

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE SOFTWARE

Tema:

ENTORNO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS PARA EL APRENDIZAJE A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FISEI-UTA.

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Software

ÁREA: Software

LÍNEA DE INVESTIGACION: Desarrollo de software

AUTOR: Kevin Andres Alvear Vaca

TUTOR: Ing. Santiago David Jara Moya, MSc.

Ambato - Ecuador

febrero - 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: ENTORNO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS PARA EL APRENDIZAJE A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FISEI-UTA., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación, por el señor Kevin Andres Alvear Vaca, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2025.

SANTIAGO DAVID JARA MOYA

Firmado digitalmente por SANTIAGO DAVID JARA MOYA
Fecha: 2025.02.04 09:48:37 -05'00'

Ing. Santiago David Jara Moya, MSc.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: ENTORNO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS PARA EL APRENDIZAJE A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FISEI-UTA. es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2025.



Kevin Andres Alvear Vaca

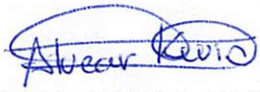
1805436373

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2025.



Kevin Andres Alvear Vaca

C.C. 1805436373

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Kevin Andres Alvear Vaca, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ENTORNO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS PARA EL APRENDIZAJE A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FISEI-UTA. nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2025.

Firmado electrónicamente por:
FRANKLIN OSWALDO
MAYORGA MAYORGA

Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
FRANKLIN WILFRIDO
SALAZAR LOGRONO

Ing. Franklin Salazar Logroño, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Firmado electrónicamente por:
DENNIS VINICIO
CHICAIZA CASTILLO

Ing. Dennis Chicaiza Castillo Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A mi abuelita Hilda Sánchez, quien ha sido un pilar fundamental en mi vida y el motivo principal de este logro. Su apoyo incondicional en los momentos más difíciles me ha dado la fuerza para seguir adelante. A mis padres, por ser mi apoyo incondicional y estar siempre a mi lado, brindándome el amor y la confianza necesarios para alcanzar mis metas. A mi hermano Alejandro, por enseñarme a no rendirme, por acompañarme en los momentos más complicados y por guiarme con su ejemplo durante todo este proceso. A mis amigos Kevin, Francis y Richard, quienes formaron parte de mi etapa universitaria, brindándome su amistad y apoyo incondicional, haciéndome sentir que nunca estuve solo en este camino. A todos ustedes, les dedico este trabajo con profundo agradecimiento y cariño.

Kevin Andres Alvear Vaca

AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar agradeciendo a mi abuelita, quien me brindó todo el apoyo necesario desde el inicio de esta etapa y me dio la oportunidad de continuar con mis estudios. Su respaldo incondicional fue fundamental para que pudiera concluir este camino con éxito. A mis padres y a mi hermano, por ser un pilar fundamental en mi vida y un gran apoyo durante todo este proceso. A todos mis profesores, quienes con sus conocimientos y experiencias contribuyeron de manera significativa a mi formación académica y profesional. Y, especialmente, a mis tutores, por haberme guiado y orientado durante este proceso de titulación, ayudándome a alcanzar este importante logro. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Kevin Andres Alvear Vaca

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA i

APROBACIÓN DEL TUTOR ii

AUTORÍA iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS viii

ÍNDICE DE TABLAS x

ÍNDICE DE FIGURAS xii

ÍNDICE DE ANEXOS xiv

ABSTRACT xvi

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO 1

1.1 Tema de investigación 1

1.1.1 Planteamiento del problema 1

1.1.2 Antecedentes investigativos 3

1.2 Fundamentación teórica 15

1.2.1 Dispositivos de Realidad Virtual 15

1.2.2 Motores de Videojuego 16

1.2.3 Modelado 3D 16

1.2.4 Metodologia de Aprendizaje 17

1.2.5 Metodologia de Desarrollo 17

1.2.6 Gestor de Base de Datos 18

1.3 Objetivo general 18

1.4 Objetivos específicos 19

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA **20**

2.1 Métodos 20

2.1.1 Modalidad de la investigación 20

2.1.2 Población y muestra 21

2.1.3 Recolección de información 22

2.1.4 Procesamiento y análisis de datos 51

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **53**

3.1 Análisis de herramientas de desarrollo 53

3.1.1 Metodologías de Desarrollo 53

3.1.2 Hardware de Realidad Virtual 56

3.1.3 Software de desarrollo de entornos virtuales. 59

3.1.4 Visual Studio Tools para Unity 62

3.1.5 Software de modelado 3D 62

3.1.6 Metodologías de Enseñanza 65

3.2 Desarrollo del Proyecto 69

3.3 Evaluación del Aprendizaje mediante el entorno virtual 102

3.3.1 Hipótesis 102

3.3.2 Recolección de información 103

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **110**

4.1 Conclusiones 110

4.2 Recomendaciones 112

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **116**

ANEXOS **117**

ÍNDICE DE TABLAS

1 Resultados de la investigación. Elaborado por el investigador. 4
2 Resultados de la investigación. Elaborado por el investigador. 5
3 Motores de videojuegos utilizados en el desarrollo de sistemas de realidad virtual. 13
4 Dispositivos de realidad virtual destacados para uso como medio de aprendizaje. 13
5 Herramientas y programas de modelado 3D. 14
6 Metodologías ágiles más utilizadas en el desarrollo de software. 14
7 Metodologías de juego basadas en el aprendizaje. 15
8 Población. Elaborado por el investigador. 21
9 Recolección de información. Elaborado por el investigador 22
10 Resultados de la pregunta uno 24
11 Resultados de la pregunta dos 25
12 Resultados de la pregunta tres 26
13 Resultados de la pregunta cuatro 27
14 Resultados de la pregunta cinco 28
15 Resultados de la pregunta seis 29
16 Resultados de la pregunta siete 30
17 Resultados de la pregunta ocho 31
18 Resultados de la pregunta nueve 31
19 Resultados de la pregunta diez 32
20 Resultados de la pregunta once 33
21 Resultados de la pregunta doce 34
22 Resultados de la pregunta trece 35
23 Resultados de la pregunta catorce 36
24 Resultados de la Entrevista a Docente Máquinas Eléctricas. 37
25 Resultados de la Entrevista a Tecnico de Laboratorio. 45
26 Comparación de Metodologías de Desarrollo 54
27 Criterios de Evaluación de Metodologías de Desarrollo 55
28 Matriz de dispositivos de realidad virtual 57
29 Matriz de selección de dispositivo de realidad virtual. 58
30 Software de Desarrollo de Realidad Virtual 60

31 Criterios de Evaluación de Motores de Desarrollo 61
32 Comparación de Software de Modelado 3D 63
33 Criterios de Evaluación de Software de Modelado 3D 64
34 Comparación de Metodologías de Enseñanza en Videojuegos y Entornos Virtuales 66
35 Criterios de Evaluación de Metodologías de Enseñanza 67
36 Planificación de Desarrollo 72
37 Presupuesto Estimado de la elaboración 73
38 Resultados de la pregunta uno 97
39 Resultados de la pregunta dos 97
40 Resultados de la pregunta tres 98
41 Resultados de la pregunta cuatro 99
42 Resultados de la pregunta cinco 100
43 Escala de valoración utilizada en las encuestas. 101
44 Formulación de hipótesis 103
45 Calificaciones del Grupo de Control 106
46 Calificaciones del Grupo Experimental 107

ÍNDICE DE FIGURAS

1 Resultados de la encuesta en la pregunta uno 24
2 Resultados de la encuesta en la pregunta dos 25
3 Resultados de la encuesta en la pregunta tres 26
4 Resultados de la encuesta en la pregunta cuatro 27
5 Resultados de la encuesta en la pregunta cinco 28
6 Resultados de la encuesta en la pregunta seis 29
7 Resultados de la encuesta en la pregunta siete 30
8 Resultados de la encuesta en la pregunta ocho 31
9 Resultados de la encuesta en la pregunta nueve 32
10 Resultados de la encuesta en la pregunta diez 33
11 Resultados de la encuesta en la pregunta once 33
12 Resultados de la encuesta en la pregunta doce 34
13 Resultados de la encuesta en la pregunta trece 35
14 Resultados de la encuesta en la pregunta catorce 36
15 Fases del Procesos de Entrega 56
16 Diseño de Paneles - Guía para el usuario. 70
17 Diseño de Paneles - Información sobre un objeto. 71
18 Diseño de Paneles - Menu. 71
19 Arquitectura del Entorno virtual 73
20 FISEI - Bloque 1 74
21 Entrada Laboratorio Máquinas Eléctricas 75
22 Laboratorio Máquinas Eléctricas 75
23 Fuente de voltaje. 75
24 Contactor. 76
25 Motor Monofásico. 76
26 Motor trifásico. 76
27 Pulsador 77
28 Fusible 77
29 Componentes para la interacción con objetos 78
30 XR Origin 79
31 Integracion del seguimiento de Manos 80
32 Ejemplo Canvas dentro del Entorno Virtual. 80

33 Diagrama del flujo Tutorial Introductorio. 81
34 Estudiante posicionado en el bloque 1 FISEI. 82
35 Menu principal para cambio de escena. 82
36 Diagrama de secuencia Arranque de Motor Monofásico 83
37 Diagrama de secuencia Autoenclavamiento y Paro de Motor Monofásico . 84
38 Diagrama de secuencia Arranque de Motor Trifásico 85
39 Diagrama de secuencia Autoenclavamiento y Paro de Motor Trifásico . . 86
40 Guía interactiva secuencia de conexiones eléctricas 86
41 Monitor de Ayuda dentro del Tutorial 87
42 Diagrama de Conexión del Tutorial 88
43 Tablet interactiva para la selección del motor 88
44 Diagrama UML de la lógica de las conexiones eléctricas 89
45 Lógica sockets 90
46 Manejo de Objetos y mascaras 91
47 Cable con line Renderer 92
48 Diagrama de secuencia. Práctica 93
49 Versión beta del entorno virtual 94
50 Resultados de la encuesta en la pregunta uno 97
51 Resultados de la encuesta en la pregunta dos 98
52 Resultados de la encuesta en la pregunta tres 99
53 Resultados de la encuesta en la pregunta cuatro 100
54 Resultados de la encuesta en la pregunta cinco 100
55 Alfa de Cronbach Encuesta de Satisfacción 101
56 Pruebas de Normalidad 107
57 Pruebas de Levene 108
58 Pruebas de Muestras Independientes 108

ÍNDICE DE ANEXOS

A Entrevista dirigida al técnico de laboratorio y docente encargado de la asignatura de Máquinas Eléctricas 117
B Encuesta realizada a los estudiantes que cursan la asignatura de Máquinas Eléctricas. 118
C Especificación de requisitos de software basado en el estándar IEEE 830-1998. 121
D Hoja de Excel para el cálculo del coeficiente de Alfa de Cronbach. 129
E Rúbrica de Evaluación – Ejecución de Secuencias en Prácticas de Máquinas Eléctricas 130
F Instrumento de Evaluación Preprueba 131
G Instrumento de Evaluación Posprueba 132
H Validación del Instrumento Preprueba Experto 1 133
I Validación del Instrumento Posprueba Experto 1 133
J Validación del Instrumento Preprueba Experto 2 134
K Validación del Instrumento Posprueba Experto 2 134

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad, la realidad virtual se ha convertido en una herramienta clave en el ámbito educativo, permitiendo a los estudiantes interactuar con contenidos complejos de manera práctica e inmersiva. Este trabajo de titulación tuvo como objetivo principal mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial (FISEI), específicamente en la materia de Máquinas Eléctricas.

Para el desarrollo del entorno virtual, se emplearon herramientas tecnológicas avanzadas, utilizando la metodología SUM, diseñada específicamente para proyectos de videojuegos. La implementación se realizó con el motor de desarrollo Unity, complementado con Blender como herramienta de diseño 3D, lo que permitió crear un entorno interactivo y visualmente realista. Además, se integraron las gafas de realidad virtual Meta Quest 2 junto con OpenXR, facilitando el desarrollo y asegurando la compatibilidad entre plataformas.

La validación del entorno virtual se llevó a cabo mediante un experimento con un grupo de control y un grupo experimental. Los resultados demostraron que el uso del entorno virtual contribuyó significativamente a la mejora en el aprendizaje de los estudiantes, resaltando la efectividad de esta tecnología como complemento a la enseñanza tradicional en la materia de Máquinas Eléctricas.

Palabras clave: Realidad virtual, aprendizaje experiencial, máquinas eléctricas, Unity, Blender, Meta Quest 2, OpenXR, metodología SUM, enseñanza inmersiva, tecnología educativa.

ABSTRACT

Currently, virtual reality has become a key tool in education, enabling students to interact with complex concepts in a practical and immersive way. This thesis aims to enhance the learning process for students in the Industrial Engineering program at the Technical University of Ambato, specifically those enrolled in the subject of Electrical Machines.

The development of the virtual environment utilized advanced technological tools, employing the SUM methodology, which is specifically designed for video game projects. Unity was used as the main development engine, complemented by Blender for 3D design, to create an interactive and realistic environment. The integration of Meta Quest 2 virtual reality glasses with OpenXR ensured cross-platform compatibility and facilitated the development process.

The validation of the virtual environment was conducted through an experiment involving a control group and an experimental group. The results showed that the use of the virtual environment significantly improved the students' learning experience, demonstrating its effectiveness as a complementary tool to traditional teaching methods in the subject of Electrical Machines.

Keywords: Virtual reality, experiential learning, electrical machines, Unity, Blender, Meta Quest 2, OpenXR, SUM methodology, immersive education, educational technology.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

ENTORNO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS PARA EL APRENDIZAJE A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FISEI-UTA.

1.1.1 Planteamiento del problema

El autor en [1] manifiesta que la realidad virtual (VR), del inglés se destaca sobre la enseñanza tradicional al ofrecer experiencias de aprendizaje más inmersivas, interactivas y personalizadas, lo que puede aumentar la motivación, el compromiso y la retención de conocimientos en los estudiantes. Al permitir experimentar situaciones de la vida real en un entorno controlado y seguro, la VR brinda oportunidades únicas para el aprendizaje experimental que pueden ser más efectivas que los métodos tradicionales de enseñanza.

En [2] los autores manifiestan que en Eslovaquia se ha optado por la implementación de tecnologías de realidad virtual y aumentada en el proceso de enseñanza en comparación con los métodos tradicionales. Un estudio realizado en la Universidad de Zilina específicamente en el Departamento de Ingeniería Industrial, ha demostrado los beneficios de utilizar estas tecnologías en la formación de estudiantes. En este estudio, participaron 90 estudiantes divididos en tres grupos, donde se comparó el ensamblaje de un enchufe industrial utilizando diferentes métodos: manual en papel, realidad aumentada en tablet y entrenamiento virtual. Los resultados obtenidos revelaron una reducción del tiempo necesario para completar la tarea de ensamblaje cuando se utilizó la tecnología de realidad virtual, con una disminución del 44.07% en comparación con el método tradicional. Este dato refleja una mejora significativa en la eficiencia y la efectividad del aprendizaje cuando se utilizan estas tecnologías inmersivas en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza.

El autor en [3] menciona que en Mexico se adoptó un enfoque novedoso en la enseñanza de procesos industriales a los estudiantes, abandonando los métodos tradicionales de enseñanza. Este enfoque innovador permitió a los estudiantes de ingeniería industrial en el Tecnológico de Monterrey, México, desarrollaran técnicas y habilidades complementarias de manera más efectiva, fomentando la aplicación práctica de sus conocimientos en entornos seguros y reales. La investigación incluyó a 104 estudiantes, con un 43% de mujeres y un 57% de hombres, principalmente en el cuarto y noveno semestre del programa. Los resultados obtenidos mostraron que el 91% de los estudiantes consideraron relevante el uso de la realidad virtual en el aula para su aprendizaje, mientras que el 97% creía que lo aprendido con VR podía aplicarse en la vida real. Además, el 91% expresó su deseo de tener más práctica con VR en otros cursos y materias. Interesantemente, el 87% de los estudiantes consideraron que tanto el método tradicional como el uso de VR apoyaron su aprendizaje.

El autor en [4] manifiesta que Ecuador La Realidad Virtual se destaca como una herramienta educativa superior al aprendizaje tradicional debido a su capacidad para ofrecer experiencias inmersivas y altamente interactivas que facilitan una comprensión profunda de los conceptos, estimulando la motivación y el compromiso de los estudiantes. Esta tecnología permite la exploración de entornos virtuales tridimensionales, la práctica segura de habilidades en escenarios difíciles de replicar en la realidad, y la personalización del aprendizaje según las necesidades individuales, fomentando un enfoque activo y colaborativo que potencia el desarrollo de habilidades de manera innovadora y efectiva. El análisis en un estudio con una muestra de 60 estudiantes divididos en dos grupos de igual tamaño, se observó una diferencia significativa en el rendimiento académico entre aquellos que utilizaron VR y los que no la emplearon. Se identificó que los 30 estudiantes que utilizaron VR obtuvieron un rendimiento del 90 %, mientras que los otros 30 estudiantes que no utilizaron VR alcanzaron un rendimiento del 50 %. Estos hallazgos resaltan el impacto positivo de la VR en el rendimiento académico, subrayando su potencial como una herramienta innovadora en la educación.

Esta diferencia en los resultados resalta el impacto positivo de la realidad virtual en el rendimiento académico de los estudiantes, subrayando su eficacia como herramienta educativa para mejorar la comprensión y retención del conocimiento,

Asi mismo en este contexto los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, se enfrentan al desafío de compartir el uso de equipos como motores trifásicos y monofásicos, contactores y cableado. Esta situación limita la disponibilidad para los estudiantes, lo que puede afectar el proceso de aprendizaje al restringir el tiempo de práctica y la experiencia directa con los equipos, dificultando la comprensión de conceptos clave y la adquisición de habilidades prácticas necesarias en el campo de máquinas eléctricas. Además, existe el riesgo de dañar un motor o sufrir una descarga eléctrica al manipular equipos sin la supervisión adecuada, considerando los tiempos de reparación, mantenimientos correctivos y los daños en las mesas de trabajo, lo que subraya la importancia de contar con alternativas seguras y efectivas, como la implementación de la realidad virtual, para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

1.1.2 Antecedentes investigativos

La revisión literaria para este trabajo se llevó a cabo en 6 bases de datos científicas: Repositorios, IEEE Xplore, Science Direct, Springer, AMC y Taylor & Francis. Las cadenas de búsqueda se establecieron con base en el tema y la agregación de sinónimos para ampliar los resultados de información que pueda ser relevante, a continuación se enumeran:

1. C1: ((virtual reality OR augmented reality) AND (training OR simulation)) AND ((virtual reality glasses) AND (system OR aplication)).
2. C2: (virtual reality) AND (training OR simulation) and learning.
3. C3:((realidad virtual OR realidad aumentada) AND (entorno de entrenamiento OR simulación OR capacitacion)) and (aplicación OR Sistema).

Los resultados obtenidos por cadena y base de datos científicas están indicados en la **Tabla 1**:

Tabla 1. Resultados de la investigación. Elaborado por el investigador.

BASE DE DATOS	**C1**	**C2**	**C3**	**TOTAL**
IEEE	6	5	0	11
Science Direct	5	2	0	7
Taylor & Francis	2	4	0	6
Springer	4	1	0	5
AMC	6	1	0	7
Repositorios	10	5	4	19
TOTAL	33	18	4	55

En primer lugar, se almacenaron los documentos que presentaban el tema y el resumen relacionados con el proyecto en cuestión. Luego, los criterios de inclusión y exclusión se tomaron en cuenta:

Criterios de Inclusión

- Publicaciones entre enero 2018 y diciembre 2023.
- Artículos y tesis en inglés y español.
- Artículos y tesis que tengan información acerca de motores de videojuego.
- Artículos y tesis que desarrollen un sistema de realidad virtual para práctica, entrenamiento y simulación.
- Artículos y tesis que utilicen gafas de realidad virtual.
- Artículos y tesis que manejen herramientas de modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales.

Criterios de Exclusión

- Publicaciones fuera de rango del tiempo especificado enero 2018 y diciembre 2023.
- Artículos y tesis en otros idiomas distintos al inglés y español.
- Articuos y tesis que no tengan información acerca de motores de videojuego.

- Artículos y tesis que no desarrollen un sistema de realidad virtual para practica, entrenamiento y simulación.
- Artículos y tesis que no utilicen gafas de realidad virtual.
- Artículos y tesis que manejen herramientas de modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales.

Finalmente, la evaluación de los documentos en una matriz de pertenencia definió a las publicaciones que están relacionadas al tema. La matriz permitía puntuar a un artículo en cuanto a relevancia para el estudio. Al finalizar este proceso se obtuvieron los resultados mostrados en la **Tabla 2**;

Tabla 2. Resultados de la investigación. Elaborado por el investigador.

BASE DE DATOS	**C1**	**C2**	**C3**	**TOTAL**
IEEE	2	3	0	5
Science Direct	2	1	0	3
Taylor & Francis	2	3	0	5
Springer	1	1	0	2
AMC	1	0	0	1
Repositorios	9	4	3	15
TOTAL	17	12	3	32

La tabla refleja que 32 artículos fueron filtrados pero al final 20 fueron relevantes para el estudio y están detallados a continuación:

En [5] menciona la utilización de las gafas Meta 2 como plataforma de hardware para la realidad aumentada. En cuanto a las herramientas de software se utiliza Unity 3D por su integración con dispositivos HART y la posibilidad de trabajar con elementos 2D y 3D para crear entornos de aprendizaje virtual y blender como herramienta de modelado 3D para crear los objetos virtuales necesarios en el entrenamiento. La investigación menciona que dentro de los 262 participantes siendo 162 estudiantes y 100 técnicos y programadores concluyen que el 95 % de los estudiantes encuestados nunca habían utilizado una aplicación para entrenamiento industrial , el 82 % de los individuos evaluados percibieron un aprendizaje satisfactorio con una mejora del tiempo de capacitación del 55 %, el 49 % de los estudiantes consideraron la capacitación en dispositivos HART como bastante necesaria, el 92 % de los trabajadores demostraron un alto nivel de comprensión en la configuración de parámetros, y el 49 % de los estudiantes afirmaron que podrían identificar y aplicar correctamente los equipos

involucrados en el entrenamiento en un entorno real. La investigación resalta la efectividad y la aceptación positiva de la herramienta de realidad aumentada en el proceso de capacitación de estudiantes y profesionales en el manejo de instrumentación HART.

En [6] el proyecto de la Universidad Técnica de Cotopaxi, El software Unity3D fue utilizado para crear un entorno tridimensional inmersivo y replicar el proceso de montaje de manera efectiva e interactiva. Las gafas de realidad virtual Oculus Quest 2 permitieron a los usuarios experimentar el entorno virtual de manera inmersiva y detallada en la práctica de transformadores de distribución. El Diseño Asistido por Computadora (CAD) se empleó en conjunto con Unity3D para el desarrollo del módulo virtual inmersivo y objetos 3D. Se menciona que la tasa de aprobación de la realidad virtual en el entrenamiento de estudiantes de eléctrica o electromecánica fue alta, con 8 de cada 10 estudiantes aprobando el enfoque de realidad virtual. Además, se destaca que la realidad virtual no solo proporciona una comprensión teórica detallada, sino que también es una herramienta eficaz para mejorar la comprensión de los componentes eléctrico

En [7] el estudio de un sistema de Realidad Virtual basado en HoloLens para el aprendizaje en anatomía, se emplearon herramientas como Unity 3D debido a su versatilidad y capacidad para implementar aplicaciones interactivas en 3D de manera eficiente. Blender se empleó para el modelado 3D por ser una herramienta de código abierto potente y flexible. Además, se siguió una metodología ágil SCRUM en el proceso de desarrollo para permitir iteraciones rápidas y una adaptación continua a medida que se avanzaba en el proyecto. Se implementó un enfoque de aprendizaje basado en tareas espaciales, y se evaluaron 82 participantes divididos en dos grupos. Los resultados mostraron una clara preferencia y recomendación por el sistema de Realidad Virtual, con un 55% de recomendación en el Grupo A y un 81.08% en el Grupo B, destacando la utilidad de la realdiad virtual como herramienta de aprendizaje.

En [8] el artículo sobre la implementación de la realidad virtual en la ingeniería, se utilizaron herramientas como EON Reality y Assemblr para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual y aumentada. Se aplicó la metodología de ensayo-error para lograr los objetivos del proyecto. Las gafas de realidad virtual modelo WMR Acer fueron utilizadas como parte de los objetivos específicos. En cuanto a la usabilidad, se

aplicó el cuestionario SUS(Sistema de Puntuación de Usabilidad) a los 7 participantes, obteniendo una puntuación promedio de 73,5 sobre 100, lo que indica un diseño centrado en el usuario bastante bueno, con margen de mejora.

En [9] el estudio realizado en el sector eléctrico en Perú, enfocado en el fortalecimiento de habilidades técnicas profesionales de los colaboradores en el área de mantenimiento de centrales eléctricas. Se utilizaron los lentes de realidad virtual Oculus Quest 2 para brindar una experiencia inmersiva a los colaboradores. Además, se emplearon herramientas de modelado 3D, aunque no se especifica una en particular. La muestra consistió en 17 colaboradores, principalmente entre 31 y 40 años. Los resultados obtenidos mostraron altos niveles de satisfacción, con puntajes promedio de 3.72 y 3.65 en la primera actividad inmersiva, y de 3.65 y 3.60 en la segunda actividad, en una escala de 0 a 4. Los colaboradores percibieron un aumento en sus conocimientos y utilidad para sus labores, destacando la efectividad de la realidad virtual en el aprendizaje activo.

En [10] el desarrollo del videojuego Future-Machine se utilizó Unity 3D como motor de juego seleccionado para el desarrollo por su facilidad de uso, amplia disponibilidad de recursos y soporte completo para la plataforma de realidad virtual Oculus Rift. Para la creación de los modelos gráficos del juego, se utilizo Blender como herramientas de modelado 3D compatibles con Unity. Esto mediante una metodología de desarrollo Kanban, el cual es un enfoque ágil para la gestión de proyectos que se centra en la entrega continua de valor al cliente. Además, se consideraron las directrices de la industria de videojuegos y el marco Desarrollo de Productos de Entretenimiento (DPE).El autor menciona que se realizo una prueba a 48 estudiantes de ingeniería y ciencias de la empresa, el 41.6% obtuvo un resultado superior al 80% del total, lo que indica un alto nivel de habilidad en las tareas espaciales propuestas. Por otro lado, el 16.6% de los participantes tuvieron un rendimiento inferior al 50% del total, señalando la existencia de áreas de mejora en ciertos individuos. Además, se observó que el 32.4% de los participantes lograron avanzar tres niveles de dificultad en su primer intento, mientras que el 18.9% alcanzó un nivel de dificultad avanzado. Estos resultados sugieren que el videojuego Future-Machine fue efectivo en mejorar las habilidades espaciales de los participantes, ya que una parte significativa logró progresar y superar desafíos más complejos durante el entrenamiento.

En [11] el estudio sobre el sistema de realidad virtual interactivo inteligente para aprender a preparar café pour-over. Se utiliza Unity 3D como motor gráfico para crear el entorno de realidad virtual, modelos 3D descargados de SketchUp y estructurados por 3Ds Max para representar objetos en el entorno virtual, y las gafas de realidad virtual HTC Vive para sumergir a los usuarios en la experiencia de aprendizaje se utilizó la metodología ágil Scrum para guiar el desarrollo del sistema. La población de estudio consistió en 103 estudiantes universitarios, con un promedio de edad de 21.5 años y una distribución equitativa entre géneros y áreas de estudio. Los resultados obtenidos mostraron una mejora significativa en el rendimiento de aprendizaje de los participantes que utilizaron el sistema de realidad virtual, con un aumento promedio del 25% en la retención de conocimientos y habilidades relacionadas con la preparación de café pour-over. Además, el 90% de los participantes expresaron una mayor confianza en sus habilidades después de utilizar el sistema, lo que sugiere un impacto positivo en su aprendizaje y desempeño.

En [12] el artículo presenta un sistema de entrenamiento de realidad virtual para trabajadores en líneas vivas. Se utiliza Autodesk's 3D Studio MAX para modelar objetos en el entorno de trabajo virtual. Además, el programa principal del sistema se desarrolló con Sense 8's WorldToolKit (WTK), una API de realidad virtual basada en OpenGL. Se empleó un Head Mounted Display (HMD) para proporcionar inmersión a los usuarios y un CyberGlove para mejorar la interacción del usuario con el entorno virtual. El sistema fue probado por 24 linieros familiarizados con el trabajo de reemplazo de COS. Los COS son dispositivos utilizados en sistemas eléctricos para interrumpir o cortar el flujo de corriente en una línea específica. La opinión expresada por 18 de los 24 linieros mencionan que el sistema de entrenamiento de realidad virtual desarrollado es efectivo y adecuado para complementar el proceso de entrenamiento actual. El autor menciona que la mayoría de los linieros encontraron útil y beneficioso el sistema de entrenamiento de realidad virtual para mejorar sus habilidades y conocimientos en el reemplazo de COS en entornos de líneas vivas.

En [13] se emplearon herramientas como Unity 3D y Blender para la creación del entorno de realidad virtual. Se utilizaron las gafas de realidad virtual Oculus Meta Quest 2 y un ordenador como parte del hardware necesario. La metodología de desarrollo se basó en la metodología Concebir, Diseñar, Implementar y Operar (CDIO),

es un enfoque educativo que se centra en la enseñanza de la ingeniería. Los resultados obtenidos del estudio reflejan una alta aceptación y utilidad de la realidad virtual como herramienta educativa en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del IHSS. Según las encuestas realizadas a 75 estudiantes de Ingeniería Biomédica y 8 miembros del personal de salud, menciona que el 75% del personal de salud consideró que la realidad virtual sería muy útil para capacitaciones, mientras que el 87.5% opinó que el desconocimiento del tema por parte de las instituciones afecta su implementación a nivel nacional. Además, el 71.2% de los estudiantes mostró un gran interés en acceder a una Unidad de Cuidados Intensivos a través de la realidad virtual, y en cuanto a su utilidad educativa, el 45.2% de los estudiantes la consideró muy útil y el 46.6% la consideró útil. Estos resultados destacan la relevancia y el potencial de la realidad virtual como herramienta educativa en el ámbito de la salud.

