



**ESICI**

ESCUELA DE INTELIGENCIA Y CONTRAINTELIGENCIA  
"BRIGADIER GENERAL RICARDO CHARRY SOLANO"  
INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

## BOLETÍN ESTRATÉGICO MULTIDISCIPLINAR

### Software de entrenamiento en realidad virtual para los procedimientos de mantenimiento de lavado de compresores, remoción e instalación del motor de una aeronave Beechcraft King Air 350

#### Escrito por:

Whitman Andrés Fuentes Cruz\*

#### Orientado por:

Ing. Pedro Fernando Melo Daza\*

\* Escuela de Aviación del Ejército - ESAVE

### RESUMEN:

Se desarrolla el Software de Instrucción de Procedimientos de Mantenimiento Aeronáutico (SIPMA) enfado en la capacitación de procedimientos del Beechcraft King Air 350, aeronave orgánica del Ejército Nacional de Colombia. El sistema busca complementar los métodos tradicionales de enseñanza mediante entornos virtuales interactivos que permitan a estudiantes y técnicos ejecutar procedimientos de mantenimiento de forma segura, controlada y repetible. La propuesta contribuye a la reducción de costos de entrenamiento, mejora la retención del conocimiento y disminuye los riesgos asociados a la práctica sobre aeronaves reales.

## ANTECEDENTES

- 1960: Morton Heilig desarrolla la Telesphere Mask, considerado el primer visor de realidad virtual (HMD).
- 1962: Se presenta el Sensorama, primer sistema inmersivo multisensorial de realidad virtual.
- 1980: La NASA utiliza el sistema VIEW para el entrenamiento de astronautas.
- 2015: Estudios demuestran que la realidad virtual mejora el aprendizaje en procedimientos de evacuación aérea.
- 2022: Qatar Airways lanza QVerse, incorporando experiencias inmersivas en la aviación comercial.
- 2022: Airbus implementa el Virtual Procedure Trainer (VPT) para el entrenamiento de pilotos.
- 2022: El proyecto AMVR valida la efectividad de la realidad virtual para la capacitación en mantenimiento aeronáutico.

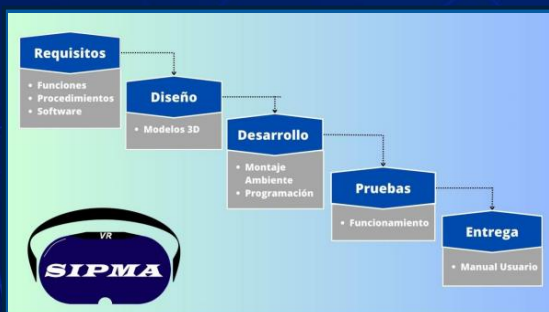


Diagrama de flujo para el desarrollo del programa de capacitación.

## CONTEXTO ACTUAL

Actualmente, la realidad virtual se ha consolidado como una herramienta de entrenamiento altamente efectiva en sectores de alta complejidad como la aviación, la medicina, la industria y la defensa. Su capacidad para recrear entornos operacionales con un alto nivel de realismo permite que los usuarios desarrollen habilidades técnicas y procedimentales en escenarios controlados, reduciendo significativamente los riesgos asociados al aprendizaje práctico. Organizaciones aeronáuticas, fabricantes de aeronaves y centros de formación alrededor del mundo han incorporado simuladores inmersivos para optimizar los procesos de capacitación, mejorar la retención del conocimiento y fortalecer la toma de decisiones en situaciones operacionales. Asimismo, el avance tecnológico y la disponibilidad de dispositivos de realidad virtual de menor costo han favorecido su adopción en instituciones educativas y centros de entrenamiento, ampliando el acceso a herramientas de formación anteriormente limitadas por restricciones económicas o de infraestructura.



SIPMA. (2023). Visual de interfaz de interacción con el motor PT6A-60A.





