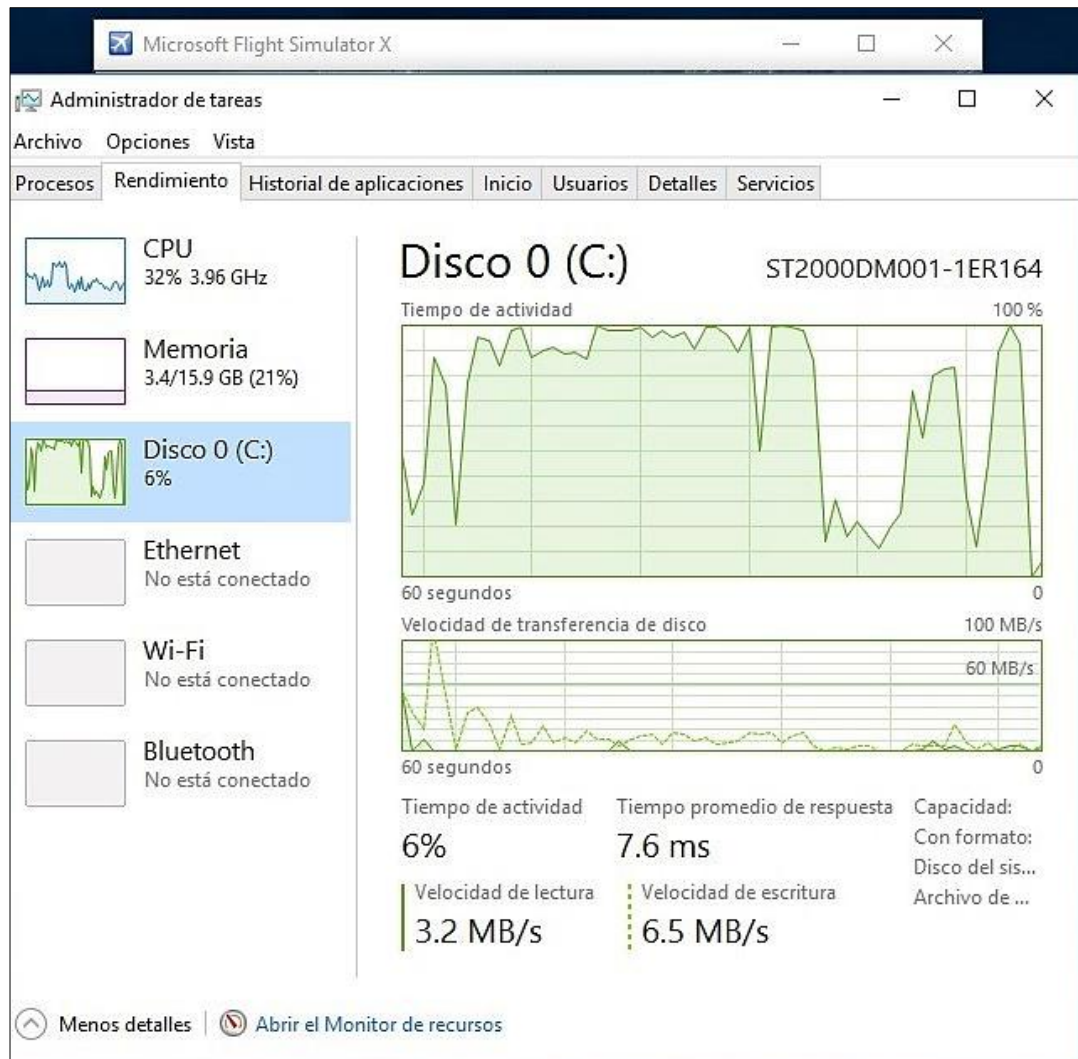
**Figura 60** Consumo de recursos de la CPU

**Memoria RAM:** En esta imagen se visualiza que la Memoria RAM está trabajando con el sistema Oculus ejecutándose en primer plano y el administrador de tareas refleja una utilización de 3.3 GB de su capacidad y dispone de 12.5 GB que puede ser utilizada para ejecutar aplicaciones en segundo plano, esto tomando en cuenta que el sistema operativo (Windows 10 x64) consume al menos 2Gb del total disponible que son 16 Gb.