En [14] utilizan la herramienta Unity para la creación de la infraestructura hospitalaria y Blender para el modelado 3D de los dispositivos médicos. Además, se menciona la integración con los Oculus Rift para proporcionar una experiencia inmersiva del usuario en el ambiente virtual. En el estudio realizado con un total de 14 ingenieros biomédicos, se observa una clara diferencia en los resultados entre el grupo que utilizó la tecnología de realidad virtual y el grupo que no la utilizó. El grupo que interactuó con el sistema de realidad virtual obtiene un porcentaje del 86% de respuestas correctas en las pruebas realizadas, mientras que el grupo que no utilizó la tecnología solo obtuvo un 18% de respuestas correctas. Estos resultados destacan la efectividad y el impacto positivo que la tecnología de realidad virtual puede tener en el proceso de aprendizaje y capacitación del personal clínico en entornos de salud.

En [15] el sistema de simulador virtual para entrenamiento en montacargas. Utiliza las siguientes herramientas y tecnologías: el motor de juegos Unreal Engine 4 (UE4) como plataforma principal, dispositivos de realidad virtual como Oculus Rift para una experiencia inmersiva, y dispositivos de entrada como la dirección Logitech Driving Force GT y el manche del joystick Microsoft Sidewinder Force Feedback 2 para simular el control del montacargas. El autor menciona que para el modelado 3D utilizan diferentes objetos importados y modificados desde Blendswap. La metodología mencionada por el autor se asemeja a un enfoque de desarrollo de software basado en el modelo de ciclo de vida en espiral. Los resultados obtenidos en la población

de 11 personas que participaron en los tests con el simulador de entrenamiento en montacargas revelaron un desempeño significativo en los módulos. En el Módulo 1, se observó un porcentaje promedio de acierto del 75%, indicando una buena comprensión de los conceptos presentados en el cuestionario inicial. Por otro lado, en el Módulo 2, se registra un porcentaje promedio de precisión del 85%, lo que sugiere una mayor destreza en el manejo de los controles del montacargas virtual.

En [16] la aplicación se ejecutó en Microsoft HoloLens para la Realidad Aumentada. Las interfaces se capturaron desde Unity Editor. Los elementos de diseño de juegos se implementaron en Gamification AR. Se utilizó Microsoft HoloLens como dispositivo de Realidad Virtual. Además se implementa una técnica de aprendizaje basada en gamificación para mejorar la participación y el rendimiento de los usuarios durante el entrenamiento de Realidad Aumentada. Los resultados obtenidos a través de la participación de 22 participantes, distribuidos equitativamente con 11 asignados a cada condición de estudio (GAR y NGAR) con edades comprendidas entre 18 y 34 años. Los participantes en el diseño Gamification AR (GAR) mostraron un aumento del 14.9% en participación y un 30.2% más rápido en la finalización de tareas en comparación con el grupo NGAR.

En [17] el estudio de implementación de Realidad Aumentada en la educación en Ecuador, se utilizaron herramientas como Unity y Vuforia para desarrollar la aplicación de realidad aumentada. Además, se empleó Cinema-4D para crear modelos 3D a partir de imágenes de libros de texto. Para la detección de marcadores, objetos e interacción con el contenido virtual se utiliza ARtoolkit. Los resultados obtenidos a través de la evaluación de 44 participantes divididos en dos grupos, el Grupo Experimental (EG) y el Grupo de Control (CG). El Grupo Experimental, que utilizó la Realidad Aumentada como parte de su proceso de aprendizaje, logró un promedio de calificaciones un 17% superior al Grupo de Control, que se adhirió exclusivamente al método tradicional de enseñanza.

En [18] en el desarrollo de este proyecto, se emplea Unity 3D para la creación del entorno virtual. Además, se utiliza software CAD para el diseño y modelado 3D. La técnica Hardware in The Loop se emplea para interactuar con un ambiente simulado en tres dimensiones y realizar el control automático en tiempo real. Los resultados obtenidos en base a la muestra de 50 estudiantes indican que la herramienta de realidad

virtual fue valorada como una herramienta complementaria de capacitación por el 96.33% de los encuestados. Asimismo, el 96% en cuanto a la presencia de herramientas y equipos necesarios en un proceso real. En relación con el realismo visual del entorno 3D, el 96% de los participantes lo consideraron adecuado para comprender el proceso a controlar. La facilidad de manejo y la interacción con el usuario en el entorno virtual alcanzaron una aceptación del 100%. Por último, el uso de un entorno virtual como una mejora en las habilidades relacionadas con el control y automatización de procesos, con un porcentaje de aceptación del 98%.

En [19] el estudio sobre evaluación de riesgos de caída de techos en operaciones subterráneas utilizando realidad virtual, se utiliza Unity para desarrollar entornos virtuales. Blender para crear modelos 3D detallados de las minas subterráneas. Además, se implementa las gafas de realidad virtual Oculus Rift para la inmersión de los participantes en el entorno virtual. Los autores del estudio mencionan que, basado en una muestra de cinco expertos miembros del cuerpo docente del departamento de ingeniería minera de la Colorado School of Mines. Se observó un aumento del 30% en la precisión de identificación de riesgos por parte de los participantes después de la capacitación con la simulación de realidad virtual. Además, se registró una mejora del 25% en la eficiencia de la toma de decisiones relacionadas con la mitigación de riesgos en entornos mineros subterráneos.

En [20] el estudio se utilizó Unity3D para el desarrollo del software de Realidad Virtual y CAD para la construcción del modelo tridimensional de los objetos. Se emplearon gafas Oculus Go como dispositivos de Realidad Virtual. La metodología utilizada en este estudio consistió en un enfoque de estudio de caso donde se dividió a los estudiantes en un grupo de control y un grupo experimental para comparar la enseñanza con Realidad Virtual frente a métodos tradicionales. Los resultados obtenidos de los 38 participantes, divididos en 19 en el grupo de control y 19 en el grupo experimental, muestran que el sistema de Realidad Virtual fue valorado positivamente por el 100% de los estudiantes, quienes lo consideraron motivador y útil para su proceso de enseñanza-aprendizaje. En cuanto a la incidencia de mareos al utilizar las gafas de Realidad Virtual, el 26.3% de los participantes experimentaron este efecto, mientras que el 73.7% no presentó esta sensación. En relación con la practicidad, el 73.7% de los estudiantes lo consideraron muy práctico, y el resto lo encontró bastante práctico.

Respecto a la utilidad, el 84.2% de los participantes percibieron el sistema como muy útil, y el 15.8% lo consideró bastante útil.

En [21] el proyecto Simudologo se utiliza Blender para el modelado 3D. Unity 3D para la programación de la simulación. Además, el uso de gafas de realidad virtual Oculus Rift para una experiencia inmersiva. Como metodología de aprendizaje se utiliza la gamificación para motivar la participación, el compromiso y el aprendizaje activo. Se utiliza la metodología de desarrollo Rational Unified Process (RUP), es una metodología de proceso iterativo e incremental, enfocada en el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. A través de las pruebas el autor menciona que se logró una mejora del 80% en la similitud entre la experiencia virtual y las situaciones reales.

En [22] se utiliza Blender para el modelado 3D en el proceso de virtualización de un proceso industrial de curtido. Unity 3D se empleó para la virtualización y exportación de los diseños tridimensionales. Además, se utilizaron los dispositivos de realidad virtual HTC Vive, que incluyen un casco de realidad virtual (HMD) y controles hápticos. El autor muestra la combinación de A-Frame y AR.js para desarrollar interfaces y monitorear en tiempo real mejorando la visualización y la interactividad. Los resultados obtenidos a través de dos grupos de participantes, uno conformado por 37 individuos sometidos a entrenamiento convencional (Grupo A) y otro por 32 individuos que recibieron entrenamiento basado en realidad virtual (Grupo B), revelan diferencias significativas en la efectividad del aprendizaje. En la evaluación inmediata, el Grupo A mostró un 87% de respuestas correctas, mientras que el Grupo B obtuvo un notable 97% de respuestas correctas. En la evaluación realizada después de un mes, el Grupo A disminuyó su desempeño con un 68% de respuestas correctas, mientras que el Grupo B mantuvo un alto nivel con un 87% de respuestas correctas. Estos resultados destacan la superioridad del entrenamiento basado en realidad virtual en la retención y aplicación de conocimientos por parte de los participantes.

En [23] el desarrollo del proyecto Meadows, se han utilizado el dispositivo Oculus Quest 2 para la Realidad Virtual, conectado al ordenador mediante un cable Oculus Link. Además, se ha empleado Unity 3D como motor de videojuegos, destacando por su compatibilidad con Realidad Virtual y la disponibilidad de la Unity Asset Store. Por otro lado, Blender ha sido utilizado para el modelado, animación y renderizado

en 3D. Se utiliza la metodología de aprendizaje game-based learning para mejorar la experiencia de aprendizaje y la retención de conocimientos de los usuarios. Según los resultados obtenidos, se observó que el 85% de los participantes mejoraron su capacidad de memoria espacial después de completar las misiones dentro del entorno virtual. Además, se registró un aumento del 70% en la precisión de la localización de objetos en comparación con las pruebas tradicionales. Estos resultados demuestran el impacto positivo que la aplicación de la metodología de aprendizaje basada en juegos puede tener en la mejora de habilidades cognitivas específicas en los usuarios.

Tras revisar la literatura, que incluyó un total de 20 tesis y artículos, podemos responder a las preguntas de investigación planteadas previamente. Para la pregunta 1 que se mencionaba sobre los motores de videojuegos más utilizados en el desarrollo de sistemas de realidad virtual, se observó que 17 de los estudios hacían uso de Unity 3D, 2 utilizaban Unreal Engine y 3 empleaban Vizard, como se muestra en la **Tabla 3.**

Tabla 3. Motores de videojuegos utilizados en el desarrollo de sistemas de realidad virtual.

Motor de Videojuegos	**Cantidad de Estudios**
Unity 3D	17
Unreal Engine	2
Vizard	1
Total	**20**

Para la pregunta 2 relacionada con los dispositivos de realidad virtual más destacados para uso como medio de aprendizaje, se observó que 7 estudios utilizaron MetaQuest2, 9 emplearon Oculus Rift, 1 mencionó HoloLens, 2 hicieron uso de HTC Vive y 1 no especificó el dispositivo utilizado, como se muestra en la **Tabla 4.**

Tabla 4. Dispositivos de realidad virtual destacados para uso como medio de aprendizaje.

Dispositivo de Realidad Virtual	**Cantidad de Estudios**
Meta Quest 2	7
Oculus Rift	9
HoloLens	1
HTC Vive	2
No especificado	1
Total	**20**

Para la pregunta 3, referente a las herramientas y programas de modelado 3D más utilizados en la actualidad y su influencia en la creación de contenido de realidad virtual, se destaca que CAD fue mencionado en 6 estudios, seguido por Blender con 6 menciones, 3D Studio Max con 2, y otros como Assemblr, BlendSwap, Cinema 4D, Modelos Unity, y Solid Works, cada uno con 1 mención. Además, un estudio no especificó ninguna herramienta en particular, como se muestra en la **Tabla 5.**

Tabla 5. Herramientas y programas de modelado 3D.

Herramienta/Programa	**Cantidad de Estudios**
CAD	6
3D Studio Max	2
Assemblr	1
Blender	6
BlendSwap	1
Cinema 4D	1
Modelos Unity	1
Solid Works	1
No menciona	1
Total	**20**

Para la pregunta 4 sobre las metodologías ágiles más utilizadas en el desarrollo de software de entornos virtuales, se identificó que Kanban, Rational Unified Process, Design Thinking y Scrum fueron mencionados una vez cada uno, mientras que 16 estudios no especificaron ninguna metodología en particular, como se muestra en la **Tabla 6.**

Tabla 6. Metodologías ágiles más utilizadas en el desarrollo de software.

Metodología Ágil	**Cantidad de Estudios**
Kanban	1
Rational Unified Process	1
Design Thinking	1
Scrum	1
No mencionan	16
Total	**20**

Finalmente para la pregunta 5 sobre las metodologías de juego basadas en el aprendizaje, se observa que Gamificación fue mencionada en 3 estudios, mientras que 17 estudios no especificaron ninguna metodología en particular, como se muestra en la **Tabla 7.**

Tabla 7. Metodologías de juego basadas en el aprendizaje.

Metodología de Juego	Cantidad de Estudios
Gamificación	3
No mencionados	17
Total	**20**

1.2 Fundamentación teórica

1.2.1 Dispositivos de Realidad Virtual

Un dispositivo de realidad virtual como señala en [8,9,14,21] es un equipo tecnológico diseñado para sumergir al usuario en un entorno virtual generado por computadora. En [12] el autor hace uso de Head Mounted Display (HMD) porque el dispositivo ofrece un alto nivel de inmersión al cubrir por completo el campo visual del usuario con la pantalla virtual, lo que crea la sensación de estar físicamente presente en el entorno simulado. En [5, 6, 9, 23] Se utilizó el dispositivo de realidad virtual Oculus Quest 2 debido a su capacidad inmersiva y su sistema giroscópico para controlar el movimiento de la cabeza del usuario, ofreciendo una experiencia de presencia en el entorno virtual. El autor en [21] opta por el dispositivo de realidad virtual HTC Vive debido a su capacidad de seguimiento posicional completo de 360 grados, frecuencia de actualización de 90Hz y sensores que incluyen acelerómetros, giroscopios y magnetómetros. Por otro lado los autores en [14, 15, 19, 22] menciona a Oculus Rift porque ofrece características como seguimiento de movimiento preciso, alta resolución de pantalla, amplio campo de visión, y una experiencia inmersiva con efectos de sonido envolvente, contribuyendo a una simulación realista y efectiva . En cambio en [16] se opta por el dispositivo Microsoft HoloLens por su campo de visión limitado de alrededor de 35 grados y por su capacidad para superponer objetos virtuales en el mundo real.El dispositivo de realidad virtual es importante porque permite a los usuarios sumergirse en entornos virtuales tridimensionales de manera inmersiva, lo que facilita la simulación de situaciones reales y el aprendizaje experiencial. Además, estos dispositivos ofrecen interactividad y feedback en tiempo real

1.2.2 Motores de Videojuego

Un motor de videojuego como señala en [24] es un entorno de desarrollo que proporciona herramientas y funcionalidades para la creación de contenido interactivo en 2D y 3D, permitiendo a los desarrolladores generar juegos y experiencias interactivas para diversas plataformas. Los autores en [**?**,5,6,10,13,14,17,19,20,24,25] utilizan Unity 3D debido a su versatilidad y facilidad de uso, capacidad multiplataforma y su facilidad para el desarrollo de modelos en 3D y compatibiliad con dispositivos de realidad virtual. El autor en [19] utiliza Vizard debido a su capacidad para aplicar efectos de sombreado estándar, capacidad para renderizar en tiempo real, como mapas normales, de oclusión y su compatibilidad con equipos de realidad virtual.Por otro lado el autor en [15] menciona a Unreal Engine 4 debido a su potente renderizado gráfico, herramientas de desarrollo intuitivas, soporte para física avanzada, capacidades de simulación de audio y animación. Un motor de juego es fundamental en realidad virtual porque proporciona las herramientas necesarias para crear entornos interactivos inmersivos, gestionar la física, animaciones y gráficos

1.2.3 Modelado 3D

Una herramienta de modelado 3D como lo explica en [9] es un software que permite crear modelos tridimensionales digitales mediante la manipulación de formas geométricas para su posterior visualización en entornos virtuales. Los autores en [13, 14, 19, 21, 22, 25] mencionan que Blender es un programa informático multiplataforma dedicado al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. Se destaca por ser una herramienta de modelado 3D con un impresionante conjunto de herramientas y funcionalidades, además de ser un programa de código abierto, gratuito y multiplataforma. El autor en [15] hace uso de BlendSwap para adquirir modelos 3D debido a la disponibilidad de una amplia variedad de modelos de alta calidad creados por la comunidad, lo que permite ahorrar tiempo en la creación de activos 3D desde cero y facilita la personalización de los modelos para adaptarlos al simulador. El autor en [16] utiliza Unity Editor para crear los modelos 3D y desarrollar las aplicaciones de Realidad Aumentada y Realidad Virtual debido a su capacidad para integrar modelos detallados en escenas interactivas, lo que contribuyó

a mejorar la experiencia de entrenamiento gamificado. El autor en [17] opta por Cinema-4D debido a sus potentes herramientas de modelado, animación y renderizado. Su versatilidad para trabajar con diferentes formatos de archivo lo convierte en una opción ideal para la creación de contenido 3D de alta calidad en experiencias de Realidad Aumentada. En cuanto a [18,25] los autores resaltan a CAD como herramienta para el modelado 3D debido a su capacidad para diseñar componentes detallados y ensamblar sistemas complejos en entornos virtuales. El autor en [10] menciona a Construct3D esta herramienta se utilizó en el sistema a su capacidad para crear modelos tridimensionales en un entorno colaborativo de Realidad Aumentada esta característica facilita la interacción y colaboración entre los usuarios. Por otro lado el autor en [8] menciona que el software de modelado 3D SolidWorks debido a su amplia gama de funcionalidades que permiten a los usuarios crear, simular y gestionar modelos 3D de manera eficiente. SolidWorks es ampliamente utilizado en diversas industrias por su capacidad para realizar simulaciones de resistencia, dinámica y otros aspectos relevantes para el diseño de ingeniería.

1.2.4 Metodologia de Aprendizaje

Una metodología de aprendizaje como explica en [25] menciona que es un conjunto de procedimientos y técnicas utilizadas para transferir conocimientos y habilidades. Los autores en [16, 21, 23] mencionan la gamificación como metodología de aprendizaje porque resulta estimulante, motivadora y facilita el proceso de aprendizaje, mejorando la retención de conocimientos y fomentando la participación activa ya que translada la mecanica de los juegos a entornos educativos. Es importante tener una metodologia de aprendizaje para facilitar la práctica y la retención de conocimientos al permitir a los usuarios aprender a través de la experimentación y la resolución de problemas de manera dinámica.

1.2.5 Metodologia de Desarrollo

El autor en [10] hace uso de la metodología Kanban para el desarrollo del proyecto de videojuego para entrenar habilidades de visualización espacial debido a sus beneficios. Kanban se caracteriza por su enfoque en la visualización del trabajo en curso,

la limitación de tareas activas y la gestión del flujo de trabajo, lo que ayuda a identificar cuellos de botella, priorizar tareas y mejorar la eficiencia en el desarrollo del proyecto. El autor en [21] menciona a Rational Unified Process(RUP) es un proceso de desarrollo de software iterativo y centrado en la arquitectura, basado en casos de uso, desarrollado por Rational Software. Proporciona un marco detallado que abarca desde la inicialización del proyecto hasta la implementación y mantenimiento del software, enfocándose en la calidad y gestión eficiente de recursos y riesgos. Por otro lado el autor en [25] menciona a Design Thinking para recopilar los requisitos del sistema en construcción, comprender las necesidades y problemas de los usuarios, y definir el problema relevante para diagnosticar las necesidades de los futuros usuarios del sistema en desarrollo. En [7] menciona a SCRUM como metodología ya que promueve la adaptabilidad y la eficiencia, lo que resulta en una mayor productividad y calidad en la entrega de los proyectos. Es importante tener una metodología de desarrollo ya que proporciona un marco de trabajo estructurado y organizado para la planificación, ejecución y seguimiento de proyectos. Estas metodologías permiten una gestión eficiente del tiempo, los recursos y las tareas.

1.2.6 Gestor de Base de Datos

Un gesto de base de datos como explica en [26] es un banco de datos o conjunto de información de un mismo contexto, que se almacena de forma ordenada para su posterior consulta, modificación, eliminación o transmisión. Es una herramienta que permite recopilar, organizar y relacionar datos para realizar consultas rápidas y operaciones de forma rápida.

1.3 Objetivo general

Implementar un entorno virtual que permita el entrenamiento de la conexión eléctrica de los motores trifásicos y monofásicos para el aprendizaje a estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA.

1.4 Objetivos específicos

- Identificar las herramientas óptimas para el desarrollo de un entorno virtual a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA.
- Desarrollar un entorno virtual para el aprendizaje de la conexión eléctrica de los motores trifásicos y monofásicos.
- Realizar una evaluación a los estudiantes para medir el nivel de aprendizaje adquirido durante el entrenamiento de la conexión eléctrica de motores trifásicos y monofásicos en el entorno virtual.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Métodos

2.1.1 Modalidad de la investigación

En este apartado se describen las modalidades de investigación que se aplicarán en el presente proyecto y adoptará dos enfoques principales:

a. Investigación Bibliográfica

La presente investigación se clasifica como bibliográfica y documental, ya que es un proceso sistemático de búsqueda, recopilación y análisis de información relevante de diversos repositorios digitales, como artículos, tesis y libros especializados sobre el tema de estudio. Este enfoque permite contextualizar el problema de investigación y fundamentar teóricamente la investigación propuesta a desarrollar.

b. Investigación Cuantitativa

En la investigación se empleará un enfoque cuantitativo para la evaluación del grupo de control y del grupo experimental en el entorno virtual. Este enfoque permite la medición objetiva y cuantificable de los resultados obtenidos en ambos grupos. Al utilizar un enfoque cuantitativo, se pueden recopilar datos numéricos y estadísticos que facilitan la comparación y el análisis de los resultados entre el grupo de control, que no utiliza realidad virtual, y el grupo experimental, que sí la utiliza. Además, se emplearán encuestas y entrevistas para la recolección de datos, los cuales serán analizados posteriormente mediante métodos estadísticos.

c. Investigación de Campo

Se implementará una modalidad de campo, ya que la información y las características del problema se obtendrán mediante el contacto directo en el lugar de los hechos, específicamente en el laboratorio de máquinas eléctricas de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

2.1.2 Población y muestra

La población de la presente investigación se compone de los estudiantes inscritos en la asignatura de máquinas eléctricas de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, correspondiente al periodo actual septiembre 2024 - febrero 2025. Se dispone de una población de 32 personas, que incluye 17 estudiantes del primer paralelo y 15 del segundo. Debido a la limitada cantidad de participantes, se adoptará un enfoque integral que incluirá a todos los individuos mencionados, como se muestra en la **Tabla 8.**

Tabla 8. Población. Elaborado por el investigador.

Rol	**Cantidad**
Estudiantes	32
Total	**32**

2.1.3 Recolección de información

Para la recolección de información se utilizarón encuestas y entrevistas mediante el uso de cuestionarios. Se realizo entrevistas al tecnico de laboratorio y al ingeniero encargado de la asignatura para obtener información sobre los diferentes procesos llevados a cabo en la conexion de motores trifásicos y monofásicos, como se muestra en la **Tabla 9.**

Tabla 9. Recolección de información. Elaborado por el investigador

Preguntas básicas	**Explicación**
¿Para qué?	Con intención de alcanzar los objetivos de la investigación.
¿De qué persona u objeto?	Estudiantes inscritos en la carrera de Ingeniería Industrial cursando la asignatura de Máquinas Eléctricas.
¿Sobre qué aspectos?	Jóvenes que pasan gran parte de su tiempo en el laboratorio de máquinas eléctricas, trabajando en la conexión de motores trifásicos y monofásicos, y que presentan deficiencias en el aprendizaje de dichos procesos.
¿Quién, quiénes?	Investigador: Kevin Andres Alvear Vaca
¿Cuándo?	Periodo académico septiembre – febrero 2025
¿Dónde?	Universidad Técnica de Ambato
¿Cuántas veces?	Una vez
¿Qué técnicas de recolección?	Encuesta, entrevista
¿Con qué?	Guías de entrevistas y cuestionarios.

Normativa de Protección y Conexión Eléctrica para Motores Trifásicos y Monofásicos del laboratorio de Máquinas Eléctricas de la FISEI - UTA.

La protección de motores eléctricos, tanto monofásicos como trifásicos, es esencial para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil. Esto se logra mediante dispositivos como fusibles y guardamotores, que protegen los motores contra sobrecargas, cortocircuitos y otros fallos eléctricos. A continuación, se detalla

su aplicación.

En un motor monofásico en configuración de bajo voltaje con corriente nominal de 13.50 amperios, los fusibles son fundamentales para proteger contra sobrecorrientes y cortocircuitos. Se seleccionan fusibles adecuados que toleren el pico de corriente inicial durante el arranque y desconecten el circuito en caso de sobrecarga sostenida. Esto asegura la protección tanto del motor como del sistema eléctrico.

Para un motor monofásico en configuración de alto voltaje con corriente nominal de 6.75 amperios, el diseño de la protección cambia debido a la menor corriente nominal. Los fusibles instalados deben ajustarse a estos valores y responder de manera rápida en caso de fallos graves en la instalación, garantizando así la seguridad operativa.

En el caso de motores trifásicos en configuración de conexión estrella y una corriente nominal de 1.02 amperios operando a 440 V, los fusibles se colocan en cada línea para proteger las tres fases individualmente. Esto asegura un nivel de protección equilibrado, previniendo daños causados por desbalances o fallas en alguna de las fases.

Un guardamotor es un dispositivo integral que combina las funciones de protección térmica, magnética y manual. Este dispositivo detecta sobrecargas y desconecta el motor antes de que alcance temperaturas peligrosas, además de actuar de forma inmediata ante cortocircuitos. Los guardamotores estan integrados en la fuente de voltaje del laboratorio de máquinas eléctricas previa a la conexión eléctrica de la práctica, asegurando que el motor esté protegido desde el inicio del suministro eléctrico. Su capacidad de ajuste permite calibrarlo según la corriente nominal del motor, proporcionando una protección confiable y precisa. Además, pueden reiniciarse manualmente o, en algunos casos, automáticamente, lo que facilita la recuperación del sistema tras una desconexión.

Además, en el laboratorio de máquinas eléctricas del FISEI - UTA se aplica un protocolo de seguridad que incluye el uso obligatorio de Equipo de Protección Personal (EPP), el cual consta de guantes, mandil y gafas de seguridad, garantizando así la protección de los estudiantes y docentes durante las prácticas y manipulaciones de equipos eléctricos.

Encuesta dirigida a Estudiantes cursando la asignatura de máquinas eléctricas.

Los resultados que se muestran a continuación son parte de la encuesta realizada a los estudiantes que cursan la asignatura de máquinas eléctricas en la Carrera de Industrial en la Facultad de Sistemas Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato. Para validar la encuesta, se utilizó un test de consistencia interna, el alfa de Cronbach, cuyos resultados se pueden ver en el Anexo D.

1. ¿Has escuchado hablar sobre el uso de entornos virtuales para el aprendizaje?

Análisis e interpretación:

De acuerdo con los resultados presentados, la primera pregunta de la encuesta se centra en el conocimiento de los estudiantes sobre el uso de entornos virtuales para el aprendizaje. Del total de encuestados, **84.4% afirmó haber escuchado sobre esta temática**, mientras que **15.6% indicó no tener conocimiento** al respecto. Este resultado sugiere que la mayoría de los estudiantes está familiarizada con los entornos virtuales, lo que podría indicar una aceptación y disposición a integrar estas herramientas en su proceso de aprendizaje. El conocimiento sobre entornos virtuales es un **indicador positivo** para el futuro del aprendizaje en la asignatura de máquinas eléctricas, presentados en la **Tabla 10.**

Tabla 10. Resultados de la pregunta uno

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Sí	27	84.4%
No	5	15.6%
Suma total	32	100%

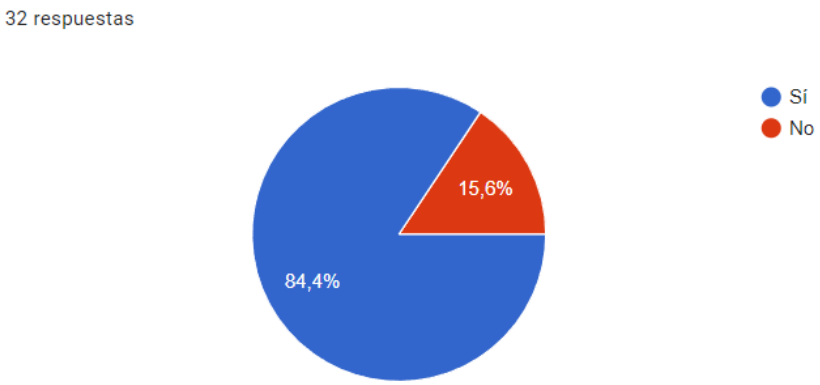


Figura 1. Resultados de la encuesta en la pregunta uno

2. ¿Has utilizado alguna vez un entorno virtual (como simulaciones o juegos) para mejorar tus habilidades técnicas?

Análisis e interpretación:

De acuerdo con los resultados presentados, **65.6% de los encuestados ha recurrido a estas herramientas, lo que indica que muchos reconocen su utilidad en el aprendizaje**. Sin embargo, **34.4% no las ha utilizado**, lo que sugiere que hay espacio para promover su uso y concienciar a más estudiantes sobre sus beneficios. En general, los entornos virtuales podrían ser una **herramienta valiosa para complementar el aprendizaje en máquinas eléctricas**, como se muestra en la **Tabla 11.**

Tabla 11. Resultados de la pregunta dos

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Sí	21	65.6%
No	11	34.4%
Suma total	32	100%

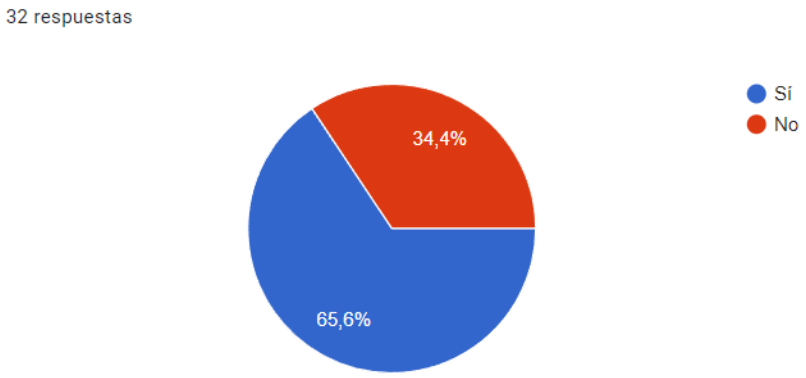


Figura 2. Resultados de la encuesta en la pregunta dos

3. Consideras que un entorno virtual podría ser útil para aprender sobre el arranque de motores trifásicos y monofásicos.