**ESICI**

ESCUELA DE INTELIGENCIA Y CONTRAINTELIGENCIA  
"BRIGADIER GENERAL RICARDO CHARRY SOLANO"  
INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

## IMPLICACIONES

- La realidad virtual permite que estudiantes y técnicos practiquen procedimientos de mantenimiento en un entorno inmersivo y controlado, facilitando la comprensión de sistemas complejos y mejora el aprendizaje práctico sin depender exclusivamente de equipos reales.
- La interacción directa con componentes y procedimientos virtuales favorece el aprendizaje experiencial. Los usuarios pueden repetir las actividades cuantas veces sea necesario, fortaleciendo la asimilación y conservación de los conocimientos adquiridos.
- Los procedimientos pueden ejecutarse en un ambiente seguro donde los errores no generan daños a personas, aeronaves o equipos, permitiendo así desarrollar habilidades y corregir fallas y aprender de los errores de forma segura.
- La capacitación virtual disminuye la necesidad de utilizar aeronaves, motores y herramientas reales para la instrucción básica. Esto reduce costos asociados al desgaste de componentes, consumo de recursos y disponibilidad de equipos.
- Los sistemas inmersivos permiten monitorear y registrar cada acción realizada por el usuario durante el procedimiento. Esto facilita la identificación de errores, la medición de competencias y la generación de retroalimentación precisa.
- La incorporación de tecnologías como realidad virtual, modelado 3D y simulación avanzada promueve la modernización de los procesos de formación aeronáutica. Además, abre la posibilidad de integrar futuras soluciones basadas en inteligencia artificial y análisis de datos.
- Un personal mejor entrenado posee mayores capacidades para ejecutar procedimientos de mantenimiento de manera correcta y eficiente. Esto contribuye a disminuir errores humanos, aumentar la confiabilidad de las aeronaves y fortalecer la seguridad aérea.
- La falta de requerimiento de un entorno especializado para realizar el entrenamiento en realidad virtual permite que el personal técnico pueda realizar el refuerzo de sus capacitaciones en un salón de clases tradicional, sin tener que desplazarse a un taller o hangar.

## AFECTACIONES PARA COLOMBIA

- Las instituciones colombianas podrían disminuir significativamente los costos asociados al uso de aeronaves, motores, combustible, infraestructura y repuestos durante las fases de formación práctica. La utilización de entornos virtuales permitiría realizar entrenamientos repetitivos sin generar desgaste de componentes ni afectar los cronogramas operacionales tanto de las aeronaves como de las instalaciones de mantenimiento. Esta optimización de recursos favorecería una gestión más eficiente de los presupuestos destinados al entrenamiento técnico. Además, permitiría ampliar la cobertura de capacitación con menores inversiones y así como disponer de mayor personal capacitado.



Comparación de la precisión del modelo 3D del motor de la aeronave, contra el motor real de la misma el PT6A-60A



## AFECTACIONES PARA COLOMBIA

- La adopción de tecnologías inmersivas contribuiría al proceso de modernización tecnológica de la aviación de estado del país. El desarrollo y utilización de plataformas como SIPMA permite el fortalecimiento en el uso de herramientas digitales en la formación, evaluación y certificación del personal técnico. Esto alinearía a Colombia con las tendencias internacionales de capacitación avanzada utilizadas por fabricantes, aerolíneas y fuerzas militares. Como resultado, se elevarían los estándares de calidad y competitividad del sector.
- La práctica de procedimientos en entornos virtuales controlados permite que los técnicos desarrollen experiencia antes de intervenir equipos reales, permitiendo así que errores sean identificados y corregido durante el mismo momento del entrenamiento sin generar consecuencias operacionales ni daños materiales, que afecten la capacidad y disponibilidad de las unidades de la aviación de estado.
- A largo plazo software SIPMA, contribuirá a reducir incidentes relacionados con factores humanos, fortaleciendo la cultura de seguridad aérea dentro de las unidades militares, pudiéndose extender al sector civil, mejorando así la capacidad técnica y el fortalecimiento de los talleres de mantenimiento del país.
- El desarrollo de proyectos como SIPMA fomenta la investigación aplicada en áreas como simulación, modelado tridimensional, programación y realidad virtual a nivel nacional, marcando un nuevo campo de exploración del saber, así como una nueva forma de aprender y capacitarse en saberes prácticos.