**Figura 61** Consumo de recursos de la Memoria RAM

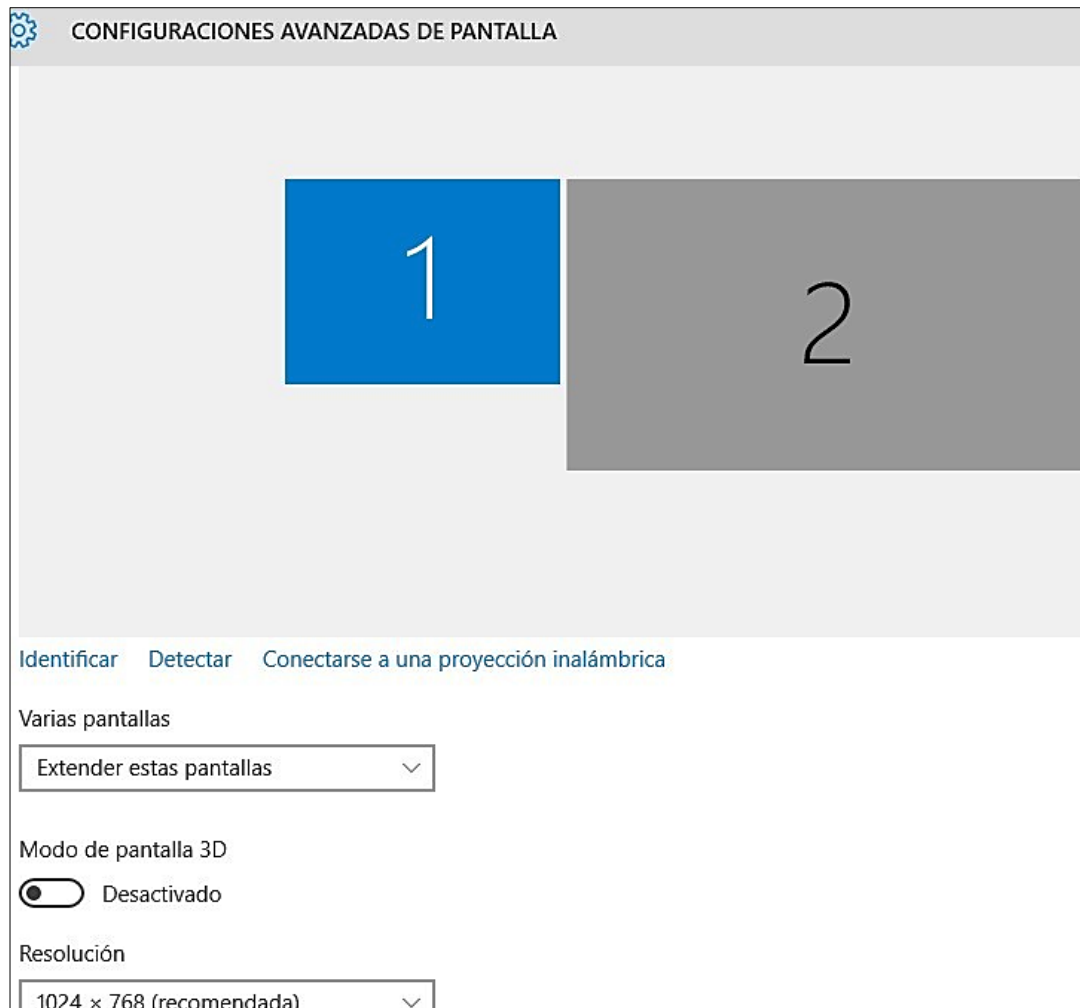
**DISCO (c):** En esta imagen se visualiza el consumo de recursos del disco (c) en el cual se hallan los archivos a los que recurre el software de Oculus cuando se ejecuta. Su tiempo de actividad es del 6% y su tiempo promedio de respuesta es de 7.6ms, durante la fase de arranque, pues al momento de poseer el escenario cargado no recurrirá nuevamente a los archivos del disco duro y su actividad descenderá progresivamente como muestra la gráfica del sistema.