Análisis e interpretación:

De acuerdo con los resultados presentados, **todos los encuestados consideran que un entorno virtual podría ser útil para aprender sobre el arranque de motores trifásicos y monofásicos.** Este resultado indica que los estudiantes están de acuerdo en que estas herramientas pueden facilitar su comprensión de los conceptos. El apoyo

total a esta idea sugiere que incorporar entornos virtuales en las clases podría ser una forma efectiva de mejorar el aprendizaje en la asignatura de máquinas eléctricas, haciendo el proceso más interactivo y accesible, como se presenta en la **Tabla 12.**

Tabla 12. Resultados de la pregunta tres

Indicador	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Sí	32	100%
No	0	0%
Suma total	32	100%



Figura 3. Resultados de la encuesta en la pregunta tres

4. Me sentiría más seguro al realizar el arranque de un motor si tuviera acceso a un entorno virtual.

Análisis e interpretación:

De acuerdo con los resultados presentados, todos los encuestados se sienten más seguros al realizar el arranque de un motor si tuvieran acceso a un entorno virtual. Este resultado muestra que los estudiantes creen que estas herramientas pueden ayudar a aumentar su confianza y habilidades prácticas. **La total coincidencia en esta opinión sugiere que incorporar entornos virtuales en la formación podría ser una manera efectiva de preparar a los estudiantes para enfrentar situaciones reales, haciéndolos sentir más capacitados y seguros en sus habilidades**, como se muestra en la **Tabla 13.**

Tabla 13. Resultados de la pregunta cuatro

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Sí	32	100%
No	0	0%
Suma total	32	100%

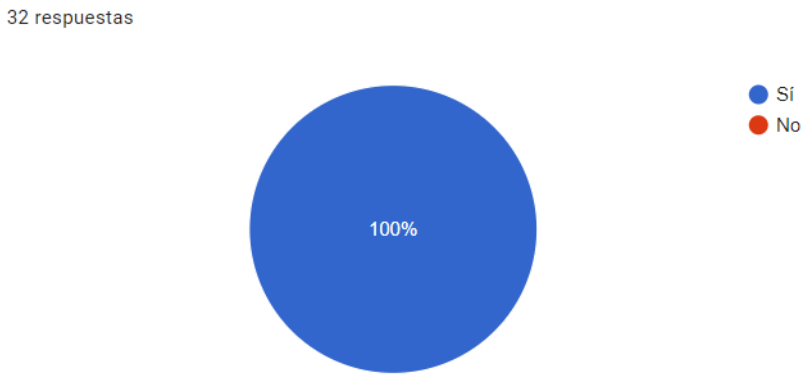


Figura 4. Resultados de la encuesta en la pregunta cuatro

5. Creo que un entorno virtual podría ayudarme a practicar el arranque de motores sin riesgos físicos.

Análisis e interpretación:

De acuerdo con los resultados presentados, la mayoría de los encuestados, **65.6%, está totalmente de acuerdo en que un entorno virtual podría ayudarles a practicar el arranque de motores sin riesgos físicos.** Además, un **25% está de acuerdo, lo que indica un fuerte apoyo hacia la idea de usar estas herramientas para aprender de manera segura**. Solo un **9.4% se mostró neutral, y nadie expresó desacuerdo.** Esto sugiere que los estudiantes valoran la posibilidad de practicar en un entorno virtual como una forma efectiva de adquirir experiencia sin exponerse a peligros reales. En general, la opinión mayoritaria resalta la **importancia de implementar entornos virtuales** en la formación de habilidades prácticas en la asignatura de máquinas eléctricas, como se muestra en la **Tabla 14.**

Tabla 14. Resultados de la pregunta cinco

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	21	65.6%
De acuerdo	8	25%
Neutral	3	9.4%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Suma total	32	100%

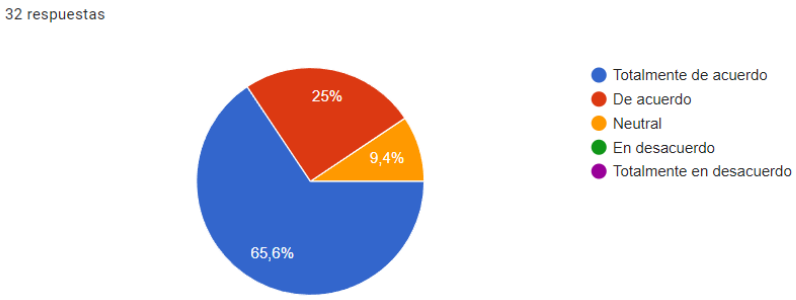


Figura 5. Resultados de la encuesta en la pregunta cinco

6. Considero que un entorno virtual podría ofrecer una experiencia de aprendizaje más interactiva que los métodos tradicionales para el arranque de motores.

Análisis e interpretación:

Según los resultados presentados, la mayoría de los encuestados, **59.4%, está totalmente de acuerdo en que un entorno virtual podría ofrecer una experiencia de aprendizaje más interactiva que los métodos tradicionales para el arranque de motores**. Un **25% adicional está de acuerdo, lo que indica un amplio apoyo hacia la idea de que estas herramientas pueden hacer el aprendizaje más dinámico y atractivo.** Solo un **15.6% se mostró neutral, y nadie expresó desacuerdo.** Este resultado sugiere que los estudiantes valoran la **interactividad** que los entornos virtuales pueden proporcionar, lo que indica que podrían **mejorar la experiencia de aprendizaje** en el área de máquinas eléctricas, como se muestra en la **Tabla 15.**

Tabla 15. Resultados de la pregunta seis

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	19	59.4%
De acuerdo	8	25%
Neutral	5	15.6%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Suma total	32	100%

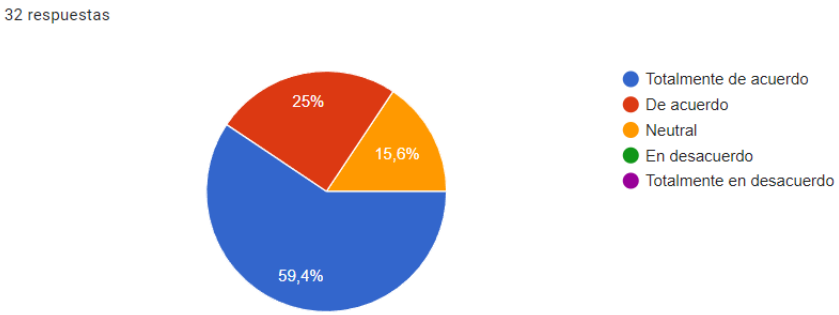


Figura 6. Resultados de la encuesta en la pregunta seis

7. Me gustaría utilizar un entorno virtual como herramienta complementaria en mi formación sobre el arranque de motores eléctricos.

Análisis e interpretación:

De acuerdo con los resultados presentados, la mayoría de los encuestados, **56.3%, está totalmente de acuerdo en que les gustaría utilizar un entorno virtual como herramienta complementaria en su formación sobre el arranque de motores eléctricos.** Además, un **37.5% también está de acuerdo, lo que refleja un fuerte interés en incorporar estas herramientas en su aprendizaje.** Solo un **6.3%** se mostró neutral, y nadie expresó desacuerdo. Esto sugiere que los entornos virtuales podrían ser **útiles para apoyar la educación**, destacando su **potencial para mejorar la comprensión y la práctica** en el área de máquinas eléctricas, como se presenta en la **Tabla 16.**

Tabla 16. Resultados de la pregunta siete

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	18	56.3%
De acuerdo	12	37.5%
Neutral	2	6.3%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Suma total	32	100%

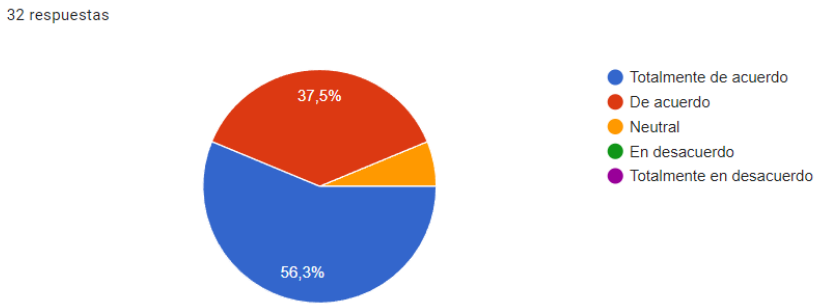


Figura 7. Resultados de la encuesta en la pregunta siete

8. Considero que el uso de un entorno virtual para el entrenamiento en el arranque de motores podría mejorar mi rendimiento en situaciones prácticas.

Análisis e interpretación:

De acuerdo con los resultados presentados, la mayoría de los encuestados, **56.3%, está totalmente de acuerdo en que el uso de un entorno virtual para el entrenamiento en el arranque de motores podría mejorar su rendimiento en situaciones prácticas.** Un **25% adicional también se mostró de acuerdo**, lo que indica un interés en aprovechar estas herramientas para mejorar sus habilidades. Solo un **18.8% se manifestó neutral, y nadie expresó desacuerdo.** Esto sugiere que los estudiantes creen que los entornos virtuales pueden ser una **valiosa herramienta** para potenciar su desempeño en escenarios reales relacionados con el arranque de motores trifásicos y monofásicos, como se muestra en la **Tabla 17.**

Tabla 17. Resultados de la pregunta ocho

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	18	56.3%
De acuerdo	8	25%
Neutral	6	18.8%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Suma total	32	100%

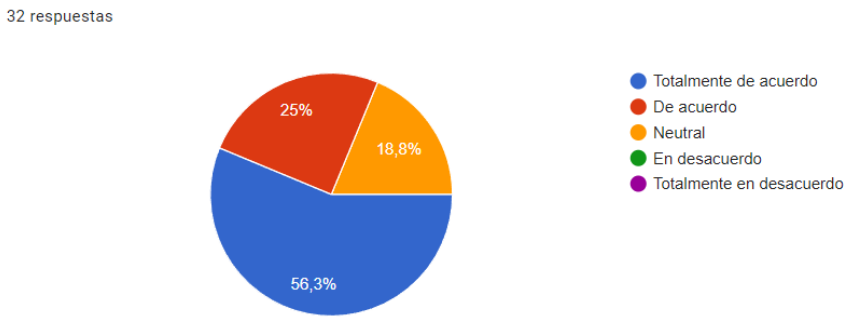


Figura 8. Resultados de la encuesta en la pregunta ocho

9. ¿Cuál crees que sería el principal beneficio de utilizar un entorno virtual para aprender sobre máquinas eléctricas?

Análisis e interpretación:

De acuerdo con los resultados presentados, se destaca que **46.9% considera que la principal ventaja es la práctica sin riesgo**, lo que sugiere una fuerte preferencia por un aprendizaje seguro. Además, tanto la **flexibilidad en el aprendizaje** como un **aprendizaje más dinámico y divertido** reciben el mismo respaldo, con un **25% cada uno**, indicando que los participantes valoran la adaptabilidad y la interacción en el proceso educativo. Por último, la **disminución de accidentes** es vista como un beneficio menor, con solo un **3.1%** de apoyo. En conjunto, estos resultados reflejan una clara inclinación hacia un **aprendizaje seguro y flexible** en entornos virtuales, como se muestra en la **Tabla 18.**

Tabla 18. Resultados de la pregunta nueve

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Práctica sin riesgo	15	46.9%
Flexibilidad en el aprendizaje	8	25%
Aprendizaje más dinámico y divertido	8	25%
Disminución de accidentes	1	3.1%
Suma total	32	100%

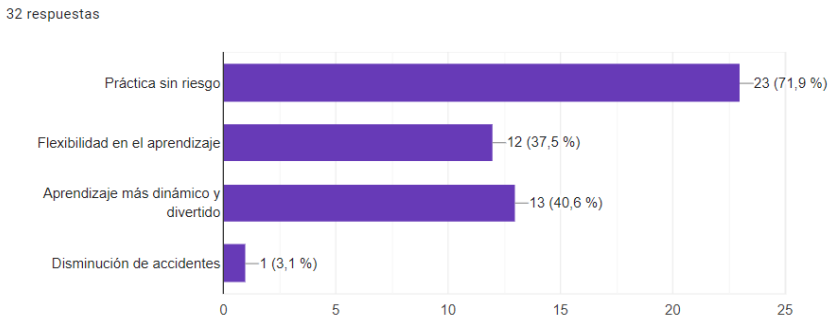


Figura 9. Resultados de la encuesta en la pregunta nueve

10. ¿Te gustaría que el entorno virtual incluya un tutorial interactivo al inicio para aprender cómo usar los controles y herramientas?

Análisis e interpretación:

De acuerdo con los resultados presentados, la mayoría de los encuestados, **65.6%**, expresó que le gustaría que el entorno virtual incluyera un **"tutorial completo"** para aprender a usar los controles y herramientas. Un **31.3%** optó por un **"tutorial básico"**, mientras que solo un **3.1%** indicó que prefiere aprender practicando. No hubo respuestas que mostraran indiferencia. Estos resultados sugieren que los estudiantes valoran la inclusión de **tutoriales**, destacando su deseo de contar con guías que faciliten su adaptación al entorno virtual. Esto puede ser clave para mejorar su experiencia de aprendizaje y asegurar un **uso efectivo de las herramientas disponibles**, como se muestra en la **Tabla 19.**

Tabla 19. Resultados de la pregunta diez

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Sí, un tutorial completo	21	65.6%
Sí, un tutorial básico	10	31.3%
No, prefiero aprender practicando	1	3.1%
Indiferente	0	0%
Suma total	32	100%

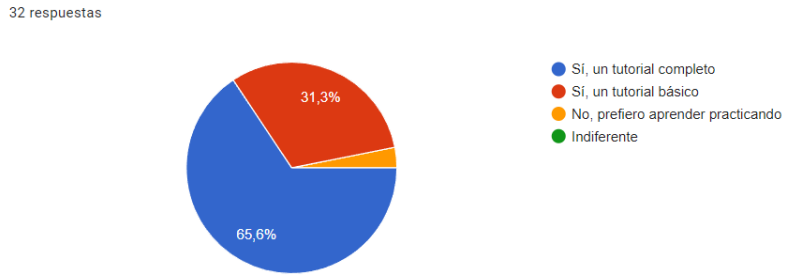


Figura 10. Resultados de la encuesta en la pregunta diez

11. ¿Con qué frecuencia te gustaría recibir retroalimentación en el entorno virtual?

Análisis e interpretación:

Los resultados indican que el **59.4%** prefiere recibir retroalimentación durante toda la práctica en tiempo real, el **25%** al final de cada práctica, y el **15.6%** solo si comete un error. Cabe destacar que **0%** de los encuestados prefiere no recibir retroalimentación, lo que sugiere que los participantes valoran el **apoyo constante** durante sus actividades, como se presenta en la **Tabla 20.**

Tabla 20. Resultados de la pregunta once

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Durante toda la práctica (en tiempo real	19	59.4%
Al final de cada práctica	8	25%
Solo si cometo un error	5	15.6%
Prefiero no recibir retroalimentación	0	0%
Suma total	32	100%

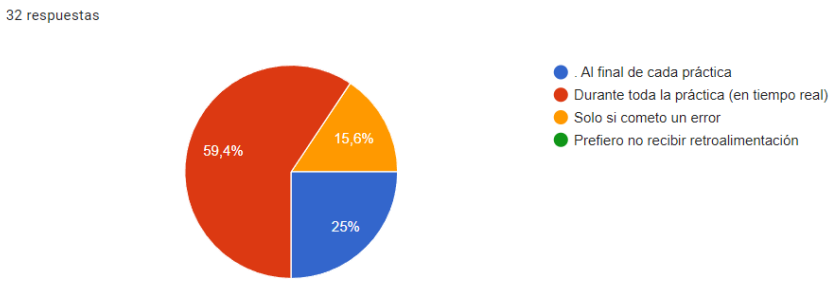


Figura 11. Resultados de la encuesta en la pregunta once

12. ¿Qué tipo de música o sonidos preferirías escuchar mientras realizas el arranque de motores en el entorno virtual?

Análisis e interpretación:

Los resultados muestran que las opciones de **música ambiental suave** y **sonidos técnicos** son igualmente populares, cada una representando el **40.6%** de las respuestas. Esto indica que los encuestados valoran un ambiente sonoro que sea relajante o menos invasivo. Por otro lado, los **sonidos industriales realistas** obtuvieron un menor apoyo, con un **18.8%** de las preferencias, reflejando una clara inclinación hacia un **ambiente auditivo** que no interfiera con la concentración, como se presenta en la **Tabla 21.**

Tabla 21. Resultados de la pregunta doce

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Música ambiental suave	13	40.6%
Sin música, solo sonidos técnicos	13	40.6%
Sonidos industriales realistas	6	18.8%
Suma total	32	100%

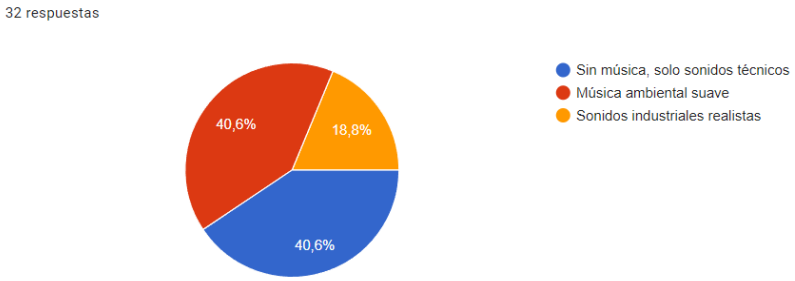


Figura 12. Resultados de la encuesta en la pregunta doce

13. ¿Qué te gustaría que suceda si cometes un error durante la simulación de arranque de motores en el entorno virtual?

Análisis e interpretación:

Los resultados muestran las preferencias de los encuestados respecto a la gestión de errores durante la simulación de arranque de motores en un entorno virtual. La mayoría, con un **58.1%**, prefiere que se muestre una **explicación inmediata** sobre el error, lo que refleja una fuerte necesidad de comprensión y aprendizaje activo ante fallos. Un **25.6%** opina que sería útil tener la oportunidad de **corregir el error sin intervención**, lo que sugiere un deseo de aprender de manera independiente. En contraste, un **14%** prefiere **repetir el paso o la simulación desde el principio**, indicando que algunos encuestados valoran la práctica repetitiva para consolidar el

aprendizaje. Finalmente, solo un **2.3%** de los participantes opta por **continuar sin ninguna reacción**, lo que resalta la importancia de abordar los errores de manera constructiva, como se muestra en la **Tabla 22.**

Tabla 22. Resultados de la pregunta trece

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Mostrar una explicación inmediata sobre el error	19	58.1%
Oportunidad de corregir el error sin intervención	8	25.6%
Repetir el paso o la simulación desde el principio	4	14%
Ninguna reacción, solo continuar	1	2.3%
Suma total	32	100%

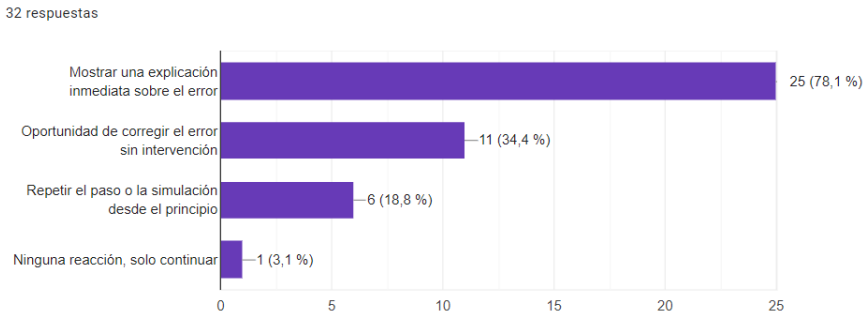


Figura 13. Resultados de la encuesta en la pregunta trece

14. ¿Qué aspecto visual crees que es más importante para ti en el entorno virtual?

Análisis e interpretación:

Los resultados reflejan las preferencias de los encuestados sobre las características deseadas en un entorno virtual para aprender sobre máquinas eléctricas. La opción más valorada, con un **56.3%**, es la **alta calidad gráfica** de los motores y herramientas, lo que indica que los participantes consideran fundamental una representación visual realista para mejorar la experiencia de aprendizaje. A continuación, tanto un **entorno inmersivo** que simule una práctica real como una **interfaz clara y sencilla** sin distracciones reciben el mismo apoyo, con un **21.9%** cada uno, sugiriendo que los encuestados valoran la interacción realista y la facilidad de uso en el entorno virtual. En conjunto, estos resultados subrayan la importancia de la **calidad visual** y la **usabilidad** en el diseño de herramientas educativas virtuales, como se muestra en la **Tabla 23.**

Tabla 23. Resultados de la pregunta catorce

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Alta calidad gráfica de los motores y herramientas	18	56.3%
Un entorno inmersivo que simule una práctica real	7	21.9%
Una interfaz clara y sencilla sin distracciones	7	21.9%
Suma total	32	100%

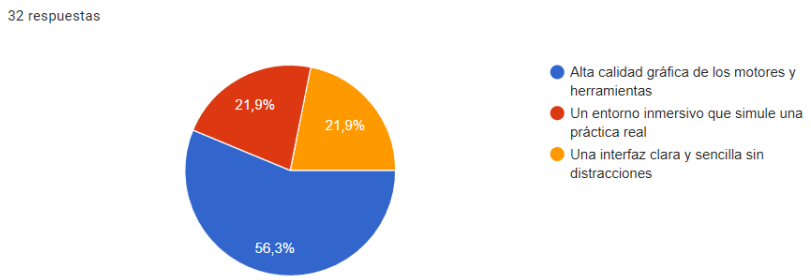


Figura 14. Resultados de la encuesta en la pregunta catorce

Entrevista.

Los resultados que se muestran a continuación son parte de la entrevista realizada al técnico de laboratorio y al docente encargado de la asignatura de máquinas eléctricas de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato. Los resultados de la entrevista expuestos a continuación no son palabras textuales de los entrevistados; la redacción de estos estuvo ajustada para el contexto investigativo que se desarrolla. Los resultados se muestran en la **Tabla 24 y Tabla 25.**

Entrevista dirigida a Docente Máquinas Eléctricas.

Tabla 24. Resultados de la Entrevista a Docente Máquinas Eléctricas.

Pregunta	**Respuesta**	**Observación**
¿Cree que los entornos virtuales son una herramienta efectiva para el aprendizaje de la conexión eléctrica en el arranque de motores trifásicos y monofásicos? ¿Por qué?	El docente considera que el entorno virtual sería una herramienta efectiva para el aprendizaje de la conexión eléctrica en el arranque de motores trifásicos y monofásicos, ya que estos entornos pueden simular de manera realista el proceso de conexión eléctrica, permitiendo a los estudiantes practicar sin el riesgo de causar daños a equipos reales o sufrir accidentes.	El entrevistado considera efectivo el uso de un entorno virtual como herramienta complementaria al aprendizaje de la conexión eléctrica en el arranque de motores trifásicos y monofásicos
¿Cuáles son los problemas más comunes que has identificado al realizar conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos y monofásicos?	La carencia de conocimientos previos y de experiencia práctica adecuada impide que los estudiantes realicen las conexiones correctas. Por otro lado, la falta de comprensión sobre los riesgos asociados al contacto con la energía de 220V contribuye a que se cometan errores en las conexiones. Asimismo, se observa que las conexiones realizadas son inapropiadas, lo que aumenta el riesgo de accidentes.	Se evidencian los aspectos en los que los estudiantes suelen tener más problemas, como el desconocimiento de los riesgos asociados a la energía de 220V y la realización de conexiones inapropiadas.

¿Podrías mencionar algunos de los riesgos asociados con la realización de conexiones eléctricas durante el arranque de motores trifásicos y monofásicos?	▪ Cortocircuitos y sobredimensionamiento de los fusibles, lo que puede resultar en la pérdida de electricidad en el edificio del bloque 1. ▪ Riesgo de electrocución debido a malas prácticas. ▪ Quemaduras en los fusibles de la fuente de voltaje. ▪ Golpes por cortes, enganches o impactos de motores en funcionamiento. ▪ Daños a las mesas de trabajo. ▪ Deterioro de equipos como contactores, motores y temporizadores.	El entrevistado identificó varios riesgos asociados con las conexiones eléctricas al arrancar motores trifásicos y monofásicos, como cortocircuitos que pueden causar la pérdida de electricidad, electrocución por malas prácticas, quemaduras en fusibles, golpes de motores en funcionamiento, daños a las mesas de trabajo y deterioro de equipos como contactores y temporizadores. Estas consideraciones resaltan la necesidad de medidas de seguridad adecuadas en el entorno virtual

¿Cuál es el proceso que se sigue habitualmente al realizar las conexiones eléctricas para el arranque de un motor trifásico y monofásico ?	▪ Equipo de protección personal (EPP) ▪ Ingresar al laboratorio ▪ Revisar el diagrama de conexión ▪ Verificar el motor a utilizar ▪ Identificación de bobinas ▪ Preparación de materiales ▪ Ubicación de los fusibles correspondientes ▪ Realización de la conexión ▪ Subir el breaker principal ▪ Verificación del funcionamiento ▪ Mediciones	El entrevistado observa que el proceso descrito para la conexión eléctrica de motores trifásicos y monofásicos sigue un enfoque claro y detallado, resaltando la importancia de la seguridad mediante el uso de equipo de protección personal y la revisión del diagrama de conexión antes de proceder. Además, señala que este tipo de procedimiento suele ser estándar en laboratorios, donde la preparación del material, la correcta identificación de las bobinas, y la verificación paso a paso del funcionamiento del motor son fundamentales para evitar errores en el arranque y garantizar un rendimiento óptimo del motor

¿Qué equipos consideras esenciales tener antes de llevar a cabo la práctica de arranque de un motor trifásico y monofásico?	▪ Equipos de protección personal ▪ Mandil ▪ Gafas ▪ Herramientas ▪ Destornillador plano ▪ Destornillador estrella ▪ Corta frío ▪ Playo ▪ Cortadora de cables ▪ Ponchadora ▪ Materiales eléctricos ▪ Terminales de cable ▪ Cable flexible 14 y 16 ▪ Contactores ▪ Pulsadores normalmente abiertos, normalmente cerrados y de emergencia ▪ Motor trifásico o monofásico ▪ Temporizadores ▪ Luces piloto ▪ Fuente de alimentación	El entrevistado destacó una serie de equipos esenciales para garantizar una práctica segura y efectiva al iniciar un motor monofásico. Subrayó la importancia de utilizar equipos de protección personal, como mandiles y gafas, así como herramientas específicas como destornilladores, corta frío y ponchadoras. Además, hizo hincapié en la necesidad de contar con componentes eléctricos, incluyendo contactores, pulsadores y luces piloto. Esta lista de equipos es crucial para asegurar que los estudiantes tengan todo lo necesario para realizar la práctica de manera adecuada y en un entorno seguro

¿Has experimentado alguna situación de riesgo o incidente mientras realizabas conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos o monofásicos?	▪ Cortocircuitos ▪ Golpes con el eje del motor ▪ Nervios al realizar conexiones ▪ Atrapamientos	El entrevistado identificó varias situaciones de riesgo experimentadas al realizar conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos y monofásicos, como cortocircuitos, golpes con el eje del motor, nerviosismo al realizar las conexiones y el riesgo de atrapamientos. Estas experiencias resaltan la necesidad de crear un entorno virtual que simule estos escenarios, permitiendo a los usuarios aprender a gestionar y prevenir situaciones de riesgo de manera segura, lo que contribuirá a su formación práctica y a un mayor dominio de las técnicas necesarias

¿Qué aspectos crees que son fundamentales para garantizar la eficiencia y seguridad en las conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos y monofásicos?	▪ Equipos de protección personal ▪ Utilizar cables ponchados con terminales adecuadas ▪ Tener bastante orden en las conexiones y en la mesa de trabajo ▪ Realizar las conexiones sin alimentación de energía ▪ Mantener en buen estado las herramientas de trabajo ▪ No sobredimensionar los fusibles ▪ Evitar cadenas, anillos, pelos sueltos y ropa holgada ▪ Simulación en Cade Simu en simbología y 3D ▪ Docente siempre atento mientras los estudiantes realizan la practica ▪ Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito	El entrevistado identificó varios aspectos clave para asegurar la eficiencia y seguridad al realizar conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos y monofásicos. Resaltó la importancia del uso de equipos de protección personal y de emplear cables ponchados con terminales adecuadas, así como mantener un orden riguroso en las conexiones y en la mesa de trabajo. También enfatizó la necesidad de realizar las conexiones sin energía, mantener las herramientas en buen estado y evitar el uso de cadenas, anillos, cabellos sueltos y ropa holgada. Adicionalmente, mencionó la importancia de contar con simulaciones en 3D y una supervisión docente activa durante la práctica

¿Cómo sueles verificar la correcta conexión y el funcionamiento de un motor después de realizar (su arranque)?	▪ Verificar la intensidad con la que arranca el motor; debe estar dentro de unos parámetros determinados. ▪ La secuencia de la práctica debe reflejarse en la realidad. ▪ Todos los indicadores deben funcionar adecuadamente en concordancia con el tipo de conexión. ▪ Revisar el arranque correcto del motor.	El entrevistado subrayó la relevancia de que el entorno virtual imite la secuencia de la práctica real, garantizando que los indicadores operen de acuerdo con el tipo de conexión. También enfatizó la necesidad de comprobar la intensidad de arranque dentro de rangos específicos, lo que constituye un aspecto esencial a replicar en el entorno virtual.