## REFERENCIAS

- Airbus. (2019, February 8). Airbus. Retrieved from [www.airbus.com](https://www.airbus.com/en/newsroom/stories/2019-02-stepping-into-the-virtual-world-to-enhance-aircraft-maintenance): <https://www.airbus.com/en/newsroom/stories/2019-02-stepping-into-the-virtual-world-to-enhance-aircraft-maintenance>
- Airbus. (2022, November 8). Airbus. Retrieved from [aircraft.airbus.com](https://aircraft.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-11-airbus-virtual-procedure-trainer-offers-an-innovative-way-for): <https://aircraft.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-11-airbus-virtual-procedure-trainer-offers-an-innovative-way-for>
- Aviacion Digital. (6 de Mayo de 2022). AviacionDigital. Obtenido de [www.aviaciondigital.com](https://aviaciondigital.com/qatar-airways-entra-en-el-metaverso-y-anuncia-qverse/): <https://aviaciondigital.com/qatar-airways-entra-en-el-metaverso-y-anuncia-qverse/>
- Baquero Hernandez, L. A., & León Suarez, C. C. (2022). Integración e implementación de .Bogota D.C: Fundacion Universitaria Los Libertadores.
- C. Lum, H., Jo Ellitt, L., Aqlan, F., & Zhao, R. (2020). VIRTUAL REALITY: HISTORY, APPLICATIONS, AND CHALLENGES . HFES 64th International Annual Meeting (págs. 1263-1268). NA: NA.
- Chittaro, L., Corbett, C., McLean, G., & Zangrando, N. (2018). Safety knowledge transfer through mobile virtual reality: A study of aviation life preserver donning. *Safety Science*, 159-168. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.012>
- Garcia, A. D., Schlueter, J., & Paddock, E. (2020). AIAA Scitech 2020 Forum (pág. 167). //: UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES.
- GVR . (2021). Virtual Reality Headset Market Size, Share & Trends Analysis Report By End-device (Low-end, Mid-range, High-end), By Product Type (Standalone, Smartphone-enabled), By Application, By Region, And Segments Forecasts, 2023 - 2030. San Francisco: GVR Report cover.
- Hyeonju, L., Donghyun, W., & Sanjin, Y. (12 de 2022). Virtual Reality Metaverse System Supplementing Remote. *Applied Sciences*, 2667. doi:<https://doi.org/10.3390/app12052667>
- Jarilla , V. (2018). Guía de desarrollo de un videojuego con . Valencia: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica.
- Maida, E. G., & Pacienza, J. (Diciembre de 2015). Metodologías de desarrollo de software. Buenos Aires: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA SANTA MARIA DE LOS BUENOS AIRES.
- Muñiz, J. d. (2022). Estudio de Viabilidad de la Aplicación de la Realidad Virtual y Aumentada al MAnetnimiento Aeronáutico. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- NASA. (14 de Junio de 2014). NASA web Site. Obtenido de NASA web Site news: [https://www.nasa.gov/ames/spinoff/new\\_continent\\_of\\_ideas/](https://www.nasa.gov/ames/spinoff/new_continent_of_ideas/)
- Vanegas, C. (7 de Octubre de 2022). *defensa.com*. Obtenido de *defensa.com*: <https://www.defensa.com/colombia/codaltec-saab-colaboran-proyectos-realidad-virtual-vista-puesta>
- Wen-Chung, W., & Van-Hoan, V. (12 de 2022). Application of Virtual Reality Method in Aircraft Maintenance. *Applied Sciences*, 7283. doi:<https://doi.org/10.3390/app12147283>