**Figura 62** Tiempo de actividad y tiempo promedio de respuesta del Disco (c)

### 3.6.2 Configuraciones avanzadas de pantalla

A continuación, se detallarán en las siguientes imágenes de las configuraciones de la pantalla tanto del CPU y del dispositivo Oculus Rift DK2 puesto que el sistema en sus configuraciones permite emplear al Oculus como una pantalla secundaria, de esta manera se reproducirán los eventos como un escritorio ampliado en configuración estándar. Cabe recalcar que de esta manera el sistema Oculus no representa mayor carga de reproducción de graficas pues es una simple pantalla adicional.



**Figura 63** Configuración de pantalla del CPU

En la imagen se puede apreciar la pantalla número uno del CPU en la cual la resolución es de 1024 x 768 (recomendada), la misma responde al proyector que en ese momento se estaba empleando no obstante es menester explicar que el mismo requerirá de una mejora en el equipo pues la resolución con la que se pretende trabajar en el futuro es Full HD (1920x1080 pixeles) por tanto se nota una clara diferencia entre la pantalla de salida del Oculus y la pantalla de salida del proyector, esto significa que en esa configuración será imposible trabajar con una pantalla doble pues el proyector por lo pronto es incapaz de aceptar esa salida de datos.



**Figura 64** Configuración de pantalla del dispositivo Oculus Rift DK2

En la imagen se puede apreciar la pantalla número dos del dispositivo Oculus DK2 la detectada como pantalla externa y su resolución es de 1920 x 1080 (recomendada). Esto no significa que no pueda manejar otro tipo de pantallas conjuntamente con el sistema, sin embargo, evita la distorsión de las imágenes poseer pantallas armoniz mismas características de reproducción de video.

### 3.6.2.1 Visualización de instrumentos de vuelo de la aeronave Cessna 172S

Ejecutando la aplicación Microsoft Flight Simulator X se visualiza el panel de instrumentos de aeronave Cessna 172S el cual permite observar grupos relacionados de instrumentos, interruptores y controles sean retirados sin quitar el panel completo.



### 3.6.2.2 Operación de encendido

En el panel de instrumentos, hay un interruptor de encendido/starter accionado por una llave, el cual tiene cinco posiciones:

- **OFF** (Apagado)
- **R** (Right=Derecha) magneto derecho, suministra corriente a su juego de bujías.
- **L** (Left=Izquierda) magneto izquierdo, suministra corriente a su juego de bujías.
- **BOTH** (Ambos) ambos magnetos suministran corriente a su juego de bujías.
- **START** (Arranque) acciona el arranque del motor.

Para generar electricidad las magnetos deben girar, así que para poner en marcha el motor el piloto acciona el arranque (llave en START), alimentado por la batería, con lo cual se hace girar al cigüeñal y este a su vez las magnetos. Una vez comienzan a girar, las magnetos producen corriente y hacen saltar en las bujías la chispa que inflama la mezcla de aire y combustible en los cilindros. En el momento en que el motor comienza a girar por sus propios medios (explosiones en los cilindros), el piloto suelta la llave, la cual vuelve automáticamente a su posición de BOTH quedando desactivado el sistema de arranque.