¿Cuál es el tiempo que se demora en realizar un arranque de motor trifásico y un arranque de motor monofásico?	El tiempo estimado para realizar un arranque de un motor trifásico y un motor monofásico es de aproximadamente 45 minutos a 1 hora en total. Este tiempo incluye la preparación del equipo, la revisión de conexiones eléctricas y la configuración de los dispositivos de protección, así como la verificación de que todos los componentes estén en correcto estado de funcionamiento. Es importante tener en cuenta que el tiempo puede variar según la complejidad del sistema, la experiencia del estudiante y la familiaridad con los procedimientos de arranque. Un estudiante más experimentado puede completar el proceso en menos tiempo, mientras que uno que esté aprendiendo puede tardar más.	El tiempo puede variar dependiendo de la experiencia del estudiante y el equipo utilizado. También se recomienda realizar estas prácticas bajo la supervisión de un instructor para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento del sistema.

Entrevista dirigida a Técnico de laboratorio.

Tabla 25. Resultados de la Entrevista a Tecnico de Laboratorio.

Pregunta	**Respuesta**	**Observación**
¿Cree que los entornos virtuales son una herramienta efectiva para el aprendizaje de la conexión eléctrica en el arranque de motores trifásicos y monofásicos? ¿Por qué?	El técnico de laboratorio considera que un entorno virtual sería una herramienta útil para la formación en la conexión eléctrica de motores trifásicos y monofásicos. Estos entornos pueden simular de manera precisa el proceso de conexión eléctrica, permitiendo a los estudiantes realizar prácticas sin el riesgo de dañar equipos reales o sufrir accidentes.	El entrevistado considera efectivo el uso de un entorno virtual como herramienta complementaria al aprendizaje de la conexión eléctrica en el arranque de motores trifásicos y monofásicos
¿Cuáles son los problemas más comunes que has identificado al realizar conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos y monofásicos?	La disponibilidad de herramientas es un problema, ya que los alumnos a menudo olvidan llevar los destornilladores y dentro de la oficina no hay suficientes. Además, los estudiantes no realizan correctamente los ponchados de los cables, lo que ocasiona cortocircuitos.	Se evidencian los aspectos en los que los estudiantes suelen tener más problemas.

¿Podrías mencionar algunos de los riesgos asociados con la realización de conexiones eléctricas durante el arranque de motores trifásicos y monofásicos?	▪ Electrocucion por mala practica. ▪ Quemadura de fusibles de la fuente voltaje. ▪ Golpes por corte, enganche, impacto por el motor en funcionamiento	El entrevistado destacó varios riesgos asociados con la realización de conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos y monofásicos, tales como la electrocución por malas prácticas, quemaduras de fusibles y golpes por cortes o impactos del motor en funcionamiento. Estos riesgos subrayan la importancia de incluir simulaciones en el entorno virtual que permitan a los usuarios experimentar y aprender a identificar y manejar estas situaciones sin peligro físico.

¿Cuál es el proceso que se sigue habitualmente al realizar las conexiones eléctricas para el arranque de un motor trifásico y monofásico ?	▪ Equipo de protección personal (Entrada al laboratorio). ▪ Revisar el diagrama de conexión. ▪ Preparación de materiales para la práctica (motor, cables, destornillador, playo, etc.). ▪ Realizar la conexión sin alimentación de voltaje sección por sección de acuerdo al diagrama. ▪ Subir el breaker principal del laboratorio y encender la fuente de alimentación por cada sección realizada hasta finalizar toda la conexión. ▪ Verificar el correcto funcionamiento del arranque del motor y realizar las mediciones de la práctica, como voltaje, corriente y potencia.	El entrevistado describió un proceso detallado para realizar conexiones eléctricas en motores trifásicos y monofásicos, enfatizando la importancia de seguir un enfoque sistemático que priorice la seguridad y la precisión. Comienza con el uso de equipos de protección personal y la revisión del diagrama de conexión, asegurando que todos los materiales estén preparados antes de iniciar. Realizando las conexiones sin voltaje, lo que permite un control adecuado al encender la fuente de alimentación. Finalmente, verifica el funcionamiento del motor y realiza las mediciones necesarias. Este enfoque metódico es esencial para garantizar prácticas seguras y efectivas en el arranque de motores.

¿Qué equipos consideras esenciales tener antes de llevar a cabo la práctica de arranque de un motor trifásico y monofásico?	▪ Equipos de protección personal ▪ Mandil ▪ Gafas ▪ Herramientas ▪ Destornillador plano ▪ Destornillador estrella ▪ Corta frío ▪ Playo ▪ Cortadora de cables ▪ Ponchadora ▪ Materiales eléctricos ▪ Terminales de cable ▪ Cable flexible 14 y 16 ▪ Contactores ▪ Pulsadores normalmente abiertos, normalmente cerrados y de emergencia ▪ Motor trifásico o monofásico ▪ Temporizadores ▪ Luces piloto ▪ Fuente de alimentación	El entrevistado enumeró una amplia gama de equipos esenciales para garantizar una práctica segura y efectiva en el arranque de un motor monofásico, incluyendo equipos de protección personal como mandil y gafas, así como herramientas específicas como destornilladores, corta frío, y ponchadora. También resaltó la importancia de contar con componentes eléctricos como contactores, pulsadores, y luces piloto. Esta lista de equipos es fundamental para asegurar que los estudiantes tengan todo lo necesario para realizar la práctica de manera adecuada y en condiciones seguras.

¿Has experimentado alguna situación de riesgo o incidente mientras realizabas conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos o monofásicos?	▪ Cortocircuitos ▪ Golpes con el eje del motor ▪ Atrapamientos	El entrevistado mencionó experiencias de riesgo, incluyendo cortocircuitos y golpes con el eje del motor, lo que resalta la necesidad de implementar medidas de seguridad adecuadas en el entorno virtual. Estas experiencias deben ser consideradas al diseñar simulaciones que eduquen a los usuarios sobre cómo prevenir y manejar situaciones de riesgo durante el arranque de motores, garantizando así un aprendizaje más seguro y efectivo.

¿Qué aspectos crees que son fundamentales para garantizar la eficiencia y seguridad en las conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos y monofásicos?	▪ Equipos de protección personal. ▪ Utilizar cables ponchados con terminales adecuadas. ▪ Tener bastante orden en las conexiones y en la mesa de trabajo. ▪ Realizar las conexiones sin alimentación de energía. ▪ Mantener en buen estado las herramientas de trabajo. ▪ No sobredimensionar los fusibles.	El entrevistado subrayó la importancia de varios elementos clave para la seguridad y eficiencia en las conexiones eléctricas, incluyendo el uso de equipos de protección personal y terminales adecuadas en los cables. También destacó la necesidad de mantener un ambiente de trabajo ordenado y realizar conexiones sin alimentación de energía, así como cuidar el estado de las herramientas y evitar sobredimensionar los fusibles. Estos puntos son esenciales para garantizar un arranque seguro y eficiente de motores tanto trifásicos como monofásicos.

¿Cómo suele verificar la correcta conexión y el funcionamiento de un motor después de realizar su arranque?	▪ Verificar la intensidad con la que arranca el motor, debe estar dentro de unos parámetros determinados. ▪ La secuencia de la práctica debe reflejarse en la realidad. ▪ Todos los indicadores deben funcionar adecuadamente en concordancia con el tipo de conexión.	El entrevistado destacó la importancia de que el entorno virtual refleje la secuencia de la práctica real, asegurando que los indicadores funcionen acorde al tipo de conexión. También hizo hincapié en verificar la intensidad de arranque dentro de parámetros específicos, lo cual es un aspecto fundamental a replicar en el entorno virtual.
¿Cuánto tiempo se requiere para arrancar un motor trifásico y un motor monofásico?	El tiempo estimado para arrancar un motor trifásico o monofásico es de aproximadamente 45 minutos a 1 hora. Este tiempo abarca la preparación del equipo y la revisión de conexiones eléctricas	El tiempo puede variar según la experiencia del estudiante y el equipo utilizado.

2.1.4 Procesamiento y análisis de datos

Mediante la información recolectada con las entrevistas y encuestas se pudo concluir que existen varios **problemas comunes** que afectan la **seguridad** y la **eficiencia** en las conexiones eléctricas para el arranque de motores **trifásicos y monofásicos**. Entre estos problemas, se destaca la **falta de disponibilidad de herramientas esenciales**, como **destornilladores**, que los estudiantes a menudo olvidan llevar al laboratorio. Además, se ha observado que las **conexiones incorrectas**, especialmente en los **ponchados de**

cables, pueden resultar en **cortocircuitos**, incrementando así el riesgo de **electrocución** y **quemaduras de fusibles**.

El proceso de conexión eléctrica implica una serie de **pasos críticos** que deben seguirse para garantizar un **arranque seguro y efectivo** de los motores. Esto incluye el uso de **Equipos de Protección Personal (EPP)** y la **revisión del diagrama de conexión** antes de realizar cualquier trabajo. La conexión debe hacerse **sin alimentación de voltaje**, y cada sección debe ser **verificada** antes de activar el **breaker principal**. Este enfoque sistemático no solo minimiza los riesgos, sino que también asegura que los estudiantes comprendan la **importancia de seguir procedimientos** establecidos en un entorno industrial.

Finalmente, la **verificación del funcionamiento del motor** tras el arranque es crucial para asegurar que todas las conexiones se hayan realizado correctamente. La implementación de **medidas preventivas** y la atención a los **detalles** en las conexiones eléctricas son fundamentales para **mejorar la experiencia de aprendizaje** y garantizar la **seguridad en el laboratorio**.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El levantamiento de requerimientos, presentado en el Anexo C, se realizó siguiendo las pautas del estándar IEEE 830-1998. Este proceso permitió definir de manera clara y detallada las necesidades del proyecto, asegurando que el desarrollo del entorno virtual esté alineado con los objetivos propuestos. Luego de esta etapa, se llevó a cabo un análisis de las herramientas de desarrollo más adecuadas para implementar las funcionalidades del entorno virtual.

3.1 Análisis de herramientas de desarrollo

En la siguiente sección se detalla un análisis de las herramientas utilizadas en entornos virtuales, incluyendo el motor gráfico, el dispositivo de realidad virtual, y el software de diseño y animación. Cada una de estas herramientas desempeña un rol fundamental en la creación y optimización de experiencias inmersivas, permitiendo la interacción y manipulación efectiva de los elementos virtuales en un entorno tridimensional.

3.1.1 Metodologías de Desarrollo

Se necesita una metodología de desarrollo para garantizar que los proyectos se ejecuten de manera estructurada y eficiente. Esta proporciona un marco que guía a lo largo de cada fase, desde la planificación hasta la evaluación, facilitando la gestión de recursos y el seguimiento del progreso. Al adoptar una metodología, se mejora la colaboración y la comunicación, lo que resulta en un aumento de la calidad del producto final y la satisfacción del cliente.

Tabla 26. Comparación de Metodologías de Desarrollo

Características	SCRUM	SUM	XP (Extreme Programming)	Metodología de Desarrollo Iterativa e Incremental
Enfoque	Colaboración constante y flexibilidad ante cambios en requisitos.	Control de calidad y gestión del tiempo en el desarrollo enfocado adaptado a videojuegos.	Mejora continua a través de prácticas de desarrollo ágil.	Flexibilidad y adaptabilidad a los cambios en requisitos y necesidades del cliente.
Principios	Basado en la transparencia, inspección y adaptación.	Enfoque en la satisfacción del cliente y la entrega continua.	Fomento de la comunicación y la retroalimentación continua.	Mejora continua y ajuste en base a las lecciones aprendidas.
Tamaño del Equipo	Equipos pequeños y autoorganizados, típicamente de 5 a 9 miembros.	Tamaño variable, pero se recomienda un enfoque más centralizado.	Equipos pequeños que facilitan la colaboración cercana.	Equipos de tamaño variable, adaptándose a las necesidades del proyecto.
Tamaño del Proyecto	Ideal para proyectos de cualquier tamaño, especialmente complejos.	Más adecuado para proyectos de mediano a gran tamaño.	Eficaz en proyectos de tamaño pequeño a mediano.	Aplicable a proyectos de diversos tamaños, permitiendo escalabilidad.
Ventajas	Aumenta la productividad y mejora la calidad del producto.	Mejora la comunicación y la alineación con las expectativas del cliente.	Fomenta la colaboración y la calidad del código.	Permite responder rápidamente a cambios y mejorar continuamente el producto.
Simplicidad	Proporciona una estructura clara sin ser excesivamente compleja.	Enfoque más rígido que puede ser complicado en la implementación.	Promueve prácticas que pueden ser complejas de implementar.	Se adapta a diferentes niveles de complejidad en el desarrollo.
Planificación	Planificación a corto plazo (sprints) con revisiones regulares.	Enfoque en la planificación detallada y control del progreso.	Planificación continua basada en la retroalimentación.	Planificación flexible y adaptativa a lo largo del proyecto.

En esta sección se seleccionará la metodología de desarrollo más adecuada para el proyecto, utilizando una matriz de selección y una matriz de ponderación por criterios como herramientas de evaluación. Esta metodología permitirá analizar las opciones en función de diversos criterios relevantes para el entorno de aprendizaje planteado. Los valores asignados a cada criterio serán: 1 si la opción no es factible, 2 si es parcialmente factible y 3 si es completamente factible. Con base en esta evaluación, se determinará la metodología que mejor se alinee con los objetivos del proyecto.

Tabla 27. Criterios de Evaluación de Metodologías de Desarrollo

Criterios de Evaluación	**SCRUM**	**SUM**	**XP (Extreme Programming)**	**Metodología Iterativa e Incremental**
Facilidad de Implementación	1	3	2	2
Relevancia para el Proyecto	1	3	2	1
Simplicidad	3	2	2	2
Flexibilidad	2	2	2	2
Sumatoria	7	10	8	7

Metodología de desarrollo seleccionada:

A partir del análisis presentado en la tabla 27, se decidió optar por la metodología SUM debido a su **diseño específico para el desarrollo de videojuegos** y su capacidad de adaptarse a proyectos enfocados en el desarrollo de entornos virtuales. Esta metodología, desarrollada para cubrir la falta de formalización en la industria de los videojuegos, combina elementos de Scrum, como la definición de roles, y de XP, centrado en el desarrollo iterativo, lo que la hace adecuada para equipos pequeños y multidisciplinarios. Además, SUM pone un énfasis especial en aspectos fundamentales del desarrollo de videojuegos, como las **pruebas beta y el diseño iterativo**, que son esenciales para garantizar que un entorno virtual sea inmersivo, funcional y acorde con las necesidades de los usuarios. Por estas razones, SUM es una metodología adecuada para llevar a cabo este proyecto de manera efectiva.

Para el desarrollo del proyecto, se hará uso de las fases del proceso de entrega propuestas en SUM. Estas fases incluyen desde la planificación inicial hasta la validación del producto, asegurando un avance estructurado y enfocado en la calidad del entorno virtual creado, tal como se detalla en la **Figura 15.**

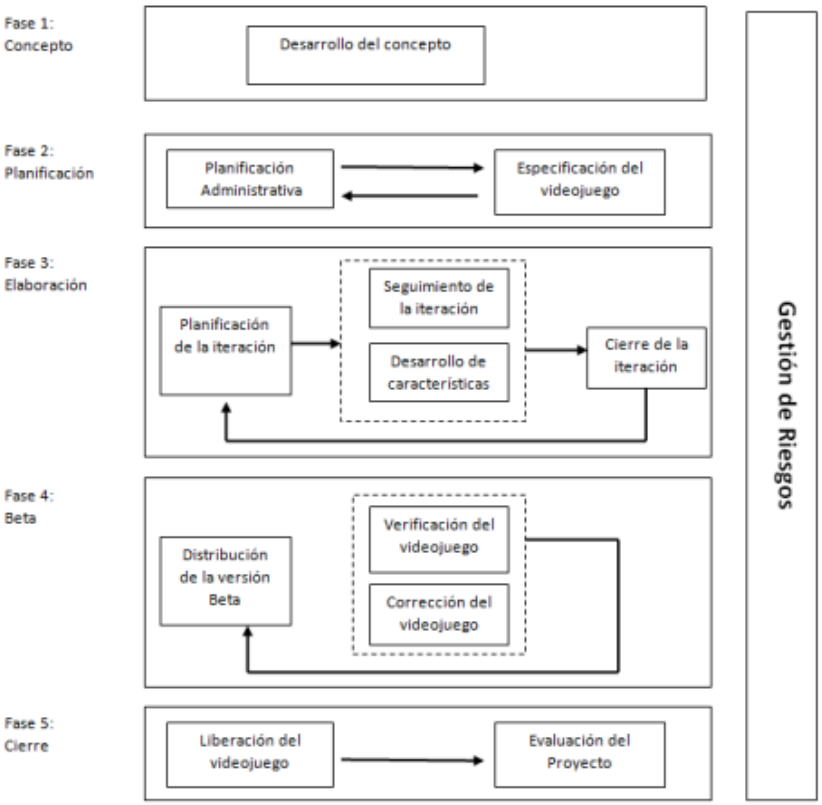


Figura 15. Fases del Procesos de Entrega

3.1.2 Hardware de Realidad Virtual

Al desarrollar una experiencia de aprendizaje basada en la realidad virtual, una de las primeras decisiones que debe tomarse es la selección del dispositivo de realidad virtual que será utilizado, ya que disponer del hardware adecuado permitirá obtener una retroalimentación e interpretación efectiva del comportamiento del usuario. Por lo cual en la tabla 28 se presenta diferentes opciones de dispositivos de realidad virtual, con sus principales características y especificaciones.

Tabla 28. Matriz de dispositivos de realidad virtual

Características	Meta Quest 2	HTC Vive Pro 2	Valve Index	Pico 4
Resolución	1832x1920 por ojo	2448x2448 por ojo	1440x1600 por ojo	2160x2160 por ojo
Frecuencia de Refresco	90/120 Hz	120 Hz	80/90/120 Hz	90 Hz
Descripción	Visor autónomo de Meta que permite experiencias de realidad virtual sin cables	Virsor para aplicaciones que demandan una resolución y rendimiento superior.	Alta calidad para PC VR con amplio campo de visión, optimizado para experiencias inmersivas en PC con una excelente frecuencia de actualización y controladores Knuckles.	Visor independiente que ofrece una experiencia liviana, adecuado para entretenimiento y aplicaciones empresariales.
Características Principales	Experiencia autónoma con opción PC	Resolución ultraalta, uso en simulaciones	Alta frecuencia y controladores avanzados	Procesador Snapdragon XR2, ligero
Tipo de Conexión	Inalámbrico / USB-C para PC VR	USB-C y DisplayPort	USB y DisplayPort	Inalámbrico / USB-C
Portabilidad	Alta (autónomo y ligero)	Baja (requiere PC potente)	Baja (con PC potente y configuración compleja)	Alta (autónomo y ligero)
Configuración	Fácil, configuración rápida	Compleja, incluye sensores externos	Compleja, sensores externos y PC	Fácil, autónomo
Permite Hand Tracking	Sí	No	No	Sí
Costo Aproximado	$299 - $399 USD	$799 - $1199 USD	$999 USD	$429 USD

Basada en las características y propiedades expuestas en la tabla de los diferentes dispositivos de realidad virtual, se realiza una matriz de ponderación por criterios para determinar cuál es el más apropiado para el proyecto, teniendo en cuenta además los requisitos generales del mismo. En este caso, se decide basar la selección en la factibilidad de las alternativas propuestas y ha dado lugar a la aplicación y establecimiento de un sistema de ponderación determinado por una escala aritmética sencilla que determine el grado de selección interna. Los valores a otorgar para la puntuación en cada criterio son 1 si no se considera factible, 2 si la opción es parcialmente factible y 3 si es factible, de la siguiente manera.

Tabla 29. Matriz de selección de dispositivo de realidad virtual.

Criterios de Evaluación	**Meta Quest 2**	**HTC Vive Pro 2**	**Valve Index**	**Pico 4**
Costo	2	2	1	1
Facilidad de Uso	3	1	1	2
Integración y Configuración	3	2	2	3
Nivel de Inmersión	3	2	1	3
Sumatoria	11	7	5	9

Hardware de realidad virtual seleccionado:

Como se indica en la Tabla 29, la opción más adecuada para cumplir con los requisitos del sistema de realidad virtual son las **gafas Meta Quest 2**, reconocidas como una de las plataformas de hardware más destacadas en este ámbito. Estas gafas fueron elegidas por una variedad de características que las diferencian de otros visores, siendo la más importante su **elevado nivel de inmersión**. Esto se logra gracias a sus **sensores integrados**, que permiten el **seguimiento del movimiento** y la **interacción manual**, generando una **percepción de profundidad**.

Además, cuentan con la capacidad de **seguimiento de manos**, lo que facilita al usuario **manipular objetos virtuales** directamente con sus manos. Esta característica resulta

fundamental para el proyecto, ya que permite al usuario **sentirse parte del entorno**, haciendo que el entrenamiento sea **más amigable e inmersivo**. En comparación, las **HTC Vive Pro 2** dependen de **mandos** para la interacción, lo que puede **disminuir el nivel de inmersión**.

Por último, la **integración de las gafas Meta Quest 2** es sencilla, ya que solo requieren un **puerto USB 3.0** para conectarse al ordenador, y su configuración es un proceso **fácil y guiado** en todo momento.

3.1.3 Software de desarrollo de entornos virtuales.

Para llevar a cabo el desarrollo de entornos de realidad virtual que cumplan con los requisitos del proyecto, es fundamental contar con un software adecuado para diseño y programación. En la tabla 30 se presentan tres de los motores más destacados y líderes en la actualidad para la creación de entornos avanzados. Para cada uno, se detallan sus características y capacidades, lo que permitirá una comparación efectiva y una selección informada.

Tabla 30. Software de Desarrollo de Realidad Virtual

Características	Unreal Engine	Unity 3D	GameMaker
Descripción	Potente motor de desarrollo que ofrece gráficos de alta calidad y herramientas avanzadas para desarrolladores.	Motor versátil y popular que permite el desarrollo de juegos y aplicaciones en 2D y 3D.	Plataforma enfocada en el desarrollo de juegos 2D de manera accesible.
Documentación	Excelente, con tutoriales y guías completas.	Muy buena, con una gran comunidad y recursos.	Buena, aunque menos extensa que otros motores.
Codificación	C++ y `Blueprints` (sistema visual).	C# y sistema visual (Playmaker).	GML (GameMaker Language) y visual.
Calidad Gráfica	Gráficos realistas, ideal para proyectos AAA.	Buena calidad gráfica, adaptado a múltiples plataformas.	Limitada a 2D, pero con buena estética.
Características Destacadas	Integración con múltiples plataformas, marketplace de assets.	Amplia tienda de assets, comunidad activa.	Fácil de usar, ideal para principiantes.
Costo	Gratuito, royalties para ganancias.	Gratuito, licencia Pro disponible.	Licencia asequible, gratuita con limitaciones.

Al igual que para la selección del hardware de realidad virtual, en esta sección se escoge el software, utilizando como herramienta las matrices de selección y la matriz de ponderación por criterios para determinar cuál es el más apropiado para el proyecto. Para ello, se basa la decisión en diferentes criterios, y los valores a otorgar para la puntuación en cada criterio son: 1 si no se considera factible, 2 si la opción es parcialmente factible y 3 si es factible, de la siguiente manera.

Tabla 31. Criterios de Evaluación de Motores de Desarrollo

Criterios de Evaluación	**Unreal Engine**	**Unity 3D**	**GameMaker**
Facilidad de Uso	2	3	3
Facilidad de Programación	1	3	2
Compatibilidad de Plataformas	2	3	3
Costo	2	3	2
Sumatoria	7	12	10

Software de desarrollo seleccionado:

Como se observa en la Tabla 31, las tres opciones analizadas comparten características básicas similares. Sin embargo, las principales diferencias radican en el **tipo de contenido** que cada motor permite desarrollar, lo cual es un requisito fundamental para crear el sistema de entrenamiento. Por esta razón, se eligió **Unity 3D** debido a su **versatilidad**, que permite trabajar tanto con elementos de **interfaz de usuario (UI) en 2D** como con **objetos 3D**, facilitando así la creación de entornos de aprendizaje virtual.

Unity 3D presenta varias ventajas en comparación con **Unreal Engine** y **GameMaker**, entre las que destaca su **facilidad de uso** gracias a una interfaz intuitiva, que permite el manejo de diversas herramientas prácticas mediante un sistema de **arrastrar y soltar objetos** y la escritura de código. Además, cuenta con una **amplia documentación** y múltiples recursos de aprendizaje activo, lo que lo convierte en la herramienta de diseño más utilizada para este tipo de sistemas.

Otro criterio relevante es la codificación; al utilizar **C#**, solo se requiere un conocimiento básico de programación. Además, Unity 3D facilita la integración con las **gafas Meta Quest 2** al permitir la inclusión sencilla del **SDK oficial de Meta**, habilitando características como el **seguimiento de manos** y la **interacción con objetos virtuales**. Su compatibilidad con una amplia gama de plataformas refuerza su utilidad en el desarrollo del entorno de realidad virtual seleccionado.

3.1.4 Visual Studio Tools para Unity

Visual Studio Tools para Unity es una extensión gratuita que convierte a Visual Studio en una herramienta muy útil para desarrollar juegos y aplicaciones con Unity. Aunque el editor de Unity permite construir y gestionar proyectos, no facilita escribir y depurar código directamente. Gracias a esta extensión, los desarrolladores pueden aprovechar las herramientas de Visual Studio para escribir scripts en **C#** de manera más cómoda y eficiente, además de depurarlos fácilmente.

Una de las ventajas más importantes es que el compilador de Visual Studio permite identificar y corregir errores rápidamente, evitando tener que regresar constantemente al editor de Unity para verificar el código. Esto no solo **ahorra tiempo**, sino que también **mejora la productividad** en el desarrollo del proyecto, facilitando un flujo de trabajo más fluido y efectivo para quienes trabajamos con Unity.

3.1.5 Software de modelado 3D

El software de modelado 3D es esencial en la creación de entornos virtuales, ya que permite diseñar objetos y escenarios tridimensionales que enriquecen la experiencia del usuario. Estas herramientas facilitan la creación de representaciones visuales realistas, lo que mejora la interactividad y la inmersión en aplicaciones educativas, de entrenamiento y entretenimiento. Además, el modelado 3D permite personalizar y adaptar los elementos visuales a las necesidades específicas del proyecto, ofreciendo una experiencia más atractiva y efectiva.

Tabla 32. Comparación de Software de Modelado 3D

Características	Blender	3ds Max	AutoCAD
Descripción	Software de código abierto que permite modelado, animación y renderizado 3D. Ideal para proyectos creativos y de visualización.	Herramienta de modelado 3D profesional, utilizada principalmente en la industria de los videojuegos y la animación.	Herramienta CAD ampliamente utilizada en arquitectura e ingeniería, enfocada en el diseño técnico y la documentación.
Compatibilidad	Blender es versátil, pero algunos formatos (como FBX) pueden requerir ajustes al exportar/importar.	Es ampliamente compatible con estándares de la industria, pero algunas configuraciones avanzadas no siempre se transfieren bien.	Está más orientado a modelos 2D/3D para ingeniería y arquitectura, por lo que no soporta materiales o texturas complejas.
Interfaz	Interfaz personalizable, con una curva de aprendizaje pronunciada.	Interfaz intuitiva, fácil de navegar para usuarios experimentados.	Interfaz enfocada en herramientas CAD, con un flujo de trabajo estructurado.
Experiencia de Usuario	Puede ser desafiante para principiantes, pero ofrece flexibilidad y poder para usuarios avanzados.	Ideal para profesionales con experiencia en modelado 3D.	Fácil de usar para quienes están familiarizados con el diseño técnico, aunque puede ser complejo para nuevos usuarios.
Características	Modelado, escultura, animación, renderizado, herramientas de simulación, compositor de nodos.	Modelado, animación, simulación y renderizado, optimización de flujos de trabajo de diseño.	Herramientas de diseño 2D y 3D, creación de planos, modelado paramétrico y documentación.
Uso	Usado en animación, efectos visuales, videojuegos y visualización arquitectónica.	Usado en diseño de videojuegos, cine, arquitectura y visualización de productos.	Usado en arquitectura, ingeniería, construcción y diseño industrial.
Costo	Gratuito y de código abierto.	Software con licencia.	Software con licencia

Al igual que para la selección del motor de desarrollo, en esta sección se escoge el software de modelado 3D, utilizando como herramienta las matrices de selección y la matriz de ponderación por criterios para determinar cuál es el más apropiado para el proyecto. Para ello, se basa la decisión en diferentes criterios, y los valores a otorgar para la puntuación en cada criterio son: 1 si no se considera factible, 2 si la opción es parcialmente factible y 3 si es factible, de la siguiente manera.

Tabla 33. Criterios de Evaluación de Software de Modelado 3D

Criterios de Evaluación	**Blender**	**3ds Max**	**AutoCAD**
Compatibilidad	3	2	3
Costo	3	2	2
Curva de Aprendizaje	3	2	2
Sumatoria	9	6	7

Software de modelado 3D seleccionado:

Como se observa en la Tabla 33, la opción más adecuada para el desarrollo del entorno virtual es **Blender**, un software multiplataforma diseñado especialmente para el **modelado**, **iluminación**, **renderizado**, **animación** y la creación de gráficos en tres dimensiones. También permite la **composición digital mediante nodos**, el **seguimiento de movimiento**, la **edición de video** y la **animación en 2D**, lo que lo convierte en una herramienta completa y versátil para proyectos creativos.

Blender fue seleccionado como la herramienta de modelado 3D para este proyecto debido a su capacidad para ofrecer un **flujo de trabajo creativo completo**. Aunque es una herramienta profesional que presenta cierta complejidad al requerir conocimientos básicos en modelado 3D, cuenta con un **potente conjunto de herramientas** para el **modelado y la escultura tridimensional**, lo cual lo hace ideal para desarrollar entornos detallados y realistas.

Además, su **carácter de software de código abierto, gratuito y multiplataforma** lo posiciona como una **opción viable y accesible** frente a los programas de diseño 3D comerciales. Un aspecto fundamental es su **fácil integración con Unity**, ya que

permite exportar modelos en formatos compatibles como **FBX** y **OBJ**, asegurando una transferencia sencilla de objetos 3D al motor de desarrollo, lo que facilita su implementación en el entorno virtual.

3.1.6 Metodologías de Enseñanza

Elegir una metodología de enseñanza adecuada para un entorno virtual es esencial para asegurar que el aprendizaje sea efectivo, atractivo y se ajuste a las necesidades de los usuarios. Una metodología bien seleccionada proporciona una estructura que guía a los usuarios a través del contenido, facilitando la comprensión y aplicación de los conocimientos en contextos simulados o prácticos. Además, permite diseñar experiencias que retengan el interés de los usuarios, promoviendo un aprendizaje activo y motivador que mejora tanto la retención de información como el desarrollo de habilidades prácticas, especialmente en un entorno de inmersión virtual.

Tabla 34. Comparación de Metodologías de Enseñanza en Videojuegos y Entornos Virtuales

Características	Aprendizaje Basado en Juegos (GBL)	Aprendizaje Basado en Problemas (PBL)	Aprendizaje Experiencial	Aprendizaje Basado en Errores
Descripción	Integra elementos de juego con objetivos educativos para una experiencia práctica.	Presenta problemas complejos en un contexto de juego para fomentar la resolución colaborativa.	Aprendizaje a través de simulación y práctica directa en un entorno seguro.	Fomenta el aprendizaje a través de la experimentación y corrección de errores en un entorno controlado.
Enfoque	Centrado en habilidades prácticas y resolución de problemas.	Desarrolla pensamiento crítico y habilidades colaborativas.	Desarrolla habilidades a través de experiencias simuladas.	Desarrolla habilidades de resolución de problemas mediante la reflexión sobre errores y el aprendizaje de ellos.
Beneficios	Mejora la retención y aplicación de conceptos.	Fortalece el trabajo en equipo y la aplicación práctica del conocimiento.	Proporciona un entorno seguro para la práctica de habilidades complejas.	Incrementa la capacidad de análisis y adaptación, promueve la resiliencia y fomenta el aprendizaje profundo.
Desafíos	Requiere recursos para el desarrollo de contenido de juego educativo.	Necesita buena estructura para guiar a los estudiantes.	Requiere simulaciones bien diseñadas para ser efectivas.	Puede generar frustración en estudiantes si no se gestiona bien la retroalimentación y el apoyo.
Aplicación	Usado en ciencias, matemáticas, idiomas, y habilidades prácticas.	Ideal en medicina, ingeniería y ciencias aplicadas.	Aplicado en entrenamientos técnicos y de habilidades blandas.	Común en entrenamiento técnico, educación profesional y desarrollo de habilidades prácticas.

En esta sección se seleccionará la metodología de enseñanza más adecuada para el proyecto, utilizando una matriz de selección y una matriz de ponderación por criterios como herramientas de evaluación. Esta metodología permitirá analizar las opciones en función de diversos criterios relevantes para el entorno de aprendizaje planteado. Los valores asignados a cada criterio serán: 1 si la opción no es factible, 2 si es parcialmente factible y 3 si es completamente factible. Con base en esta evaluación, se determinará la metodología que mejor se alinee con los objetivos del proyecto.

Tabla 35. Criterios de Evaluación de Metodologías de Enseñanza

Criterios de Evaluación	**Aprendizaje Basado en Juegos (GBL)**	**Aprendizaje Basado en Problemas (PBL)**	**Aprendizaje Experiencial**	**Aprendizaje Basado en Errores**
Facilidad de Implementación	2	2	3	2
Relevancia para el Proyecto	2	2	3	2
Adaptabilidad a Distintos Contenidos	2	3	2	3
Sumatoria	6	7	8	7

Metodología de Enseñanza seleccionada:

Como se observa en la Tabla 35, el **aprendizaje experiencial** se presenta como una opción adecuada debido a su enfoque en la **práctica activa** y la **reflexión**, lo que permite a los estudiantes participar en actividades que simulan situaciones reales. Esta metodología promueve el desarrollo de habilidades al aplicar el **conocimiento teórico** en contextos concretos y enfrentar problemas prácticos.

En un **entorno virtual de aprendizaje**, el aprendizaje experiencial resulta especialmente beneficioso, ya que brinda la oportunidad de **practicar habilidades** y experimentar situaciones difíciles o arriesgadas en un **ambiente seguro**. La simulación en un entorno controlado no solo **reduce riesgos**, sino que también facilita la **retroalimentación inmediata**, lo que incrementa la comprensión y retención del conocimiento, fomenta la autonomía y contribuye a un aprendizaje **profundo y**

significativo.

Además, la combinación del aprendizaje experiencial con la **realidad virtual** permite trabajar de manera integrada, proporcionando a los estudiantes una experiencia **inmersiva** en la que pueden interactuar directamente con el contenido y resolver problemas en tiempo real. Esta integración refuerza el aprendizaje práctico al permitirles experimentar y repetir tareas hasta dominarlas, creando un espacio donde teoría y práctica se complementan de manera efectiva para fortalecer sus habilidades.

3.2 Desarrollo del Proyecto

Fase 1: Concepto

- **Identificación de la necesidad de un entorno virtual para el aprendizaje en la conexión de motores trifásicos y monofásicos**

Como se ha mencionado en los antecedentes investigativos, la realidad virtual se destaca como una herramienta clave en el aprendizaje debido a su capacidad para proporcionar entornos inmersivos, interactivos y adaptativos. Esta tecnología permite simular situaciones reales de manera segura y controlada, facilitando la comprensión de conceptos complejos y el desarrollo de habilidades técnicas. Además, promueve una mayor participación y motivación en los procesos de formación, consolidándose como un recurso eficaz para complementar los métodos de enseñanza tradicionales.

La creación de entornos virtuales para el aprendizaje se considera esencial en el contexto actual, ya que proporciona una experiencia educativa inmersiva y altamente atractiva. En el ámbito industrial, estos entornos permiten replicar procesos complejos sin el riesgo de dañar materiales costosos o equipos delicados durante el entrenamiento. Al ofrecer una simulación realista y segura, los usuarios pueden desarrollar y perfeccionar habilidades técnicas con mayor confianza, optimizando el aprendizaje y reduciendo los costos asociados a errores en escenarios físicos. Esto convierte a los entornos virtuales en una herramienta clave para el aprendizaje.

- **Definición de requerimientos del entorno virtual**

Para la definición de los requerimientos del entorno virtual, se han empleado encuestas y entrevistas como herramientas principales para la recolección de información, permitiendo comprender las necesidades específicas de los usuarios. Los resultados obtenidos a través de las encuestas se encuentran en la seccion 2.1.3, mientras que el análisis de las entrevistas está detallado en las tablas 24 y 25. Los requerimientos finales, derivados de esta información, están organizados en el Anexo C bajo la especificación de requisitos de software, siguiendo el estándar IEEE 830-1998. Este enfoque asegura que el desarrollo del entorno virtual esté fundamentado en un análisis exhaustivo y alineado con los objetivos planteados.

- **Generación de ideas y diseño de la propuesta del entorno virtual.**

Aquí se desarrollarán prototipos visuales para los diseños de los paneles del entorno virtual. Estos modelos permitirán obtener una visualización preliminar de la estructura de la interfaz del entorno, así como de las interacciones entre el usuario y los componentes. Esto facilitará guiar al usuario de manera efectiva durante su experiencia en el entorno virtual.

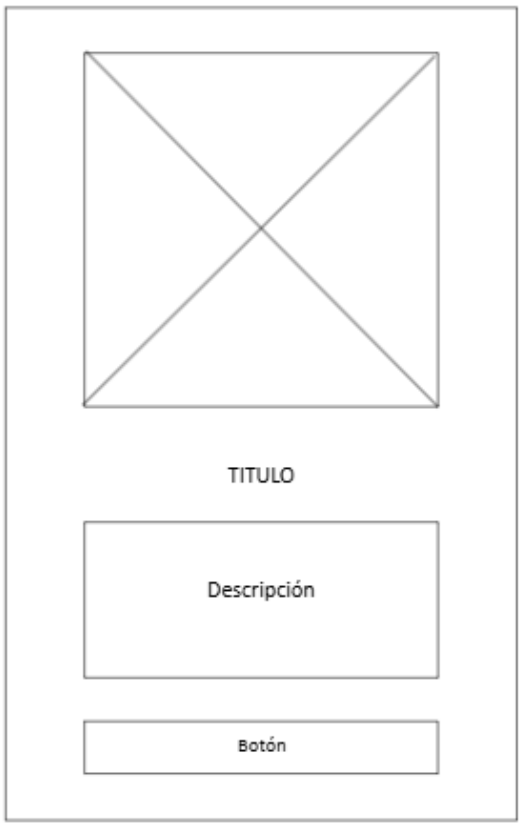


Figura 16. Diseño de Paneles - Guía para el usuario.

En la figura 16, al iniciar el entorno virtual, el usuario tiene acceso a paneles introductorios o guías diseñados para facilitar su familiarización con los controles y el seguimiento de manos.



Figura 17. Diseño de Paneles - Información sobre un objeto.

En la figura 17, este panel dentro del entorno virtual ofrece información sobre el objeto, ayudando al usuario a comprender cómo se utiliza dentro del entorno virtual.



Figura 18. Diseño de Paneles - Menu.

En la figura 18, se presenta un menú que permitirá al usuario cambiar entre diferentes escenas del entorno virtual y también ofrecerá la opción de salir de la aplicación, facilitando la navegación y el control dentro del entorno.

Fase 2: Planificación

- **Estimación de plazo de desarrollo**

Tabla 36. Planificación de Desarrollo

Etapa	Fechas	Actividades
Concepto	02-09-2024 09-09-2024	Identificar la necesidad del uso de la realidad virtual como herramienta complementaria en la conexión de motores trifásicos y monofásicos, Investigación bibliográfica, Elaboración de las entrevistas y encuestas.
	09-09-2024 16-09-2024	Aplicación de entrevistas a expertos, docente de la asignatura de máquinas eléctricas y técnico de laboratorio FISEI.
	16-09-2024 23-09-2024	Encuestas a estudiantes.
	23-09-2024 30-09-2024	Tabulación de los datos recolectados.
	30-09-2024	Procesamiento y análisis de los datos recolectados.
Planificación	01-10-2024 07-10-2024	Investigación de tecnologías para el desarrollo de un entorno virtual.
	07-10-2024 14-10-2024	Documentación y selección de un dispositivo de realidad virtual.
	14-10-2024 21-10-2024	Documentación y selección de un software de desarrollo para realidad virtual.
	21-10-2024 24-10-2024	Documentación y selección de un software de modelado 3D.
	24-10-2024 28-10-2024	Documentación y selección de una metodología de enseñanza.
	28-10-2024	Documentación y selección de una metodología de desarrollo.
Elaboración	04-11-2024 11-11-2024	Modelado 3D de objetos y escenarios, diseño de la arquitectura del entorno virtual, desarrollo del sistema del entorno virtual, incluyendo la detección de colisiones en objetos y jugador.
	11-11-2024	Desarrollo de interfaces de Usuario (UI).
	18-11-2024 25-11-2024	Integración de SDK OpenXR para el personaje y el seguimiento de manos, creación de elementos de apoyo como tablets, monitor y pizarra para guiar al estudiante en las conexiones eléctricas, edición de efectos de sonido para acciones y eventos en el entorno virtual.
	25-11-2024	Realizar pruebas del entorno virtual para identificar errores y problemas de rendimiento, solucionar errores encontrados y optimizar código y recursos.
Beta	02-12-2024 09-12-2024	Preparación de una versión del entorno virtual jugable para un grupo limitado de estudiantes, pruebas de la versión beta con los estudiantes.
	09-12-2024 16-12-2024	Revisión de comentarios de los usuarios e información relevante, identificación de areas de mejora y realización de cambios en diseño, jugabilidad y conexiones.
Cierre	16-12-2024 20-12-2025	Recopilación de comentarios y reseñas de los usuarios mediante encuestas para evaluar la satisfacción general, medición del aprendizaje obtenido a través de pruebas pre y post con el grupo experimental y de control.

- **Identificación de los recursos necesarios para el desarrollo del entorno virtual.**

Tabla 37. Presupuesto Estimado de la elaboración .

MATERIALES			
Recursos	**Cantidad**	**Costo unitario $**	**Costo total $**
Transporte (viajes)	48	$0.60	$28.80
Laptop	1	$0.00	$0.00
Celular	1	$0.00	$0.00
Resma de hojas de papel bond	1	$5.00	$5.00
Esferográficos	2	$0.60	$1.20
Internet	6	$38.00	$228.00
Electricidad	6	$35.00	$210.00
Dispositivo de Realidad Virtual	1	$233.00	$233.00
		TOTAL	$706

- **Diseño de la Arquitectura y de flujo del entorno virtual**

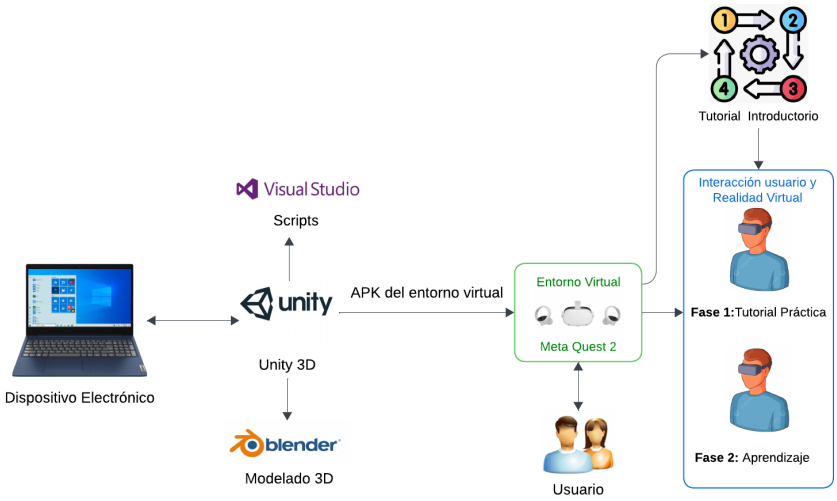


Figura 19. Arquitectura del Entorno virtual

Para la arquitectura del entorno virtual, los objetos serán modelados en Blender 3D y exportados en formato FBX hacia Unity 3D, donde se integrarán en el entorno. Los scripts necesarios serán desarrollados en Visual Studio Tools y enviados a Unity de la misma manera. Desde Unity, se compilará el sistema y se enviará un archivo APK del proyecto a las gafas de realidad virtual Meta Quest 2. El usuario tendrá un tutorial obligatorio para el uso del controlador y el seguimiento de manos. Esta escena es importante para evaluar el bienestar del usuario, ya que el uso de las gafas de realidad virtual puede provocar mareos o dolores de cabeza en algunas personas. Si se detecta que el usuario presenta estos síntomas, se procederá a quitarle las gafas de manera inmediata.

Dentro del entorno virtual, el usuario podrá manipular objetos, interactuar con ellos y moverse libremente por el escenario. El entorno se divide en dos fases: la primera fase corresponderá a la práctica con un tutorial integrado, mientras que la segunda fase estará enfocada en el aprendizaje autónomo sin la asistencia del tutorial. Esta estructura permitirá al usuario familiarizarse con los controles y, posteriormente, poner en práctica lo aprendido de forma independiente.

Es importante destacar que se aprovecharán los recursos de las gafas Meta Quest 2 para transmitir la experiencia a un computador, permitiendo que el docente supervise en tiempo real. Esto asegura que el docente pueda monitorear el desempeño del usuario mientras interactúa con el entorno virtual, identificando errores, corrigiendo en tiempo real y brindando retroalimentación inmediata. De esta manera, se replica el modelo tradicional de enseñanza práctica, pero con el beneficio adicional de integrar tecnologías inmersivas que no solo potencian el aprendizaje, sino que también facilitan un seguimiento más detallado y preciso de las actividades del usuario. Además, esta característica garantiza que el docente mantenga un rol activo durante la práctica, optimizando el proceso de enseñanza y aprendizaje en un entorno virtual seguro y controlado.

Fase 3: Elaboración

- **Creación de los modelos en 3D de los objetos y escenarios del entorno virtual**



(a) Imagen real (b) Imagen entorno virtual

Figura 20. FISEI - Bloque 1

Se realizó el modelado 3D de la facultad de ingeniería en sistemas, electrónica e industrial, bloque 1, con el objetivo de permitir que el usuario se familiarice con los controles y pueda orientarse correctamente dentro del entorno virtual. Este modelado facilita la navegación dentro del entorno virtual, permitiendo al usuario dirigirse hacia el laboratorio correspondiente para realizar las actividades de aprendizaje y práctica.

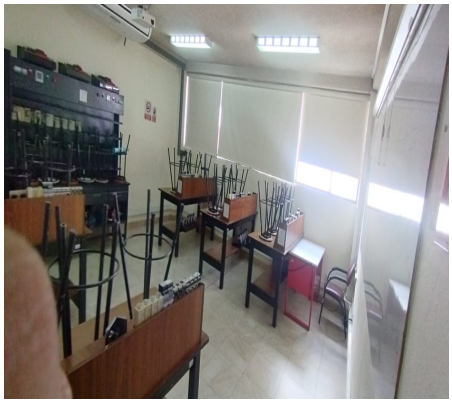


(a) Imagen real



(b) Imagen entorno virtual

Figura 21. Entrada Laboratorio Máquinas Eléctricas

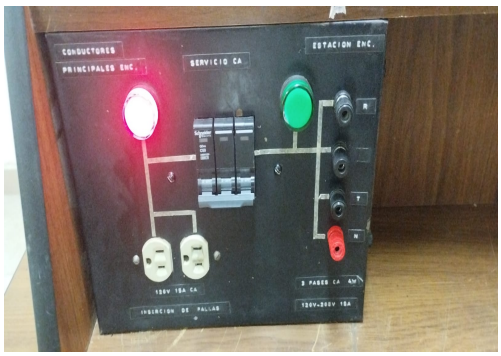


(a) Imagen real

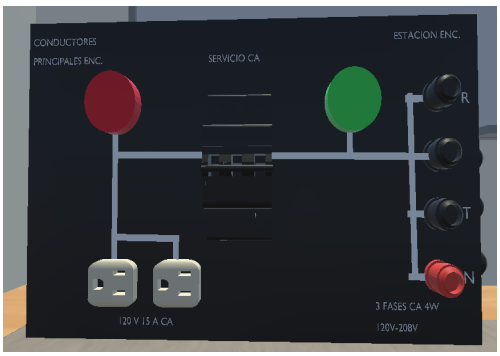


(b) Imagen entorno virtual

Figura 22. Laboratorio Máquinas Eléctricas



(a) Imagen real

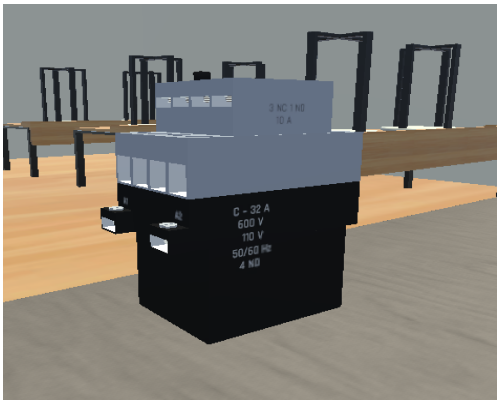


(b) Imagen entorno virtual

Figura 23. Fuente de voltaje.

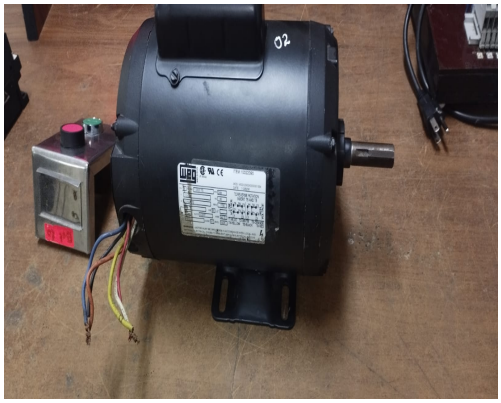


(a) Imagen real



(b) Imagen entorno virtual

Figura 24. Contactor.

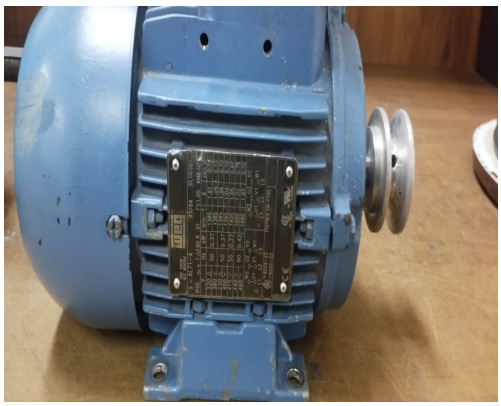


(a) Imagen real

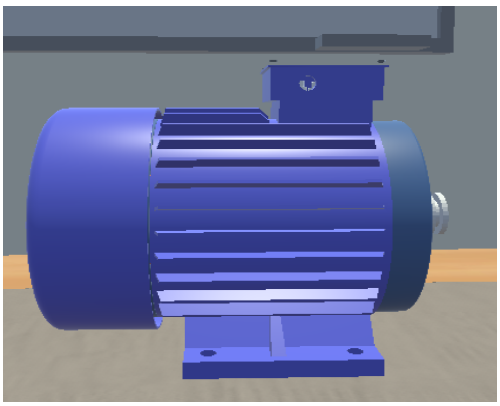


(b) Imagen entorno virtual

Figura 25. Motor Monofásico.



(a) Imagen real

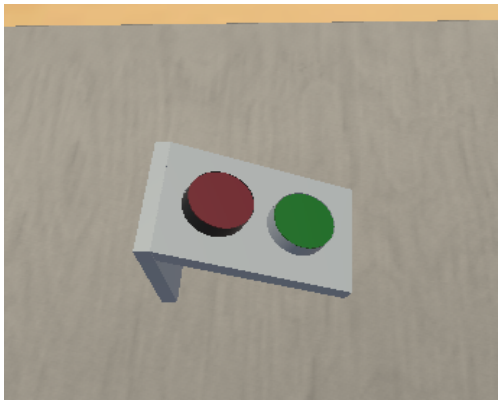


(b) Imagen entorno virtual

Figura 26. Motor trifásico.



(a) Imagen real

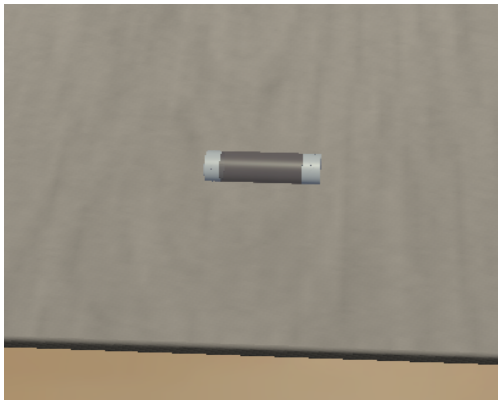


(b) Imagen entorno virtual

Figura 27. Pulsador



(a) Imagen real



(b) Imagen entorno virtual

Figura 28. Fusible

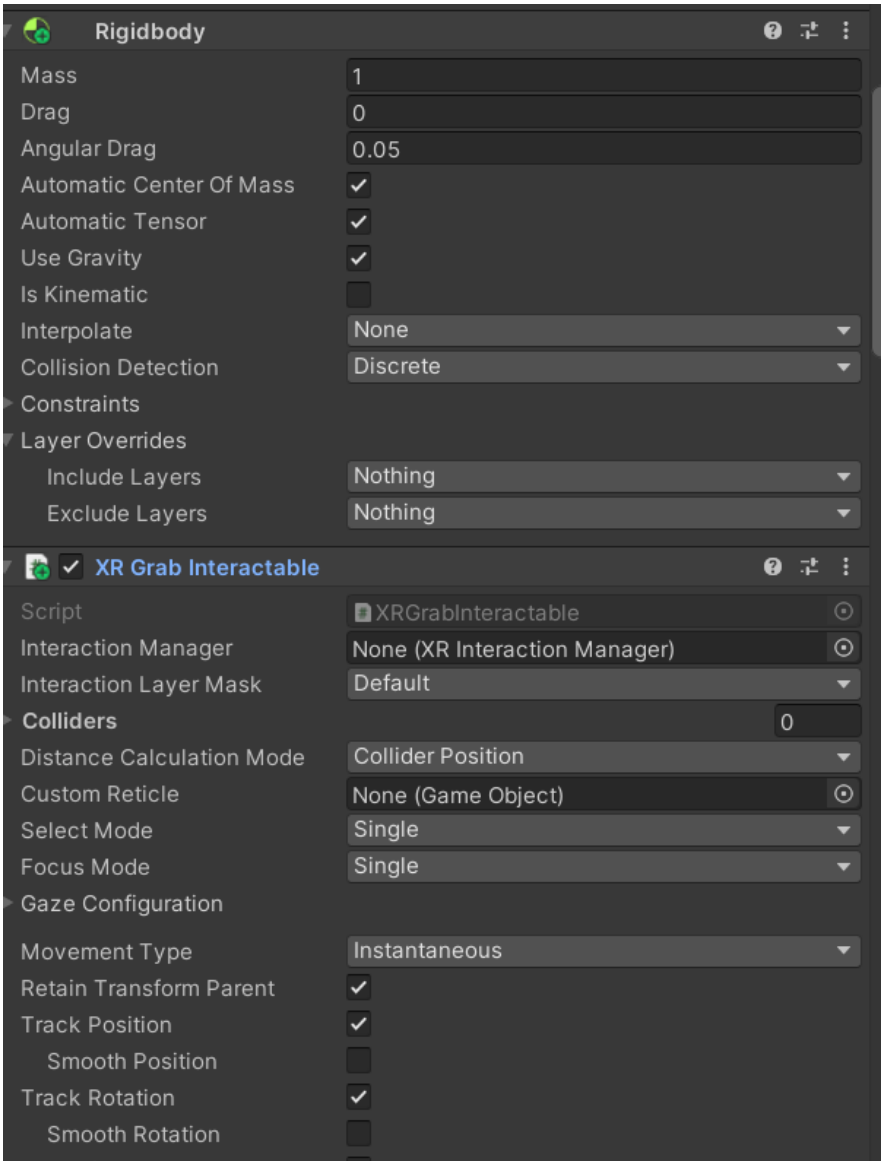


Figura 29. Componentes para la interacción con objetos

Un Rigidbody en Unity es un componente que permite a un objeto tener propiedades físicas, como la gravedad, la fricción y las colisiones, lo que le da un comportamiento dinámico en el espacio. Por otro lado, un XR Grab Interactable es un componente utilizado en entornos de realidad extendida (XR) que permite a los usuarios interactuar con objetos virtuales mediante la acción de agarre, facilitando la manipulación de estos objetos a través de controladores o seguimiento de manos.

- **Implementación de la lógica del entorno virtual**

Todos los scripts creados y los GameObjects implementados abarcan la funcionalidad de los controladores, el seguimiento de manos y las interacciones con los objetos para que funcione correctamente, permitiendo un desarrollo adecuado.

- **Implementación de XR Origin**

Un XR Origin es un componente en Unity utilizado para configurar el origen y el sistema de coordenadas en aplicaciones de realidad extendida (XR). Este componente establece el punto de referencia principal desde el cual se miden todas las interacciones en el espacio virtual, como el movimiento del usuario y la posición de los objetos, permitiendo que el usuario se desplace e interactúe dentro del entorno virtual de manera natural y precisa.

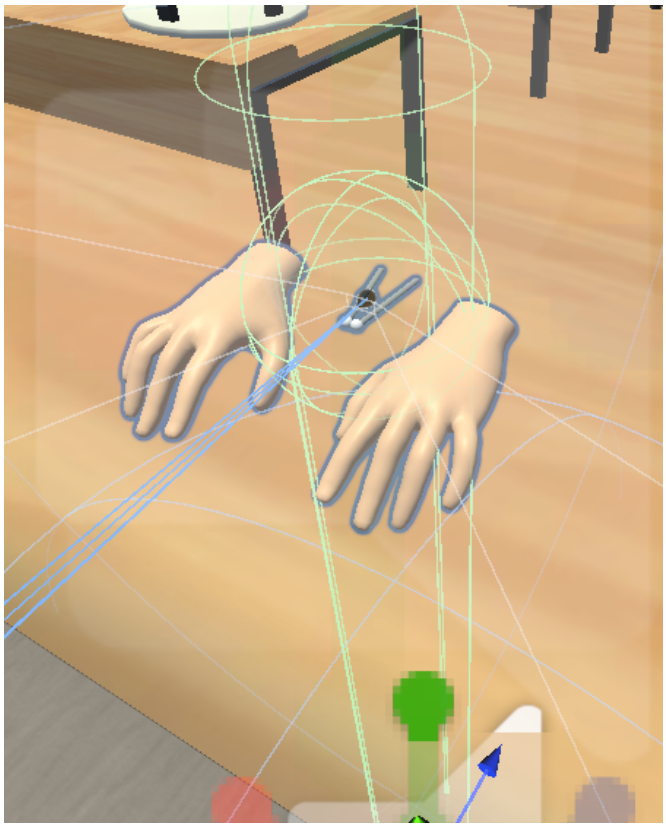


Figura 30. XR Origin

- **Implementación del seguimiento de manos**

Para implementar el seguimiento de manos con el XR Interaction Toolkit y OpenXR, primero se debe agregar una librería conocida como XR Hands. Una vez obtenida la librería, Unity permitirá integrar un XR Origin que tenga la implementación del seguimiento de manos. Después, es necesario habilitar el Hand Tracking Subsystem dentro de los OpenXR Feature Groups para que las gafas de realidad virtual detecten el seguimiento de manos.