El motor sigue su ciclo de trabajo, con el sistema de encendido alimentado por la corriente generada por las magnetos gracias al giro del motor, así que la batería ya no juega ningún papel en el funcionamiento del motor. Esta autonomía de las magnetos posibilita que en vuelo el motor siga funcionando aún con el sistema eléctrico averiado o desconectado por avería. **(Ver Anexo B)**



**Figura 67** Llave de encendido

Para asegurar que el sistema dual de encendido funciona correctamente, se debe comprobar este en la prueba de motores previa al despegue. El procedimiento consiste en: ajustar la potencia al régimen indicado por el fabricante (entre 1700 y 2000 r.p.m. dependiendo del avión); entonces se mueve la llave de encendido desde la posición BOTH hasta la posición L (Left) chequeando en el tacómetro que la caída de r.p.m. no excede de las indicadas por el fabricante (normalmente entre 75 y 100 r.p.m.); seguidamente se vuelve a la posición BOTH y se repite el mismo procedimiento llevando la llave esta vez a la posición R (Right) y comprobando en el tacómetro la caída de r.p.m.

La diferencia en la caída de r.p.m. con la llave en L y con la llave en R tampoco debe superar las indicadas por el fabricante (unas 50 r.p.m.). Antes de realizar este procedimiento conviene asegurarse de que la temperatura y la presión del aceite tengan valores normales (indicadores en verde).

Para apagar el peculiar sistema de encendido del motor de un avión hace esto algo diferente. En primer lugar, se mueve la palanca de la mezcla de combustible a la posición de mínima para interrumpir la alimentación al motor; una vez que el motor se para, es cuando se lleva la llave de encendido a la posición OFF.

De esta manera se garantiza que no queda combustible en los cilindros, lo cual podría hacer que el motor se pusiera en marcha si alguien mueve accidentalmente la hélice con la llave de encendido puesta, aun cuando el interruptor eléctrico principal (master) esté apagado.



### 3.7 Estudio económico

Acorde a la planificación de materiales, costos y ejecución del proyecto este resulta económicamente factible. Todos los materiales y herramientas que se han empleado en este proyecto serán descritos mediante el uso de tablas en las cuales consta la cantidad y el costo de cada uno de ellas.

A continuación, en la siguiente tabla se detallan los gastos de cada uno de los costos de los materiales que se utilizaron durante el desarrollo de este proyecto, para su mejor entendimiento dividido en: Costos primarios y Costos secundarios

**Tabla 2**

Costos primarios

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
1	Oculus Rift DK2	1	800	850
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>850</b>

**Tabla 3**

Costos secundarios

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
1	TRANSPORTE	-	-	150.0
2	ALIMENTACION	-	-	100.0
3	ANILLADO	4	7.0	25.0
4	EMPASTADO	2	15.0	35.0
<b>TOTAL</b>				<b>310.0</b>

**Tabla 4**

Otros gastos

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
1	Elaboración de textos	30.0
2	Elaboración de CD'S	5.0
3	Imprevistos	15.0
<b>TOTAL</b>		<b>50.0</b>

**Tabla 5**

Costos totales

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Valor/USD</b>
1	Costos Primarios	850.0
2	Costos Secundarios	310.0
3	Otros Gastos	50.0
<b>TOTAL</b>		<b>1210.0</b>

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- En la información recopilada se encontraron diferentes dispositivos de realidad virtual en el cual se encontró el dispositivo Oculus Rift DK2 y sus características de desarrollo de este dispositivo facilitaron que se emplee sus beneficios en un entorno de realidad virtual simulado, facultando la posibilidad de vincularlo con softwares de simulación de vuelo de amplia gama.
- En el análisis de alternativas existe una variedad de dispositivos de visualización de entornos en realidad virtual, en este caso se seleccionó Oculus Rift DK2 ya que sus características presentan panel con tecnología AMOLED, una resolución de 1920 x 1080 y permite al usuario realizar un rastreo de cabeza en un entorno de realidad virtual en tiempo real y sin retraso en la reproducción.
- La implementación del dispositivo de realidad virtual Oculus Rift DK2 aporta como material didáctico que ayuda a acceder virtualmente a diferentes cabinas de simulación de vuelo en tiempo real que no requiera de un medio físico para la ejecución del mismo. También esto permite tener en cuenta las múltiples aplicaciones prácticas que puede tener el sistema de visión en realidad virtual, permitiendo al estudiante instruirse de una forma correcta para su mejor desarrollo técnico y reduciendo el tiempo de adaptación al trabajo real cuando se incorpore a la vida profesional.