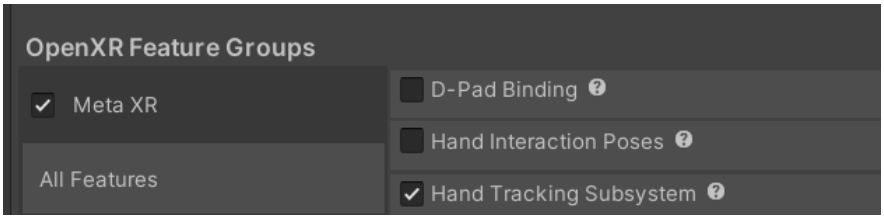


Figura 31. Integracion del seguimiento de Manos

- **Diseño y programación de la interfaz gráfica de usuario.**

La integración de una interfaz de usuario (UI) mediante Canvas en Unity permite crear y gestionar elementos visuales como botones, textos, imágenes y paneles dentro del entorno del juego o aplicación. El Canvas actúa como un contenedor para todos los elementos UI, asegurando que se rendericen correctamente en la pantalla. Para implementarlo, se debe crear un objeto Canvas en la escena y agregar los elementos UI necesarios como hijos de este. Unity ofrece dos modos de renderizado: Screen Space - Overlay, donde la UI se renderiza sobre la escena, y Screen Space - World Space, donde la UI se asocia con una cámara específica. Este sistema facilita la creación de interfaces interactivas dentro del entorno virtual, permitiendo la integración de menús, botones de navegación y otros controles esenciales para la experiencia del usuario.



Figura 32. Ejemplo Canvas dentro del Entorno Virtual.

- **Tutorial Introductorio**

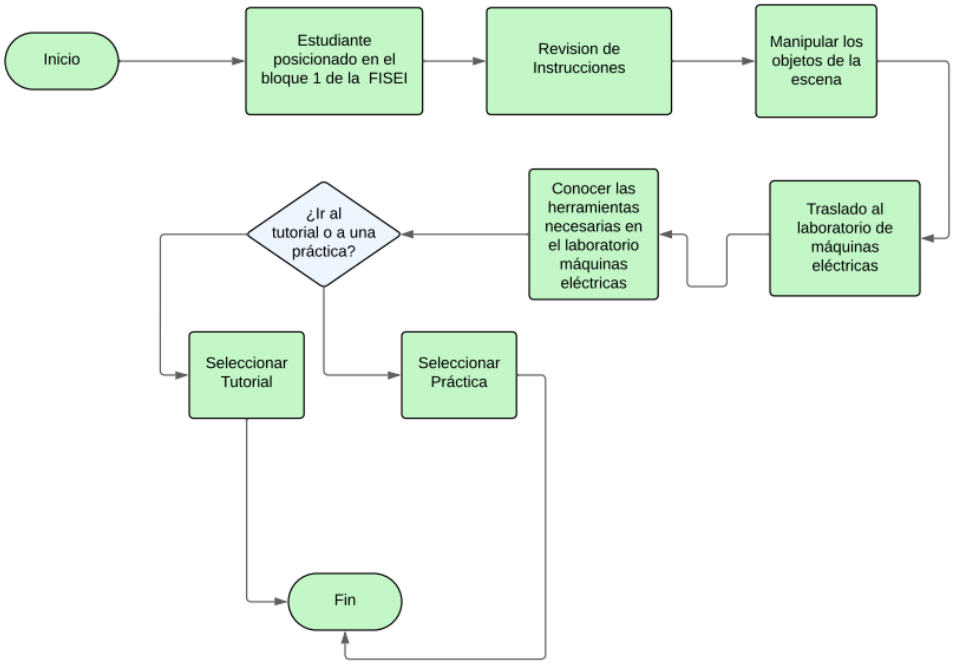


Figura 33. Diagrama del flujo Tutorial Introductorio.

El tutorial introductorio está diseñado para ayudar a los estudiantes a familiarizarse con los **controles de las gafas Meta Quest** y aprender a activar el **seguimiento de manos**, permitiendo así la manipulación directa de los objetos presentes en el laboratorio de máquinas eléctricas. A través de esta escena inicial, los usuarios podrán practicar cómo interactuar con los componentes virtuales, trasladarse entre las diferentes escenas del entorno y explorar de manera segura las herramientas disponibles.

Además, este tutorial tiene como objetivo **evaluar la adaptación del estudiante al entorno de realidad virtual**, identificando posibles complicaciones como **mareos o incomodidades**. De esta manera, se busca asegurar una experiencia cómoda y efectiva antes de que los estudiantes comiencen con las prácticas más complejas dentro del entorno virtual.

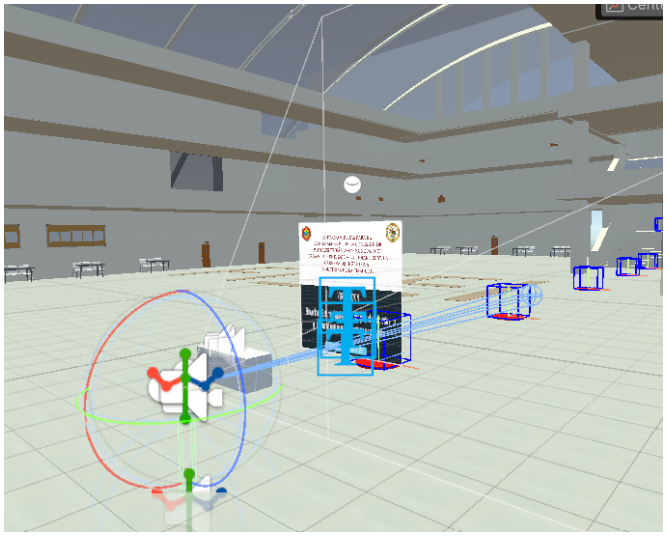


Figura 34. Estudiante posicionado en el bloque 1 FISEI.

Una vez finalizada la introducción, el estudiante tendrá acceso a un **menú principal** donde podrá seleccionar la opción de trasladarse a una **escena de tutorial** para continuar aprendiendo los conceptos básicos o a una **escena de práctica** para aplicar lo aprendido en situaciones simuladas. Este menú permite al usuario elegir su próximo paso de manera intuitiva, facilitando la navegación dentro del entorno virtual y adaptando la experiencia a su ritmo de aprendizaje.



Figura 35. Menu principal para cambio de escena.

- **Fase 1 Arquitectura: Tutorial**

Se implementaron cuatro tutoriales diseñados específicamente para guiar al estudiante en el proceso de aprendizaje. Estos tutoriales son:

- **Tutorial: Arranque de Motor Monofásico**
- **Tutorial: Arranque de Motor Trifásico**
- **Tutorial: Autoenclavamiento y Paro de Motor Monofásico**
- **Tutorial: Autoenclavamiento y Paro de Motor Trifásico**

Cada tutorial está estructurado en una serie de pasos organizados de forma clara y ordenada. Estos pasos se marcarán como **"Cumplido"** o **"No cumplido"**, lo que permitirá al estudiante llevar un seguimiento visual de su progreso.
El propósito de esta estructura es proporcionar una guía que facilite la realización de las conexiones eléctricas de manera correcta, asegurando un **aprendizaje lineal y estructurado**. Esto no solo ayuda a reforzar la comprensión de los procedimientos, sino que también garantiza que el estudiante pueda avanzar paso a paso en la simulación, consolidando su aprendizaje en un entorno práctico y controlado.

- **Tutorial: Arranque de Motor Monofásico**

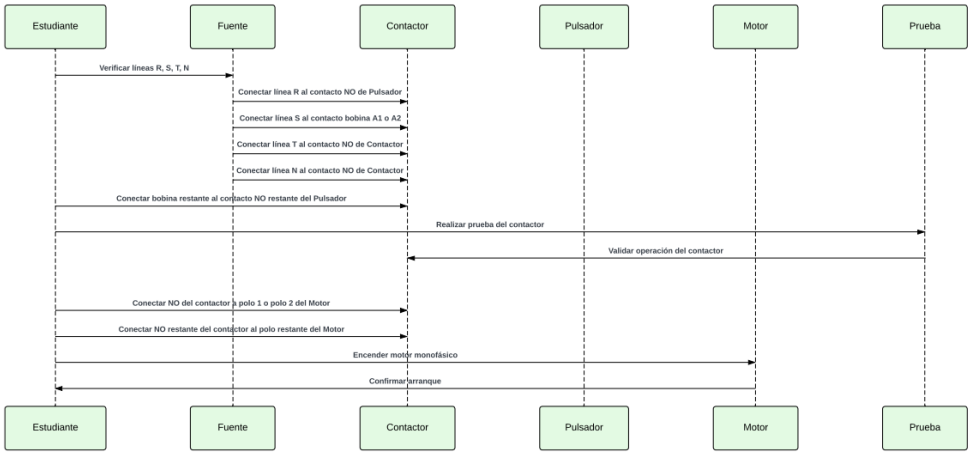


Figura 36. Diagrama de secuencia Arranque de Motor Monofásico

Para realizar la conexión para la prueba del contactor, se establece un circuito siguiendo los pasos definidos en el diagrama de secuencia. En este proceso, la Línea R se conecta al contacto normalmente abierto del pulsador, mientras que la Línea S se conecta a uno

de los terminales de la bobina del contactor (A1 o A2). Por su parte, las Líneas T y N se conectan a los contactos principales normalmente abiertos del contactor. El contacto de la bobina restante del contactor se conecta al contacto normalmente abierto que queda del pulsador. Una vez que estas conexiones están completas, se procede a realizar la prueba del contactor para verificar que funcione correctamente.

Para el arranque del motor monofásico, se realiza la conexión entre el contactor y el motor. Los contactos principales normalmente abiertos del contactor se conectan a las terminales de las bobinas del motor. Con estas conexiones, al activar el boton del pulsador, el motor monofásico se enciende, completando la conexión eléctrica.

- **Tutorial: Autoenclavamiento y Paro de Motor Monofásico**

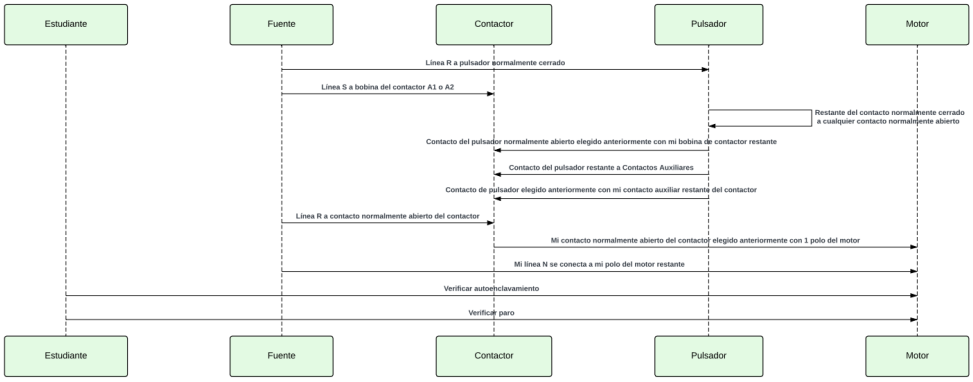


Figura 37. Diagrama de secuencia Autoenclavamiento y Paro de Motor Monofásico

Para realizar la conexión para el arranque del motor monofásico con autoenclavamiento, se sigue el procedimiento indicado en el diagrama de secuencia. En primer lugar, la Línea R se conecta al contacto normalmente cerrado del pulsador. Desde el contacto restante del pulsador normalmente cerrado, se conecta a uno de los contactos del pulsador normalmente abierto. Este contacto normalmente abierto elegido se conecta al terminal restante de la bobina del contactor (A1 o A2). Además, el otro contacto del pulsador normalmente abierto se conecta a los contactos auxiliares del contactor. Por último, el contacto auxiliar restante del contactor se une al contacto previamente seleccionado del pulsador.

Posteriormente, la Línea R se conecta a un contacto principal normalmente abierto del contactor. Desde este contacto, se establece una conexión con una de las terminales de las bobinas del motor. Finalmente, la Línea N se conecta a la terminal restante de la bobina del motor.

Cuando se activa el botón verde del pulsador, el motor monofásico se enciende y permanece funcionando gracias al autoenclavamiento, para detener el motor, se acciona el botón rojo del pulsador, interrumpiendo el circuito y apagando el motor de forma segura.

- **Tutorial: Arranque de Motor Trifásico**

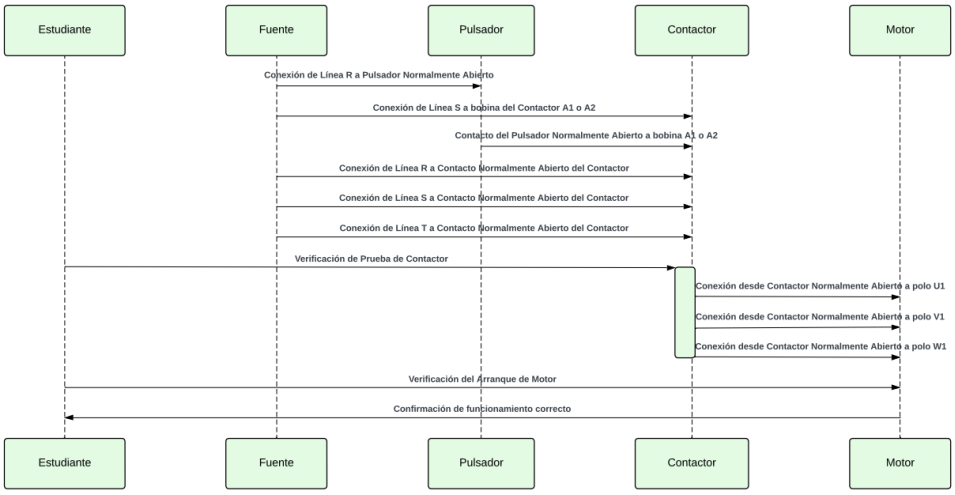


Figura 38. Diagrama de secuencia Arranque de Motor Trifásico

Para realizar la conexión y prueba del contactor, se comienza conectando la Línea R a un pulsador normalmente abierto, mientras que la Línea S se conecta a uno de las terminales de la bobina del contactor (A1 o A2). El otro contacto del pulsador normalmente abierto se conecta al extremo restante del terminal de la bobina del contactor. Posteriormente, las líneas R, S y T se conectan a los contactos principales normalmente abiertos del contactor.

Para el arranque del motor trifásico, los contactos principales normalmente abiertos del contactor se conectan a las terminales de las bobinas motor, identificados como U1, V1 y W1. Esta configuración permite probar el contactor y asegura que el motor arranque de manera segura y eficiente.

- **Tutorial: Autoenclavamiento y Paro de Motor Trifásico**

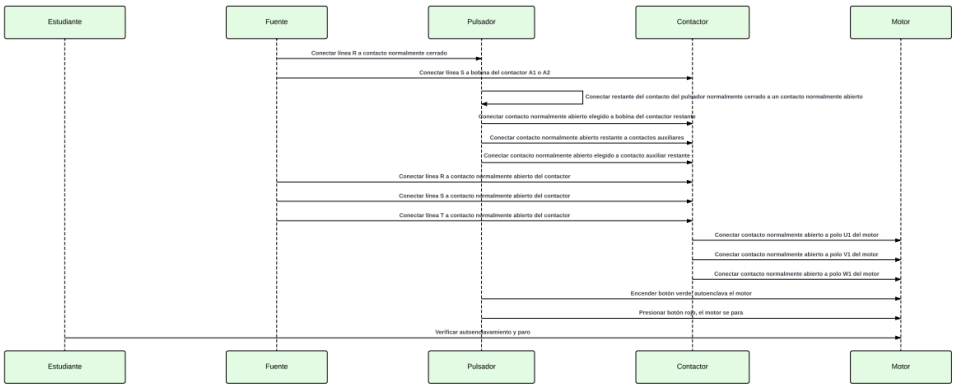


Figura 39. Diagrama de secuencia Autoenclavamiento y Paro de Motor Trifásico

Para realizar la conexión y permitir el arranque del motor trifásico con autoenclavamiento, se inicia conectando la Línea R a un pulsador normalmente cerrado, y desde este contacto al pulsador normalmente abierto. Este último se conecta a la terminal de la bobina del contactor (A1 o A2). El contacto restante del pulsador normalmente abierto se conecta a los contactos auxiliares del contactor, completando el circuito de control. Luego, las líneas R, S y T se conectan a los contactos principales normalmente abiertos del contactor.

Finalmente, los contactos principales normalmente abiertos del contactor se conectan a las terminales de las bobinas del motor (U1, V1 y W1). Con esta configuración, el motor se autoenclava cuando se activa el botón verde del pulsador, manteniéndose encendido. Si se presiona el botón rojo, el circuito se interrumpe y el motor se detiene, asegurando un control seguro y eficiente.

- **Guías Interactivas del Entorno Virtual**

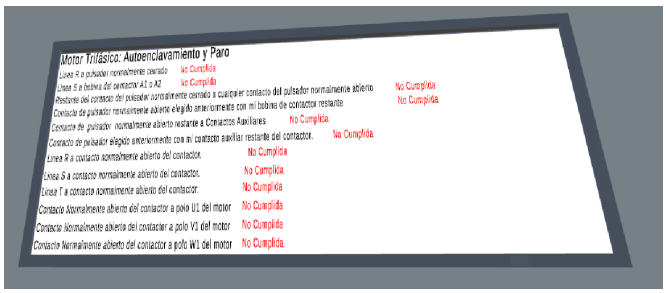


Figura 40. Guía interactiva secuencia de conexiones eléctricas

Como se muestra en la figura 40, se presenta un pizarrón interactivo que servirá como apoyo en los procesos guía de las conexiones eléctricas. Dentro de cada tutorial del

entorno virtual se incluirán diferentes guías diseñadas para facilitar el aprendizaje del estudiante. Estas guías ofrecen instrucciones claras y visuales sobre los pasos a seguir, las conexiones que deben realizarse y las herramientas necesarias para completar cada tarea. De esta manera, el estudiante podrá orientarse fácilmente durante el proceso, asegurando una comprensión adecuada de las actividades y promoviendo un aprendizaje autónomo y estructurado.

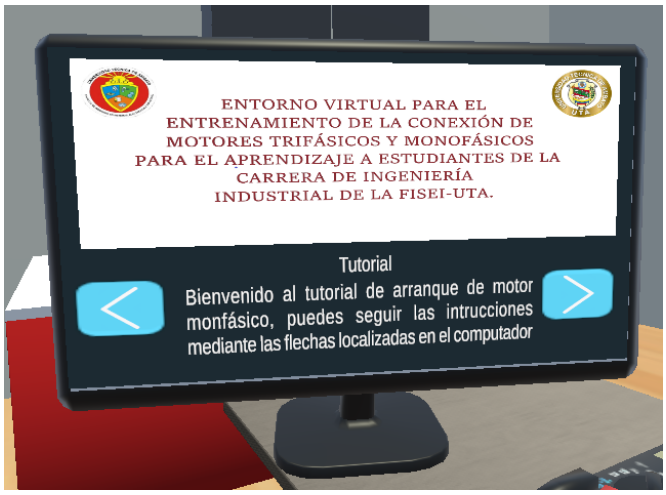


Figura 41. Monitor de Ayuda dentro del Tutorial

Una vez iniciado cualquiera de los tutoriales, el estudiante tendrá acceso a un monitor donde podrá visualizar paso a paso las conexiones que se deben realizar. Esta herramienta permitirá al estudiante avanzar al siguiente paso cuando esté listo o retroceder en caso de que algún procedimiento no haya quedado claro. De esta manera, se facilita el aprendizaje al brindar una guía continua y flexible, asegurando que el estudiante pueda seguir el proceso a su propio ritmo y comprender cada conexión correctamente.

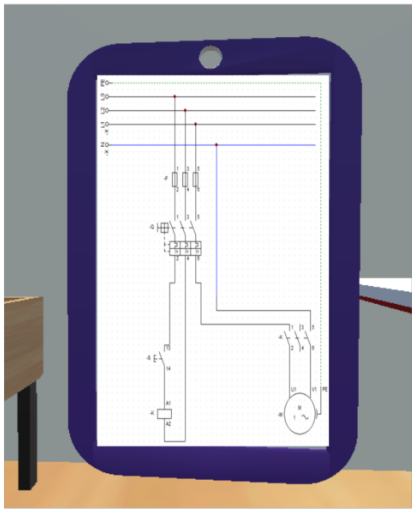


Figura 42. Diagrama de Conexión del Tutorial

En cada tutorial, el estudiante tendrá la posibilidad de visualizar el diagrama de conexión correspondiente al tutorial elegido. Se incluye en el tutorial para facilitar la comprensión de las conexiones a realizar. Para que la información sea aún más clara y accesible, el diagrama de conexión está diseñado utilizando la herramienta Cade Simu, lo que permite representar de manera detallada y ordenada los pasos necesarios. De esta forma, el estudiante podrá comparar el esquema teórico con la práctica dentro del entorno virtual, asegurando una mejor comprensión y ejecución de las conexiones eléctricas.



Figura 43. Tablet interactiva para la selección del motor

En el entorno virtual, habrá una tablet interactiva donde el estudiante podrá seleccionar el motor correspondiente a la conexión del tutorial elegido. Esta decisión se tomó porque manejar cables dentro de Unity puede resultar complicado, especialmente

cuando se trata de cables muy finos y pequeños, como los que se utilizan en este tipo de conexiones. Realizar las conexiones directamente por el estudiante podría generar dificultades técnicas y afectar el desarrollo del aprendizaje.

La justificación principal de esta herramienta es ofrecer una alternativa más clara y sencilla, permitiendo que el estudiante pueda visualizar el motor y su esquema de conexión sin complicaciones. De esta manera, se facilita el proceso de aprendizaje, evitando los problemas que surgen al intentar manipular cables complejos en un entorno virtual.

- **Implementación de la lógica de las conexiones eléctricas.**

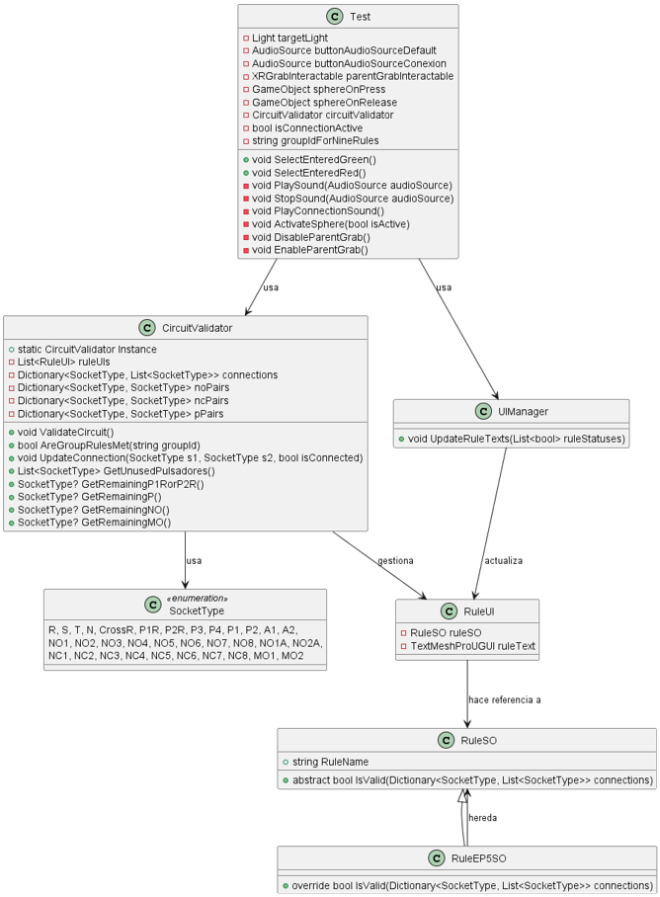


Figura 44. Diagrama UML de la lógica de las conexiones eléctricas

Para las conexiones eléctricas en el entorno virtual, se hace uso de la propiedad Socket Interactor, una funcionalidad que permite detectar e interactuar con los puntos de conexión de forma precisa. Esta propiedad facilita que los objetos, como cables y terminales, puedan ”encajar” correctamente en los puntos específicos, simulando de manera intuitiva el proceso de conexión eléctrica. De esta forma, el sistema reconoce

cuando una conexión se ha realizado de manera correcta o incorrecta, brindando una experiencia más clara y organizada para el estudiante.

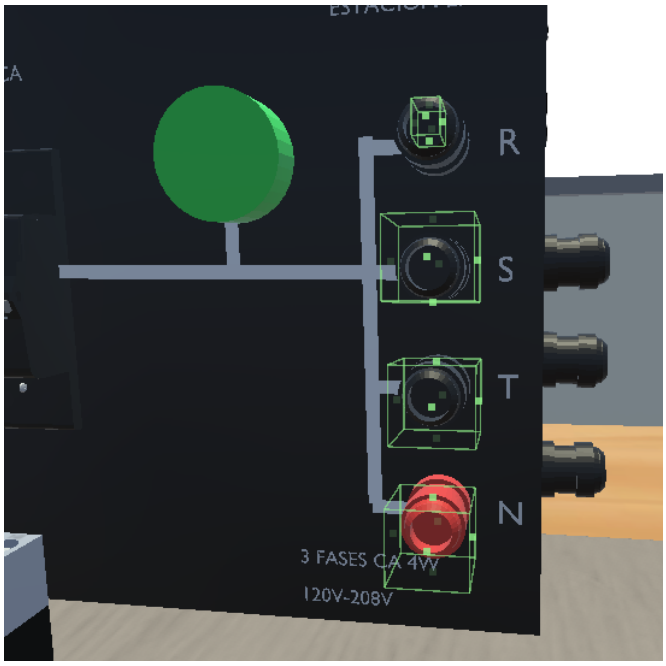


Figura 45. Lógica sockets

En Unity, un Collider es un componente que define la forma física de un objeto para detectar colisiones o interacciones. Cuando se activa la opción Is Trigger, el Collider deja de comportarse como una barrera física y pasa a funcionar únicamente como un área de detección. Esto permite que los objetos puedan atravesar el área del Collider sin restricciones físicas, pero se detecta cuando un objeto entra, permanece o sale de esa zona.

La opción Is Trigger es ideal para situaciones donde se necesita detectar la interacción entre objetos, como en el caso de las conexiones eléctricas en un entorno virtual. Al marcar un Collider como ”Trigger”, se define una zona específica en la que el sistema reconoce la presencia de otro objeto y activa eventos como ”OnTriggerEnter” o ”OnTriggerExit”.

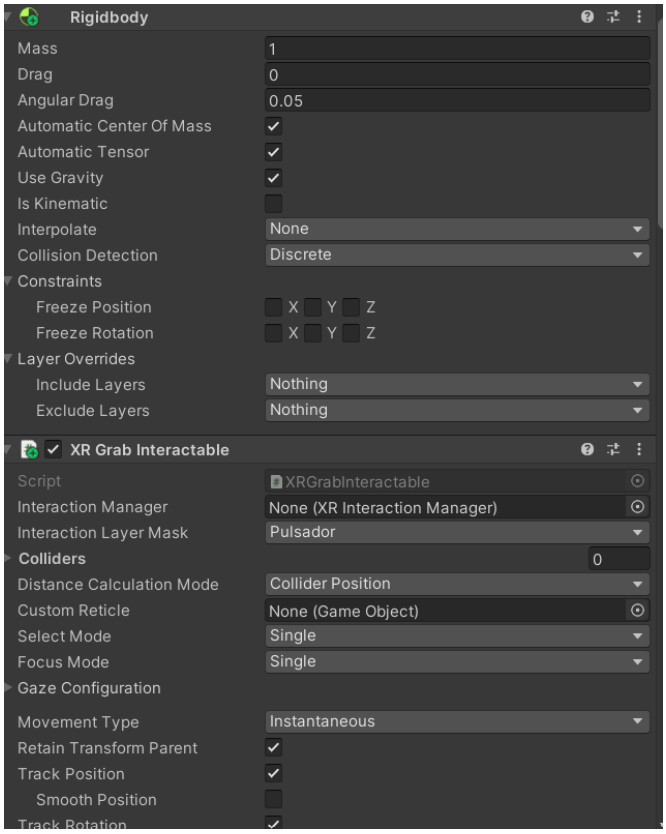


Figura 46. Manejo de Objetos y mascaras

Es importante que los objetos dentro del entorno virtual cuenten con componentes como XR Grab Interactable, Rigidbody, Collider y una Layer Mask para garantizar una interacción adecuada y eficiente. El XR Grab Interactable permite que los objetos puedan ser agarrados y manipulados por el usuario en un entorno de realidad virtual, simulando acciones como la conexión de cables o el movimiento de herramientas. El Rigidbody es necesario para que los objetos tengan propiedades físicas, como peso y movimiento, lo que hace que la interacción sea más realista. El Collider define el área física del objeto, permitiendo detectar colisiones o interacciones con otros elementos del entorno.

Por otro lado, la Layer Mask optimiza la interacción al filtrar qué objetos pueden ser detectados o manipulados en la escena, evitando conflictos con otros elementos que no forman parte del proceso actual.