#### 4.2 Recomendaciones

- Investigar el dispositivo de realidad virtual HTC VIVE que presenta una mejora en su tecnología y está diseñado desde una plataforma dedicada a un software de entretenimiento como lo es Steam quien es el precursor de este dispositivo que requiere de un ordenador de

alta gama para la reproducción de simuladores de vuelo en realidad virtual.

- Es de suma importancia analizar varias alternativas de dispositivos de realidad virtual que puedan trabajar inalámbricamente ya que estos permitirán realizar diferentes actividades en un entorno de realidad virtual y permitir al usuario una mejor comodidad.
- Oculus Rift DK2 debe ser usado como material didáctico en el cual el estudiante pueda acceder virtualmente a diferentes cabinas de simulación de vuelo en tiempo real y por medio de esto adquirir conocimientos que les ayudara en su vida profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barambones, J. (2015). <https://www.academia.edu/>. Obtenido de <https://www.academia.edu/>: <https://www.academia.edu/>
- Contrapunto. (27 de JULIO de 2016). Samsung lanza al mercado las gafas de realidad virtual Gear VR. Obtenido de Samsung lanza al mercado las gafas de realidad virtual Gear VR: <http://contrapunto.com/mobile/noticia/samsung-lanza-al-mercado-las-gafas-de-realidad-virtual-gear-vr-49052/>
- Ecuador, D. d. (s.f.). <http://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/27.-RDAC-Parte-147-23-Mar-10.pdf>. Recuperado el 06 de noviembre de 2015, de <http://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/27.-RDAC-Parte-147-23-Mar-10.pdf>
- Elotrolado. (07 de Agosto de 2012). <http://www.elotrolado.net/>. Obtenido de <http://www.elotrolado.net/>: [http://www.elotrolado.net/wiki/Oculus\\_Rift](http://www.elotrolado.net/wiki/Oculus_Rift)
- König, T. H. (2016). Low-cost virtual reality environment for engineering and construction. Bochum: Springer International Publishing.
- Martinez, J. (15 de JUNIO de 2016). OSVR anuncia su nuevo kit de Realidad Virtual HDK2 - Digital y Más. Obtenido de OSVR anuncia su nuevo kit de Realidad Virtual HDK2 - Digital y Más: <http://digitalymas.com/2016/06/osvr-anuncia-nuevo-kit-realidad-virtual-hdk2/>
- Parth Rajesh Desai, P. N. (2014). A Review Paper on Oculus Rift-A Virtual Reality Headset. International Journal of Engineering Trends and Technology , 5.
- Pascual, J. A. (06 de Abril de 2016). Gafas de realidad virtual HTC Vive, características y configuración. Obtenido de Gafas de realidad virtual HTC Vive, características y configuración: <http://computerhoy.com/noticias/zona-gaming/gafas-realidad-virtual-htc-vive-caracteristicas-configuracion-42957>
- Pastor, J. (18 de Marzo de 2016). La guerra de la realidad virtual 2016 ya está aquí: comparativa a fondo de todas las opciones. Obtenido de

La guerra de la realidad virtual 2016 ya está aquí: comparativa a fondo de todas las opciones: <http://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/la-guerra-de-la-realidad-virtual-2016-ya-esta-aqui-comparativa-a-fondo-de-todas-las-opciones>

Saurabh Dargar, R. K. (2015). Towards immersive virtual reality (iVR): a route to surgical expertise. Troy USA: Journal of Computational Surgery.

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. (June, 1998 ). STORAGE BATTERY MAINTENANCE AND PRINCIPLES. DENVER, COLORADO.

# ANEXOS