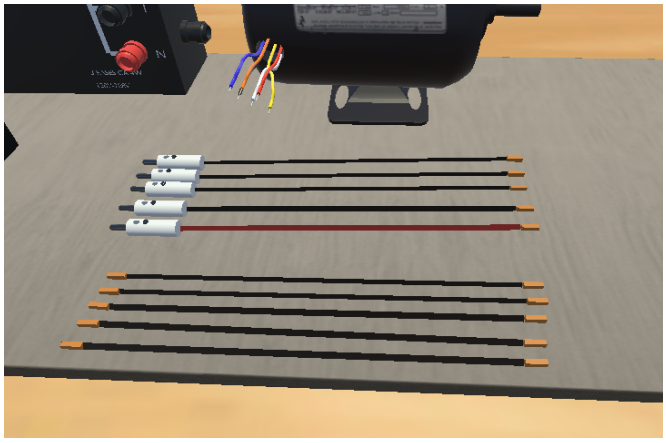


Figura 47. Cable con line Renderer

El uso de **Line Renderer para representar cables en un entorno virtual es una opción más eficiente** en comparación con utilizar objetos complejos como los creados con armature de Blender y Hinge Joints.

Los cables modelados con varios objetos y huesos pueden ser difíciles de manejar en Unity, especialmente cuando se requiere simular movimiento o conexiones físicas. Cada componente añade cálculos adicionales para la física y el renderizado, lo que puede generar problemas de optimización, como una reducción en el rendimiento y caídas en la tasa de cuadros por segundo (FPS). Esto es especialmente crítico al manejar entre 8 y 10 cables simultáneamente.

En cambio, **el Line Renderer permite representar un cable de forma sencilla y ligera**, dibujando una línea flexible entre puntos específicos sin necesidad de componentes físicos adicionales. Esto no solo facilita la manipulación del cable en tiempo real, sino que también asegura un rendimiento más fluido en la simulación.

Para lograr una simulación realista, **el cable se dividirá en dos objetos principales**. Un extremo será el **cable banana**, que servirá como el punto de conexión principal y será interactivo para el usuario. El otro extremo representará **el cable ponchado**, que mostrará una terminación más realista al realizar la conexión con sockets.

Esta separación permite simplificar la interacción y el manejo del cable en Unity, asegurando al mismo tiempo una apariencia visual adecuada y la funcionalidad requerida para el proceso de aprendizaje.

- **Fase 2 Arquitectura: Práctica**

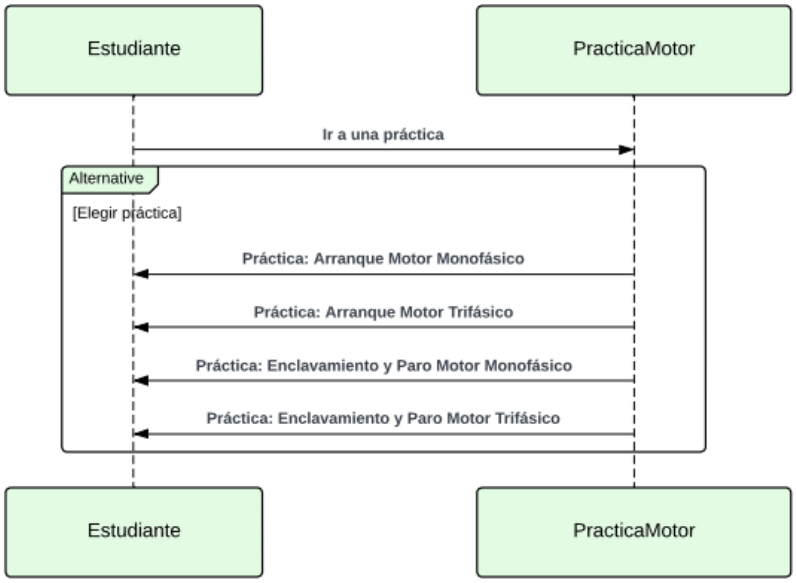


Figura 48. Diagrama de secuencia. Práctica

En la Fase 2: Práctica, el estudiante deberá realizar las conexiones eléctricas de manera autónoma, sin contar con pasos guiados ni retroalimentación inmediata. Esta fase utiliza la misma lógica implementada en los tutoriales, permitiendo la interacción con los componentes y conexiones del entorno virtual, pero sin la asistencia o validación de los pasos. El objetivo es que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos en los tutoriales, enfrentando posibles errores por su cuenta y resolviéndolos como lo haría en una situación real. De esta manera, se promueve el pensamiento crítico, preparando al estudiante para ejecutar tareas prácticas en un entorno seguro y controlado.

- **Realización de pruebas y corrección de errores en el entorno virtual.**

Se realizaron pruebas con el fin de identificar posibles fallas en las conexiones eléctricas o errores en el entorno virtual. Durante este proceso, se recopilaron datos relevantes que permitieron solucionar los problemas detectados y realizar las correcciones necesarias. El objetivo de estas pruebas fue garantizar que los usuarios puedan interactuar con el entorno de manera fluida y efectiva, optimizando así el rendimiento y la calidad del entorno virtual.

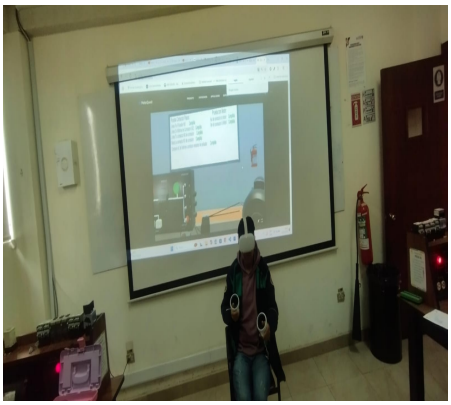
- **Fase 4: Beta**

- **Lanzamiento de una versión beta del entorno virtual con el objetivo de recibir comentarios y sugerencias por parte de los estudiantes del técnico de laboratorio y del docente encargado de la materia de Máquinas Eléctricas.**

Para el lanzamiento de la versión beta del entorno virtual, se realizó una compilación en formato APK que permitió ejecutar la simulación en las gafas de realidad virtual. Posteriormente, se llevó a cabo una prueba con el técnico de laboratorio, el docente encargado de la materia de Máquinas Eléctricas y un curso de 17 estudiantes. Durante la prueba, un estudiante interactuaba directamente con el entorno virtual, mientras los demás observaban su desempeño. Esto no solo permitió recoger comentarios del estudiante que probaba la simulación, sino también aportes y sugerencias de los demás participantes, quienes actuaron como espectadores y pudieron identificar detalles adicionales desde su perspectiva. De esta manera, se obtuvo una retroalimentación más completa para realizar ajustes y mejoras en el entorno virtual.



(a) Prueba Beta: Introducción



(b) Prueba Beta: Tutorial

Figura 49. Versión beta del entorno virtual

- **Fase 5: Cierre**

Para evaluar la recepción del entorno virtual utilizando técnicas de experiencia de usuario, mediante sus percepciones y respuestas al producto se utilizó una encuesta de 5 preguntas; la misma es la siguiente:

1. **El entorno virtual me ayudó a comprender los conceptos básicos sobre las conexiones eléctricas de motores trifásicos y monofásicos.**
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo

- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

2. **La experiencia en el entorno virtual fue interesante y motivadora para aprender sobre conexiones eléctricas.**
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
    - De acuerdo
    - Totalmente de acuerdo
3. **Los pasos y procedimientos presentados en el entorno virtual fueron relevantes y contribuyeron a mi comprensión de las conexiones eléctricas.**
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
    - De acuerdo
    - Totalmente de acuerdo
4. **El entorno virtual facilitó la interacción con las herramientas y el equipo necesario para realizar las conexiones eléctricas de manera segura y eficiente.**
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
    - De acuerdo
    - Totalmente de acuerdo
5. **Recomendaría este entorno virtual educativo a otras personas interesadas en aprender sobre conexiones eléctricas de motores trifásicos y monofásicos.**

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los estudiantes de cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en la Facultad de Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato. La población y muestra de esta encuesta consistió en 17 estudiantes, quienes participaron en la prueba de la versión Alpha del entorno virtual.

Las encuestas se utilizaron como una técnica para evaluar la experiencia del usuario en la asignatura de Máquinas Eléctricas, permitiendo recopilar datos cuantitativos de manera eficiente y accesible. Esta metodología facilitó obtener información objetiva sobre el nivel de satisfacción de los usuarios respecto al entorno virtual educativo, identificando patrones relevantes que contribuyen a la mejora del proceso de aprendizaje.

1. El entorno virtual me ayudó a comprender los conceptos básicos sobre las conexiones eléctricas de motores trifásicos y monofásicos.

Análisis e interpretación:

Los resultados reflejan una valoración muy positiva del entorno virtual, con un **70.6%** de los encuestados ”Totalmente de acuerdo” y un **29.4%** ”De acuerdo”, sin respuestas en las categorías negativas ni neutrales. Esto evidencia que todos los participantes consideran que el entorno virtual cumple con su propósito educativo, ayudándoles a comprender los conceptos básicos de manera efectiva. **La ausencia de respuestas negativas** destaca la eficacia de la herramienta como un recurso de aprendizaje práctico, como se presenta en la **Tabla 38.**

Tabla 38. Resultados de la pregunta uno

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
De acuerdo	5	29.4%
Totalmente de acuerdo	12	70.6%
Suma total	17	100%

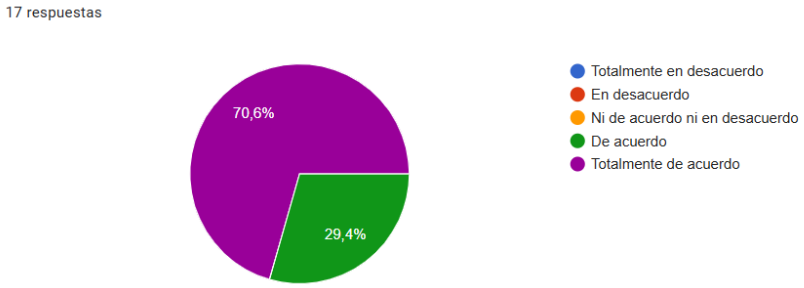


Figura 50. Resultados de la encuesta en la pregunta uno

2. La experiencia en el entorno virtual fue interesante y motivadora para aprender sobre conexiones eléctricas.

Análisis e interpretación:

Los resultados muestran que la mayoría de los encuestados tuvo una experiencia positiva con el entorno virtual. El **52.9%** expresó estar ”Totalmente de acuerdo”, mientras que el **47.1%** indicó estar ”De acuerdo”. No se registraron respuestas en las categorías negativas ni neutrales, lo que refleja que **todos los participantes encontraron la experiencia interesante y motivadora**. Esto evidencia que el entorno virtual no solo es útil para el aprendizaje, sino que también **logra captar el interés de los estudiantes, generando un impacto positivo en su motivación para aprender sobre conexiones eléctricas.** La ausencia de respuestas negativas refuerza su efectividad como herramienta educativa, como se presenta en la **Tabla 39.**

Tabla 39. Resultados de la pregunta dos

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
De acuerdo	8	47.1%
Totalmente de acuerdo	9	52.9%
Suma total	17	100%

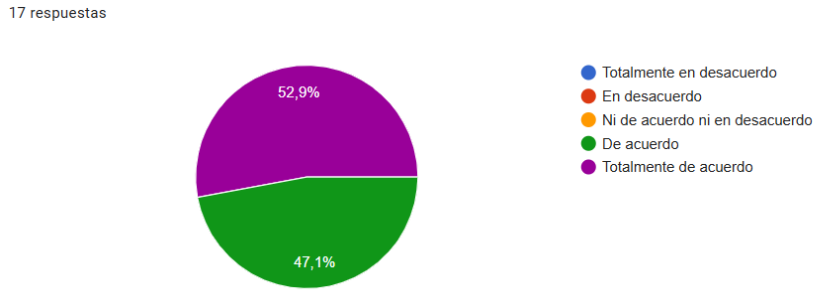


Figura 51. Resultados de la encuesta en la pregunta dos

3. Los pasos y procedimientos presentados en el entorno virtual fueron relevantes y contribuyeron a mi comprensión de las conexiones eléctricas.

Análisis e interpretación:

Los resultados reflejan una valoración positiva sobre los pasos y procedimientos presentados en el entorno virtual. El **70.6%** de los encuestados indicó estar ”Totalmente de acuerdo”, mientras que el **29.4%** expresó estar ”De acuerdo”. No hubo respuestas negativas ni neutrales, lo que demuestra que **todos los participantes consideraron relevantes los procedimientos y pasos presentados**. Esto evidencia que el entorno virtual no solo facilita la comprensión de las conexiones eléctricas, sino que también logra cumplir con su objetivo educativo al guiar a los estudiantes de manera clara y efectiva. La ausencia de respuestas negativas refuerza la utilidad del entorno virtual como herramienta de aprendizaje, como se presenta en la **Tabla 40.**

Tabla 40. Resultados de la pregunta tres

Indicador	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
De acuerdo	5	29.4%
Totalmente de acuerdo	12	70.6%
Suma total	17	100%

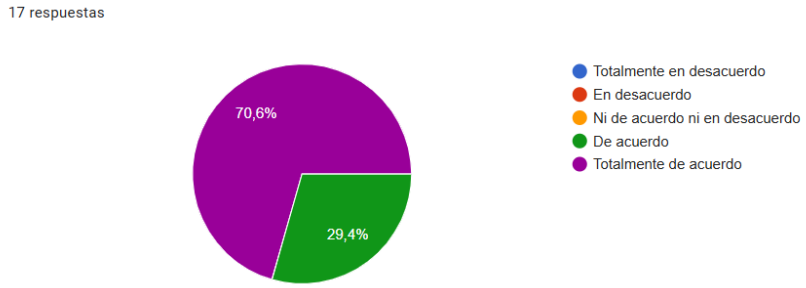


Figura 52. Resultados de la encuesta en la pregunta tres

4. El entorno virtual facilitó la interacción con las herramientas y el equipo necesario para realizar las conexiones eléctricas de manera segura y eficiente.

Análisis e interpretación:

Los resultados muestran que la mayoría de los participantes tuvo una experiencia positiva con la interacción en el entorno virtual. El **52.9%** de los encuestados indicó estar ”Totalmente de acuerdo”, mientras que el **47.1%** señaló estar ”De acuerdo”. No se registraron respuestas negativas ni neutrales, lo que refleja que **todos los estudiantes consideraron que el entorno virtual facilita el uso de herramientas y equipos necesarios para realizar conexiones eléctricas de manera segura y eficiente**. Esto demuestra que el diseño del entorno virtual cumple con su objetivo, proporcionando una experiencia práctica y útil para los estudiantes en un ambiente controlado. La ausencia de respuestas negativas refuerza su efectividad como recurso educativo, como se presenta en la **Tabla 41.**

Tabla 41. Resultados de la pregunta cuatro

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
De acuerdo	8	47.1%
Totalmente de acuerdo	9	52.9%
Suma total	17	100%

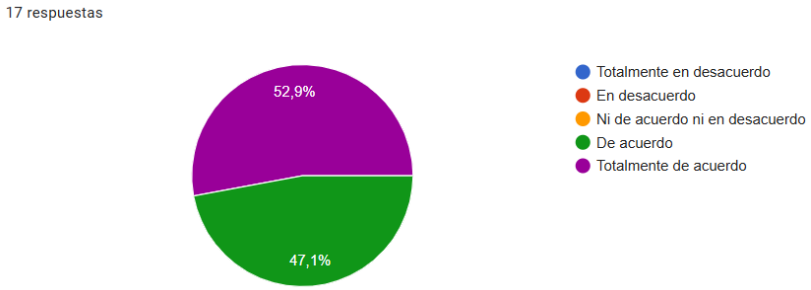


Figura 53. Resultados de la encuesta en la pregunta cuatro

5. Recomendaría este entorno virtual educativo a otras personas interesadas en aprender sobre conexiones eléctricas de motores trifásicos y monofásicos.

Análisis e interpretación:

Los resultados muestran que la mayoría de los participantes recomendaría el entorno virtual educativo. El **52.9%** indicó estar ”Totalmente de acuerdo” y el **47.1%** señaló estar ”De acuerdo”. No se registraron respuestas negativas ni neutrales, lo que refleja que **todos los estudiantes consideran que el entorno virtual es una herramienta útil y valiosa para aprender sobre conexiones eléctricas de motores trifásicos y monofásicos**. Estos resultados demuestran que el entorno virtual no solo cumplió con las expectativas, sino que también tiene el potencial de beneficiar a otras personas interesadas en este aprendizaje. La ausencia de respuestas negativas refuerza la calidad y utilidad del entorno como recurso educativo, como se presenta en la **Tabla 42.**

Tabla 42. Resultados de la pregunta cinco

Indicador	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
De acuerdo	8	47.1%
Totalmente de acuerdo	9	52.9%
Suma total	17	100%

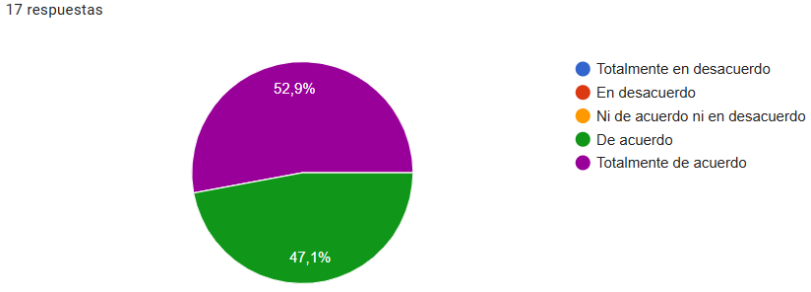


Figura 54. Resultados de la encuesta en la pregunta cinco

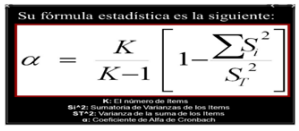
Procesamiento y análisis de datos

El alfa de Cronbach se utilizó para medir la confiabilidad de las respuestas en la encuesta de satisfacción. Este método permite verificar si las preguntas están relacionadas entre sí y si todas contribuyen de manera coherente a evaluar la satisfacción de los usuarios. Para aplicar el alfa de Cronbach, se utilizó una escala de valoración, lo que permitió analizar la consistencia interna de las respuestas. Gracias a esto, se puede tener más confianza en los resultados obtenidos y en las conclusiones que se deriven de ellos, como se muestra en la **Tabla 43 y la Figura 55**

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Tabla 43. Escala de valoración utilizada en las encuestas.

ID	item_1	Item_2	item_3	item_4	item_5		Puntaje
1	5	5	5	5	5		25
2	4	5	4	4	4		21
3	5	5	5	4	4		23
4	4	4	4	4	4		20
5	5	4	5	4	5		23
6	5	5	5	5	5		25
7	4	4	5	5	5		23
8	4	5	4	5	4		22
9	5	4	5	4	5		23
10	5	5	5	5	5		25
11	5	4	5	4	4		22
12	4	4	4	4	4		20
13	5	5	4	4	4		22
14	5	4	5	5	4		23
15	5	4	5	5	5		24
16	5	5	5	5	5		25
17	5	5	5	5	5		25
Total	80	77	80	77	77	S_T^2	2.71
S_i^2	0.21	0.25	0.21	0.25	0.25	$\sum S_i^2$	1.16



Dónde:	$\sum S_i^2$	sumatoria de las varianzas de cada ítem =	1.16
	S_t^2	varianza de la suma de todos los ítems =	2.71
	K	número de ítems=	5
	K-1	número de ítems menos uno =	4
α=		0.71	

Figura 55. Alfa de Cronbach Encuesta de Satisfacción

El resultado del alfa de Cronbach fue de 0.71, lo que indica que la encuesta utilizada es confiable, ya que muestra que las preguntas están relacionadas entre sí y miden de manera coherente el nivel de satisfacción de los participantes. Un valor por encima de 0.7 se considera aceptable, lo que significa que las preguntas están bien diseñadas para evaluar la satisfacción de los estudiantes. Este resultado nos da confianza en los datos obtenidos y permite sacar conclusiones más seguras sobre el nivel de satisfacción de la muestra encuestada.

3.3 Evaluación del Aprendizaje mediante el entorno virtual

Para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en el entorno virtual desarrollado, se llevará a cabo un proceso de evaluación que incluirá una prueba de pretest y una de postest. El pretest se aplicará antes de que los estudiantes interactúen con el entorno virtual, con el objetivo de medir sus conocimientos previos sobre las conexiones eléctricas. Por otro lado, el postest se realizará después de completar las actividades en el entorno virtual, con el propósito de identificar los avances en su aprendizaje.
Para esta evaluación, los estudiantes se dividirán en dos grupos: un grupo experimental, que utilizará el entorno virtual para realizar las actividades, y un grupo de control, que aprenderá a través de métodos tradicionales. Los resultados obtenidos en ambas pruebas serán analizados mediante una prueba de muestras independientes, lo que permitirá comparar no solo los niveles de conocimiento inicial y final dentro de cada grupo, sino también las diferencias de aprendizaje entre el grupo experimental y el grupo de control. Este análisis ayudará a determinar si el uso del entorno virtual produce mejoras significativas en el aprendizaje en comparación con los métodos tradicionales, contribuyendo así a validar su efectividad como herramienta educativa.

3.3.1 Hipótesis

Como se menciona en [27], una hipótesis es una suposición fundamentada, formulada a partir de un conjunto de observaciones, que puede ser probada a través de experimentación o investigación adicional. Es una declaración que predice una relación entre variables y se utiliza como base para la investigación científica. En este caso, la hipótesis propuesta se encuentra detallada en la tabla 44, donde se establecen claramente las variables dependientes e independientes que guían el proceso de investigación. La variable independiente está relacionada con el uso del entorno virtual para el aprendizaje de conexiones eléctricas, mientras que la variable dependiente refleja el nivel de aprendizaje obtenido por los estudiantes. Esta estructura permite diseñar una metodología adecuada para probar la hipótesis y analizar la relación entre las variables definidas.

Tabla 44. Formulación de hipótesis

HIPÓTESIS
Un entorno virtual para el entrenamiento de la conexión de motores trifásicos y monofásicos es beneficioso en el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA.

Variable dependiente	**Variable independiente**
Aprendizaje de las conexiones de motores eléctricos	Uso del entorno virtual para la conexión de motores eléctricos

Hipótesis

La implementación de un entorno virtual para el entrenamiento de la conexión de motores trifásicos y monofásicos muestra una relación significativa para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA.

Hipótesis nula

H_0: No existe relación significativa entre el uso de un entorno virtual para el entrenamiento de la conexión de motores trifásicos y monofásicos y la mejora en el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA.

Hipótesis alterna

H_1: Existe una relación significativa entre el uso de un entorno virtual para el entrenamiento de la conexión de motores trifásicos y monofásicos y la mejora en el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA.

3.3.2 Recolección de información

a. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Se realizó una práctica en el laboratorio de máquinas eléctricas que constó de dos ejercicios dirigidos a los estudiantes del grupo de control y experimental del cuarto

semestre de la carrera de Ingeniería Industrial. Esta práctica incluyó la aplicación de una preprueba detallada en el Anexo F y una posprueba detallada en el Anexo G como instrumentos de evaluación, los cuales fueron validados previamente por expertos, tal como se describe en los Anexos H, I, J, K.

En la primera etapa, se aplicó una preprueba a ambos grupos, experimental y de control. Posteriormente, se llevó a cabo la planificación de la etapa de nivelación de los estudiantes. La principal diferencia entre los grupos radica en que el grupo de control no utilizó el entorno virtual para el aprendizaje de la conexión eléctrica de motores trifásicos y monofásicos, mientras que el grupo experimental sí.

El aprendizaje experiencial se incluyó como una estrategia fundamental en este estudio debido a su capacidad para facilitar la transición del entorno virtual a la realidad. Este enfoque permite que los estudiantes practiquen en un entorno controlado antes de enfrentarse a situaciones reales, mejorando su comprensión y confianza. Además, el uso del aprendizaje experiencial promueve el desarrollo de habilidades prácticas esenciales, lo que resulta particularmente relevante en el ámbito de las conexiones eléctricas, donde los errores pueden ser críticos.

b. Procesamiento de la Información y análisis estadístico

El procesamiento y análisis de los datos recogidos es un aspecto crucial en este estudio, ya que se enfoca en evaluar el impacto del entorno virtual en el proceso de enseñanza. Este análisis se llevó a cabo siguiendo una serie de pasos sistemáticos y metodológicos detallados a continuación:

c. Recolección y Tabulación de Datos

Los pasos para la prueba de hipótesis para muestras independientes son:

1. Formulación de las hipótesis:

   - Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia significativa entre las medias de los grupos.
   - Hipótesis alterna (H_1): Existe una diferencia significativa entre las medias de los grupos.

2. Verificación de supuestos:

- **Normalidad:** Comprobar si los datos siguen una distribución normal (Shapiro-Wilk o Kolmogorov-Smirnov).
- **Homogeneidad de varianzas:** Aplicar la prueba de Levene.

3. Aplicación de la prueba estadística:

- Si las varianzas son homogéneas ($p > 0.05$ en Levene): Utilizar la fórmula para varianzas iguales:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \tag{1}$$

  donde s_p^2 es la varianza combinada:

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \tag{2}$$

- Si las varianzas no son homogéneas ($p \leq 0.05$ en Levene): Utilizar la fórmula de Welch:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \tag{3}$$

4. Interpretación del valor p para tomar decisiones sobre H_0.

d. Tablas de notas de los grupos

Las calificaciones obtenidas por los estudiantes hacen referencia a la rúbrica de evaluación presentada en el Anexo E, la cual detalla los criterios específicos utilizados para medir el desempeño en las actividades realizadas dentro del entorno virtual. Estas notas se asignan en función de los aspectos definidos en la rúbrica. Además, de acuerdo con el reglamento de la Universidad Técnica de Ambato, las evaluaciones académicas se califican sobre una escala de 10 puntos, lo que permite estandarizar los resultados y garantizar la coherencia con el sistema institucional de evaluación.

Calificaciones del Grupo de Control

Los datos muestran las calificaciones del Grupo de Control antes y después de la intervención, así como la diferencia entre ambos resultados. En general, los estudiantes presentan una mejora en sus calificaciones, con una diferencia que varía entre 0,8 y

1,4 puntos. La mayoría de los estudiantes experimentan un incremento cercano a 1 punto, lo que sugiere que la intervención pudo haber tenido un impacto positivo en el rendimiento de los participantes. La diferencia promedio en las calificaciones es de aproximadamente 1 punto, indicando una mejora generalizada en el grupo, como se presenta en la **Tabla 45.**

Tabla 45. Calificaciones del Grupo de Control

Estudiante	Preprueba	Posprueba	Diferencia
1	6,2	7,4	1,2
2	5,8	6,9	1,1
3	6,5	7,7	1,2
4	4,3	5,4	1,1
5	7,2	8,4	1,2
6	6,8	7,9	1,1
7	4,7	6,1	1,4
8	5,6	6,5	0,9
9	7,1	8,1	1,0
10	4,9	5,7	0,8
11	6,0	7,0	1,0
12	6,4	7,8	1,4
13	5,7	6,8	1,1
14	5,3	6,2	0,9
15	6,9	8,0	1,1
16	5,5	6,6	1,1

Calificaciones del Grupo Experimental

Los datos muestran las calificaciones del Grupo Experimental antes y después de la intervención, así como la diferencia entre ambos resultados. Los estudiantes del grupo experimental también experimentan una mejora en sus calificaciones, con diferencias que varían entre 1,3 y 1,7 puntos. Al igual que en el Grupo de Control, la mayoría de los estudiantes presentan incrementos cercanos a 1,5 puntos. Esta mejora sugiere que la intervención ha tenido un impacto positivo en el rendimiento de los participantes del grupo experimental, como se presenta en la **Tabla 46.**

Tabla 46. Calificaciones del Grupo Experimental

Estudiante	Preprueba	Posprueba	Diferencia
1	4,1	5,6	1,5
2	5,4	6,7	1,3
3	7,6	9,0	1,4
4	7,6	9,3	1,7
5	7,3	9,0	1,7
6	6,5	8,0	1,5
7	5,1	6,6	1,5
8	6,4	8,0	1,6
9	6,9	8,4	1,5
10	7,5	8,8	1,3
11	7,0	8,4	1,4
12	4,7	6,4	1,7
13	5,8	7,4	1,6
14	6,1	7,5	1,4
15	5,5	7,0	1,5
16	6,7	8,2	1,5

e. Prueba de Normalidad

La prueba de normalidad se realizó utilizando el test de Shapiro-Wilk, dado que la población es menor a 50 estudiantes, lo que hace que esta prueba sea más adecuada que Kolmogorov-Smirnov.

Los resultados obtenidos mostraron valores de significancia (p) mayores a 0.05 en ambos grupos (control y experimental) tanto en la preprueba como en la posprueba, lo que indica que los datos siguen una distribución normal. Esto valida el uso de pruebas paramétricas para el análisis posterior.

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	grupo	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pretest	Control	,092	16	,200*	,970	16	,836
	Experimental	,113	16	,200*	,946	16	,435
postest	Control	,144	16	,200*	,960	16	,654
	Experimental	,147	16	,200*	,957	16	,612

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 56. Pruebas de Normalidad

f. Prueba de Levene

La prueba de Levene evalúa la homogeneidad de varianzas entre los grupos. Su hipótesis nula (H_0) establece que las varianzas son iguales, mientras que la hipótesis

alterna (H_1) indica que las varianzas son diferentes. Es importante para decidir si se utilizará una prueba t para varianzas iguales o desiguales.

En este caso, el valor de F obtenido fue 1.035 y el valor de significancia (p) fue 0.317, lo que indica que $p > 0.05$. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las varianzas entre los grupos son homogéneas. Esto permite continuar el análisis utilizando pruebas paramétricas basadas en la asunción de igualdad de varianzas.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
		F	Sig.
pretest	Se asumen varianzas iguales	1,035	,317
	No se asumen varianzas iguales		
postest	Se asumen varianzas iguales	,590	,448
	No se asumen varianzas iguales		

Figura 57. Pruebas de Levene

g. Conclusión final

Con base en los resultados obtenidos:

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
						Significación				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	Inferior	Superior
pretest	Se asumen varianzas iguales	1,035	,317	-,957	30	,173	,346	-,3312	,3460	-1,0379	,3754
	No se asumen varianzas iguales			-,957	28,689	,173	,346	-,3312	,3460	-1,0392	,3767
postest	Se asumen varianzas iguales	,590	,448	-2,092	30	,023	,045	-,7375	,3525	-1,4575	-,0175
	No se asumen varianzas iguales			-2,092	29,180	,023	,045	-,7375	,3525	-1,4583	-,0167

Figura 58. Pruebas de Muestras Independientes

1. La prueba de Levene confirmó que las varianzas entre los grupos experimental y de control son homogéneas ($p = 0.317$).
2. La prueba t para muestras independientes indicó una diferencia significativa entre las medias de los grupos en la posprueba ($t = -2.092$, $p = 0.045$).

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), concluyendo que el entorno virtual para el entrenamiento de la conexión de motores

trifásicos y monofásicos es efectivo para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El presente trabajo de titulación se desarrolló con el objetivo de proponer una solución tecnológica que facilite el aprendizaje práctico en la conexión eléctrica de motores trifásicos y monofásicos. Mediante la implementación de un entorno virtual interactivo, se busca ofrecer una herramienta complementaria que permita a los estudiantes practicar los procedimientos necesarios de manera segura e intuitiva, replicando condiciones cercanas a las reales.

- La investigación realizada ha demostrado que las mejores herramientas para crear un entorno virtual son Unity, las gafas de realidad virtual Meta Quest 2, Blender, la metodología SUM, y Visual Studio Tools. Unity se destaca por su flexibilidad y su capacidad para crear entornos inmersivos mediante herramientas avanzadas y una amplia documentación, lo que facilita el desarrollo de proyectos complejos. Las gafas Meta Quest 2 son ideales para este tipo de proyectos debido a su portabilidad, alto rendimiento y características como el seguimiento de manos, que mejoran la interacción en los entornos virtuales. Blender fue fundamental para el modelado 3D de los objetos del entorno virtual, gracias a su capacidad para crear modelos detallados y optimizados que se integran fácilmente con Unity. La metodología SUM resultó ser la más adecuada por su enfoque iterativo y ágil, que combina prácticas específicas del desarrollo de videojuegos y garantiza un diseño centrado en las necesidades del usuario. Por último, Visual Studio Tools facilitó la programación, depuración e integración de los diferentes componentes del entorno virtual, agilizando significativamente el proceso de desarrollo. Estas herramientas, junto con la metodología seleccionada, facilitaron el desarrollo eficiente del entorno virtual, asegurando una experiencia inmersiva y funcional que responde a los objetivos planteados.

- El desarrollo del entorno virtual se estructuró sobre una base sólida proporcionada por el análisis de diversas metodologías de desarrollo, identificando a SUM como la más adecuada debido a su eficacia en el ámbito de los videojuegos. Esta metodología destaca por su capacidad de adaptar

la estructura y los roles de Scrum, combinándolos con elementos de otras metodologías ágiles como XP, lo que la hace especialmente efectiva para proyectos de este tipo. Además, SUM incorpora la implementación de una versión beta como parte de su enfoque iterativo, permitiendo realizar pruebas prácticas con usuarios finales y optimizar el producto antes de su versión final. Al integrarse con el aprendizaje experiencial, SUM potencia significativamente la adquisición de habilidades prácticas, asegurando un entorno inmersivo que combina un desarrollo técnico robusto con una experiencia educativa enriquecedora.

- Los resultados obtenidos de la pretest y la postest evidencian una mejora significativa en el nivel de aprendizaje de los estudiantes al utilizar el entorno virtual. La prueba t para muestras independientes mostró una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos en la postprueba ($t = -2.092$, $p = 0.045$). Esto permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_1), concluyendo que el entorno virtual diseñado para el entrenamiento en la conexión de motores trifásicos y monofásicos contribuyó de manera efectiva a mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA. Estos resultados destacan el valor de los entornos virtuales como herramientas educativas innovadoras y eficientes.

- En la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, en la asignatura de Máquinas Eléctricas, se ha comprobado que las gafas de realidad virtual son una herramienta útil para apoyar el aprendizaje. Esta tecnología permite a los estudiantes interactuar de manera más dinámica con los contenidos, facilitando la comprensión de los temas y haciendo que el proceso de estudio sea más interesante e innovador.

- Las gafas de realidad virtual no reemplazan el aprendizaje tradicional ni las experiencias prácticas reales, sino que actúan como una herramienta complementaria para fortalecer el proceso educativo. Aunque los entornos virtuales permiten simular situaciones de manera inmersiva y segura, no pueden replicar completamente las condiciones reales, ya que estas implican factores físicos. Por ello, es fundamental combinar el uso de la realidad virtual con prácticas reales para garantizar un aprendizaje completo y efectivo.

4.2 Recomendaciones

- Para el desarrollo de entornos virtuales, es fundamental que el computador utilizado cumpla con los requisitos técnicos necesarios para garantizar un rendimiento óptimo. Esto incluye la capacidad de procesar gráficos y operaciones intensivas, disponer de una memoria y almacenamiento adecuados, y ser compatible con las herramientas y dispositivos de realidad virtual empleados en el proyecto. Estas características son esenciales para asegurar un desarrollo eficiente, fluido y sin interrupciones, permitiendo que el entorno virtual funcione de manera adecuada tanto durante su creación como en su implementación final.

- Para el desarrollo del proyecto, es recomendable seleccionar un SDK que se ajuste a las características y requerimientos del entorno virtual. OpenXR se destaca por ser una API que ofrece diversas funcionalidades y permite la compatibilidad con múltiples plataformas, lo que lo convierte en una opción versátil para proyectos de desarrollo más generales. Por otro lado, el SDK de Meta Quest está diseñado para aprovechar de manera específica las capacidades del dispositivo, incluyendo herramientas avanzadas para el seguimiento de manos. La elección del SDK adecuado contribuirá a garantizar una integración eficiente y un rendimiento óptimo en el entorno virtual.

- Es fundamental realizar una introducción previa antes de que las personas participen en las pruebas del entorno virtual. Esta etapa tiene como objetivo identificar posibles condiciones que puedan agravarse con el uso de gafas de realidad virtual, como mareos, vértigo, síndrome del ojo seco, dolor de cabeza o problemas oculares. Verificar el estado de los participantes y alertar sobre estos riesgos ayuda a garantizar su bienestar, evitando molestias y promoviendo una experiencia segura y satisfactoria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G. Mariscal, E. Jiménez, M. D. Vivas Urías, S. Redondo Duarte, y S. Moreno Pérez, "Aprendizaje basado en simulación con realidad virtual," 2020.

[2] G. Gabajova, B. Furmannova, I. Medvecka, P. Grznar, M. Krajčovič, y R. Furmann, "Virtual training application by use of augmented and virtual reality under university technology enhanced learning in slovakia," *Sustainability*, vol. 11, no. 23, p. 6677, 2019.

[3] M. I. Ruiz-Cantisani, F. del Carmen Lima-Sagui, N. Aceves-Campos, R. Ipiña-Sifuentes, y E. G. R. Flores, "Virtual reality as a tool for active learning and student engagement: industrial engineering experience," en *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE, 2020, pp. 1031–1037.

[4] J. K. T. Palma, J. L. A. Mera, J. M. Q. Loor, y M. I. S. Vergara, "La realidad virtual como herramienta de innovación educativa," *EPISTEME KOINONIA: Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, vol. 3, no. 5, pp. 270–286, 2020.

[5] J. K. Bologna Coronel, "Sistema de realidad aumentada para el entrenamiento de estudiantes en el manejo de instrumentación hart de la facultad de tecnologías de la información, telecomunicaciones e industrial de la universidad técnica de ambato," B.S. thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas …, 2020.

[6] K. D. García Yánez y R. S. Guerra Lucero, "Desarrollo de un módulo virtual inmersivo para el entrenamiento en el montaje de transformadores de distribución," B.S. thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2024.

[7] R. S. Vergel, P. M. Tena, S. C. Yrurzum, y C. Cruz-Neira, "A comparative evaluation of a virtual reality table and a hololens-based augmented reality system for anatomy training," *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 50, no. 4, pp. 337–348, 2020.

[8] J. Sánchez Gil *et al.*, "Implementación de la realidad virtual en la ingeniería," 2020.

[9] J. A. C. Vergara, "Realidad virtual inmersiva: fortaleciendo habilidades técnicas profesionales de los colaboradores del área de mantenimiento de centrales eléctricas en perú," Ph.D. dissertation, Pontificia Universidad Catolica del Peru (Peru), 2021.

[10] D. A. Fernández Rivera, "Videojuego future-machine en el entrenamiento de habilidades espaciales con soporte para las plataformas de realidad virtual oculus rift y computadoras personales," 2019.

[11] S.-J. Yu, Y.-L. Hsueh, J. C.-Y. Sun, y H.-Z. Liu, "Developing an intelligent virtual reality interactive system based on the addie model for learning pour-over coffee brewing," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 2, p. 100030, 2021.

[12] C. H. Park, G. Jang, y Y. H. Chai, "Development of a virtual reality training system for live-line workers," *International Journal Of Human-Computer Interaction*, vol. 20, no. 3, pp. 285–303, 2006.

[13] D. J. D. Iraheta y G. G. T. Euceda, "Desarrollo de un entorno de realidad virtual como herramienta educativa basado en la unidad de cuidados intensivos pediátricos del instituto hondureño de seguridad social, san pedro sula, cortés," Ph.D. dissertation, Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, 2023.

[14] S. Realpe Molano, D. G. Velasquez Ruano *et al.*, "Sistema de realidad virtual para el entrenamiento interactivo de dotación e infraestructura del servicio uci adultos para el personal en ingeniería clínica," 2022.

[15] E. B. S. Lustosa, D. V. de Macedo, y M. A. F. Rodrigues, "Virtual simulator for forklift training," en *2018 20th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*. IEEE, 2018, pp. 18–26.

[16] D. Nguyen y G. Meixner, "Gamified augmented reality training for an assembly task: A study about user engagement," en *2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*. IEEE, 2019, pp. 901–904.

[17] D. Paredes-Velasteguí, A. Lluma-Noboa, D. Olmedo-Vizueta, D. Avila-Pesantez, y J. Hernandez-Ambato, "Augmented reality implementation as reinforcement tool for public textbooks education in ecuador," en *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE, 2018, pp. 1243–1250.

[18] F. R. Pullopaxi Lema, "Desarrollo de un entorno virtual 3d de un proceso batch para la distribución de alimentos de una granja aplicando una comunicación tcp/ip," B.S. thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2022.

[19] E. Isleyen y H. S. Duzgun, "Use of virtual reality in underground roof fall hazard assessment and risk mitigation," *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 29, no. 4, pp. 603–607, 2019.

[20] S. González Izard, C. Vivo Vicent, J. A. Juanes Méndez, y R. Palau, "Virtual reality in higher education: An experience with medical students: Research into how virtual reality can be used as a powerful training tool for medicine students," en *Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, 2020, pp. 414–421.

[21] J. L. Roncancio Turriago y J. R. Pinzon Villamil, "Simulador en realidad virtual para la capacitación de la limpieza bucal en el campo de la odontología mediante el uso de las gafas de realidad virtual oculus rift," Ph.D. dissertation, 2020.

[22] J. E. Naranjo Robalino, "Propuesta de optimización de tiempos de entrenamiento para comisionamiento industrial a través de realidad virtual," Tesis de Maestria, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas …, 2021.

[23] C. Cuevas Baliñas *et al.*, "Desarrollo de aplicaciones de realidad virtual para la evaluación neuropsicológica. meadows: Un entorno de realidad virtual para la evaluación de habilidades de orientación topográfica," B.S. thesis, 2022.

[24] X. Wang, "Evaluating the value of virtual reality training for electrical workers on energy storage and microgrid systems," 2019.

[25] W. Drożdż, "Virtual reality training system as a comprehensive and effective method for delivering technical hands-on training in the field of distribution system operators," *Procedia Computer Science*, vol. 192, pp. 4886–4899, 2021.

[26] O. P. Fonseca Acosta, “Sitio web para la administración de congresos internacionales en la facultad de ingeniería en sistemas, electrónica e industrial.” B.S. thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas …, 2023.

[27] W. F. Gadea, R. C. C. Jiménez, y A. Cháves-Montero, “Epistemología y fundamentos de la investigación científica,” *Epistemología y Fundamentos de la Investigación Científica*, 2019.

ANEXOS

Anexo A. Entrevista dirigida al técnico de laboratorio y docente encargado de la asignatura de Máquinas Eléctricas

N.	Pregunta	Respuesta	Observación
1	¿Cree que los entornos virtuales son una herramienta efectiva para el aprendizaje de la conexión eléctrica en el arranque de motores trifásicos y monofásicos? ¿Por qué?		
2	Cuáles son los problemas más comunes que has identificado al realizar conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos y monofásicos?		
3	¿Podrías mencionar algunos de los riesgos asociados con la realización de conexiones eléctricas durante el arranque de motores trifásicos y monofásicos?		
4	¿Cuál es el proceso que se sigue habitualmente al realizar las conexiones eléctricas para el arranque de un motor trifásico y monofásico ?		
5	¿Qué equipos consideras esenciales tener antes de llevar a cabo la práctica de arranque de un motor trifásico y monofásico?		
6	¿Has experimentado alguna situación de riesgo o incidente mientras realizabas conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos o monofásicos?		
7	¿Qué aspectos crees que son fundamentales para garantizar la eficiencia y seguridad en las conexiones eléctricas para el arranque de motores trifásicos y monofásicos?		
8	¿Cómo suele verificar la correcta conexión y el funcionamiento de un motor después de realizar su arranque?		

Anexo B. Encuesta realizada a los estudiantes que cursan la asignatura de Máquinas Eléctricas.

1. ¿Has escuchado hablar sobre el uso de entornos virtuales para el aprendizaje?
    - Sí
    - No
2. ¿Has utilizado alguna vez un entorno virtual (como simulaciones o juegos) para mejorar tus habilidades técnicas?
    - Sí
    - No
3. Creo que un entorno virtual podría ser útil para aprender sobre el arranque de motores trifásicos y monofásicos.
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Neutral
    - De acuerdo
    - Totalmente de acuerdo
4. Me sentiría más seguro al realizar el arranque de un motor si tuviera acceso a un entorno virtual.
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Neutral
    - De acuerdo
    - Totalmente de acuerdo
5. Creo que un entorno virtual podría ayudarme a practicar el arranque de motores sin riesgos físicos.
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Neutral
    - De acuerdo
    - Totalmente de acuerdo
6. Considero que un entorno virtual podría ofrecer una experiencia de aprendizaje más interactiva que los métodos tradicionales para el arranque de motores.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

7. Me gustaría utilizar un entorno virtual como herramienta complementaria en mi formación sobre el arranque de motores eléctricos.
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Neutral
    - De acuerdo
    - Totalmente de acuerdo
8. Creo que un entorno virtual podría ayudarme a entender mejor las diferencias entre el arranque de motores trifásicos y monofásicos.
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Neutral
    - De acuerdo
    - Totalmente de acuerdo
9. Considero que el uso de un entorno virtual para el entrenamiento en el arranque de motores podría mejorar mi rendimiento en situaciones prácticas.
    - Totalmente en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Neutral
    - De acuerdo
    - Totalmente de acuerdo
10. ¿Cuál crees que sería el principal beneficio de utilizar un entorno virtual para aprender sobre máquinas eléctricas?
    - Práctica sin riesgo
    - Flexibilidad en el aprendizaje
    - Aprendizaje más dinámico y divertido
    - Otro (Especificar)

11. ¿Te gustaría que el entorno virtual incluya un tutorial interactivo al inicio para aprender cómo usar los controles y herramientas?
    - Sí, un tutorial completo
    - Sí, un tutorial básico
    - No, prefiero aprender practicando
    - Indiferente
12. ¿Con qué frecuencia te gustaría recibir retroalimentación en el entorno virtual?
    - Al final de cada práctica
    - Durante toda la práctica (en tiempo real)
    - Solo si cometo un error
    - Prefiero no recibir retroalimentación
13. ¿Qué tipo de música o sonidos preferirías escuchar mientras realizas el arranque de motores en el entorno virtual?
    - Sin música, solo sonidos técnicos
    - Música ambiental suave
    - Sonidos industriales realistas
    - Otro (Especificar)
14. ¿Con qué frecuencia te gustaría practicar el arranque de motores en un entorno virtual?
    - Diariamente
    - Semanalmente
    - Mensualmente
    - Solo durante el periodo de las clases
15. ¿Qué te gustaría que suceda si cometes un error durante la simulación de arranque de motores en el entorno virtual?
    - Mostrar una explicación inmediata sobre el error
    - Oportunidad de corregir el error sin intervención
    - Repetir el paso o la simulación desde el principio
    - Ninguna reacción, solo continuar
16. ¿Qué aspecto visual crees que es más importante para ti en el entorno virtual?
    - Alta calidad gráfica de los motores y herramientas
    - Un entorno inmersivo que simule una práctica real
    - Una interfaz clara y sencilla sin distracciones
    - Otro (Especificar)

Anexo C. Especificación de requisitos de software basado en el estándar IEEE 830-1998.

Introducción

Este documento es una Especificación de Requisitos Software (ERS) para el entorno virtual diseñado para el entrenamiento en la conexión de motores trifásicos y monofásicos, destinado a estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA. Esta especificación se ha estructurado basándose en las directrices dadas por el estándar IEEE Práctica Recomendada para Especificaciones de Requisitos Software ANSI/IEEE 830, 1998.

Propósito

El presente documento tiene como propósito definir requisitos funcionales y no funcionales para el desarrollo de un entorno virtual para el entrenamiento de la conexión de motores trifásicos y monofásicos, dirigido a los estudiantes de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA.

Alcance

El alcance del presente documento se centra en el desarrollo de un entorno virtual para el entrenamiento en la conexión de motores trifásicos y monofásicos, dirigido a los estudiantes de Ingeniería Industrial de la FISEI-UTA. Este entorno virtual permitirá a los usuarios practicar y aprender sobre la conexión de motores eléctricos en un ambiente seguro y controlado, facilitando la adquisición de habilidades prácticas. Se evaluará la efectividad del entorno en comparación con métodos de enseñanza tradicionales, con el objetivo de mejorar la formación académica y profesional de los estudiantes en el área de control industrial.

Personal involucrado

Nombre	Kevin Andres Alvear Vaca
Rol	Tesista
Categoría profesional	Estudiante de Ingeniería de Software
Responsabilidades	Desarrollador del entorno virtual
Información de contacto	kalvear6373@uta.edu.ec

Nombre	Ing. Santiago David Jara Moya Mg
Rol	Tutor de tesis
Categoría profesional	Ingeniero en Sistemas
Responsabilidades	Asesoría de tesis
Información de contacto	sd.jara@uta.edu.ec

Nombre	Ing. José David Romero Mesa
Rol	Técnico de Laboratorio FISEI-UTA
Categoría profesional	Ingeniero Industrial
Responsabilidades	Asesoría de tesis
Información de contacto	jd.romero@uta.edu.ec

Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Nombre	**Descripción**
Usuario	Persona que usara el entorno virtual.
ERS	Especificación de requisitos Software.
RF	Requerimiento Funcional.
RNF	Requerimiento No funcional.

Referencias

Título del documento.	**Referencia**
Standard IEEE 830 - 1998	IEEE

Resumen

Este documento se divide en tres secciones. En la primera sección, se presenta una introducción que ofrece una visión general sobre la especificación de recursos del entorno virtual. La segunda sección proporciona una descripción general del entorno virtual, destacando las funciones principales que debe cumplir, así como la información asociada y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que influyen en su desarrollo, sin entrar en detalles excesivos. Finalmente, la tercera sección se dedica a definir de manera detallada los requisitos que debe cumplir el entorno virtual para el entrenamiento en la conexión de motores eléctricos.

Descripción general

Perspectiva del producto

La perspectiva del producto en el contexto del entorno virtual para el entrenamiento en la conexión de motores trifásicos y monofásicos se enfoca en proporcionar una herramienta educativa práctica y funcional que mejore la formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial. Este entorno virtual estará diseñado para simular el proceso de conexión de motores eléctricos, permitiendo a los usuarios interactuar con elementos virtuales en un ambiente seguro y controlado.

El producto se centrará en ofrecer tutoriales y explicaciones detalladas sobre el uso de cada herramienta necesaria para la conexión de motores. Los usuarios recibirán retroalimentación inmediata sobre los errores cometidos, lo que les permitirá aprender de manera efectiva y corregir sus acciones en tiempo real.

La experiencia de aprendizaje se basará en la práctica, donde los estudiantes podrán familiarizarse con las herramientas y procedimientos sin la presión de un entorno físico. Este enfoque permitirá a los estudiantes desarrollar habilidades técnicas y confianza en su capacidad para manejar situaciones reales en el ámbito industrial.

Funcionalidad del Producto

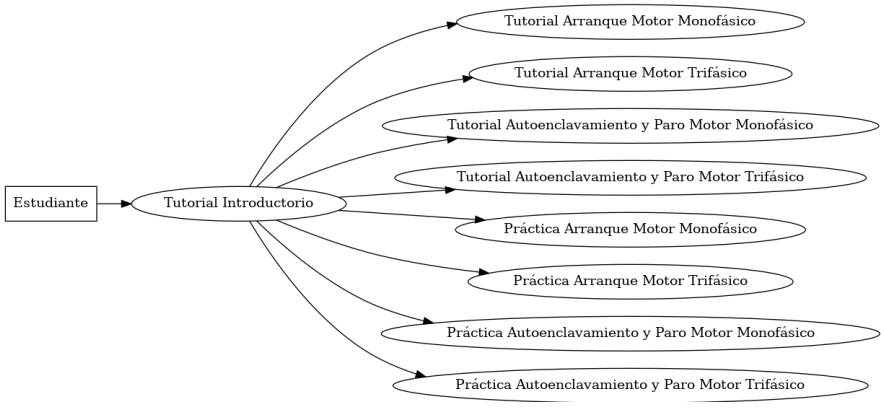


Figura C1. Funcionalidad del Producto

Características de los usuarios

Tipo de Usuario	Estudiante
Formación	Estudiantes de Ingeniería Industrial, que están cursando la asignatura de máquinas eléctricas.
Actividades	Realizan ejercicios prácticos de conexión de motores trifásicos y monofásicos en el entorno virtual.

Restricciones

- Es necesario contar con gafas y controladores de realidad virtual para asegurar una experiencia inmersiva.
- El entorno virtual debe ser utilizado en un espacio que permita el movimiento y la interacción segura del usuario.
- Se necesita proporcionar formación a los usuarios sin experiencia en entornos virtuales para que puedan utilizar la tecnología de manera efectiva.
- La interfaz del entorno virtual debe ser fácil de usar, diseñada para facilitar la navegación y la interacción dentro del entorno.

Suposiciones

- Se asume que se cuenta con los recursos necesarios, tanto humanos como materiales, para el desarrollo del entorno virtual.
- Se asume que los usuarios estarán interesados en participar y utilizar el entorno virtual para su aprendizaje.
- Se supone que el entorno virtual será accesible para todos los estudiantes cursando la asignatura de máquinas eléctricas.

Dependencias

- Dependencia de software como Unity 3D para la creación y desarrollo del entorno virtual.
- Necesidad de dispositivos de realidad virtual específicos (como gafas y controladores) para la correcta ejecución del entorno.
- Dependencia de recursos gráficos y modelos 3D que sean compatibles con el entorno de desarrollo para crear una experiencia inmersiva.
- Necesidad de formación para los usuarios sobre cómo interactuar con el entorno virtual y utilizar los dispositivos de realidad virtual de manera efectiva.

Requisitos Específicos

Requerimientos Funcionales

Identificación del requerimiento	RF01
Nombre del Requerimiento:	Tutorial Interactivo
Características:	Proporcionar un tutorial paso a paso.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe proporcionar un tutorial que guíe al usuario a través de los pasos necesarios para realizar la conexión de motores trifásicos y monofásicos, incluyendo explicaciones sobre las herramientas disponibles y su uso.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Identificación del requerimiento	RF02
Nombre del Requerimiento:	Práctica sin Tutorial
Características:	Modo de práctica autónomo.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe ofrecer un modo de práctica en el cual el usuario realice la conexión del motor sin asistencia del tutorial, permitiendo al usuario aplicar lo aprendido.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Identificación del requerimiento	RF03
Nombre del Requerimiento:	Feedback en Tiempo Real
Características:	Proporciona retroalimentación instantánea.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe mostrar al usuario errores de conexión o secuencia incorrecta en tiempo real durante el proceso de conexión del motor, ayudando a corregir errores sobre la marcha.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Identificación del requerimiento	RF04
Nombre del Requerimiento:	Sonido Ambiental
Características:	Reproducción de audio ambiental.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe reproducir sonido ambiental relacionado con el entorno en el que se llevaría a cabo una conexión eléctrica, para aumentar la inmersión del usuario.
Prioridad del requerimiento:	Media

Identificación del requerimiento	RF05
Nombre del Requerimiento:	Interacción con Herramientas
Características:	Permite manipular herramientas virtualmente.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe permitir al usuario interactuar con las herramientas de manera virtual para simular el proceso de conexión eléctrica de los motores.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Identificación del requerimiento	RF06
Nombre del Requerimiento:	Reinicio del Escenario
Características:	Opción para reiniciar la práctica.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe permitir al usuario reiniciar el escenario en cualquier momento para comenzar de nuevo el ejercicio práctico..
Prioridad del requerimiento:	Media

Requerimientos no Funcionales

Identificación del requerimiento	RNF01
Nombre del Requerimiento:	Usabilidad
Características:	Interfaz intuitiva y fácil de usar.
Descripción del requerimiento:	La interfaz debe ser intuitiva y fácil de usar, permitiendo que el usuario interactúe sin requerir conocimientos previos en tecnología o sistemas de realidad virtual.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Identificación del requerimiento	RNF02
Nombre del Requerimiento:	Rendimiento
Características:	Respuesta fluida a las interacciones.
Descripción del requerimiento:	El sistema debe ser capaz de responder de manera fluida a las interacciones del usuario, con tiempos de respuesta mínimos al mostrar feedback o errores en tiempo real.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Identificación del requerimiento	RNF03
Nombre del Requerimiento:	Compatibilidad
Características:	Soporte para dispositivos de realidad virtual.
Descripción del requerimiento:	El entorno debe ser compatible con diferentes dispositivos de realidad virtual que utilicen OpenXR, como el Meta Quest 2.
Prioridad del requerimiento:	Alta

Requisitos comunes de los interfaces

Este entorno virtual debe manejar entradas del usuario a través de interacciones en el entorno de realidad virtual, como la selección de herramientas, la manipulación de componentes eléctricos y las decisiones en el proceso de conexión de motores. Las salidas incluirán feedback visual y sonoro en tiempo real y descripcion de errores.

Interfaces de Usuario

La interfaz con el usuario consistirá en un conjunto de objetos interactivos dentro del entorno de realidad virtual. Estos objetos permitirán al usuario realizar acciones y manipular herramientas y componentes eléctricos. Además, se incluirán interfaces de mensajes que mostrarán información relevante y retroalimentación al usuario, con botones integrados para permitir la navegación y la interacción.

Interfaces de Hardware

El entorno virtual requerirá un conjunto específico de hardware para garantizar un funcionamiento óptimo y una experiencia fluida en el modelado 3D y la ejecución de Unity. A continuación se presentan los requisitos necesarios:El entorno virtual requerirá un conjunto específico de hardware para garantizar

un funcionamiento óptimo y una experiencia fluida en el modelado 3D y la ejecución de Unity. A continuación se presentan los requisitos necesarios:

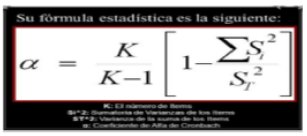
- **Dispositivo de Realidad Virtual:**
  - **Modelo Requerido:** Meta Quest 2 (u otro dispositivo compatible con OpenXR).
  - **Descripción:** Este dispositivo debe proporcionar seguimiento de movimiento y una experiencia inmersiva, permitiendo al usuario interactuar con el entorno virtual.
- **Controladores de Movimiento:**
  - **Descripción:** Los controladores deben permitir la interacción precisa con las herramientas y componentes virtuales dentro del entorno.
- **Computadora:**
  - **Procesador:** Mínimo de 2.5 GHz o superior (preferiblemente un procesador multicore) para manejar las operaciones en tiempo real.
  - **Memoria RAM:** Mínimo de 8 GB para ejecutar software de modelado 3D y Unity sin interrupciones.
  - **Tarjeta Gráfica:** GPU dedicada (como NVIDIA GeForce GTX 1060 o equivalente) para soportar gráficos 3D de alta calidad.
  - **Espacio en Disco Duro:** Al menos 10 GB de espacio disponible para instalar el software y almacenar modelos 3D.

Interfaces de Software

El sistema no requiere integración con otros productos de software, ya que funcionará de manera independiente dentro del entorno de realidad virtual. El entorno virtual está diseñado para el aprendizaje de conexiones eléctricas de motores trifásicos y monofásicos, permitiendo a los usuarios practicar y recibir retroalimentación en tiempo real. La interfaz proporcionará una experiencia intuitiva para que los usuarios interactúen con el entorno virtual y manejen herramientas y componentes eléctricos de manera efectiva. El entorno se ejecutará localmente, sin requerir conexión a un servidor o sistema externo. Los mensajes y notificaciones dentro del entorno se mostrarán en paneles emergentes que incluirán texto explicativo y botones de acción para facilitar la navegación. Las interacciones se realizarán mediante controladores de movimiento compatibles con el dispositivo de realidad virtual, permitiendo a los usuarios seleccionar, arrastrar y manipular objetos virtuales.

Anexo D. Hoja de Excel para el cálculo del coeficiente de Alfa de Cronbach.

ID	item_1	Item_2	item_3	item_4		Puntaje
1	5	5	5	5		20
2	5	5	5	5		20
3	5	5	5	5		20
4	5	5	5	5		20
5	5	5	5	5		20
6	5	5	5	5		20
7	5	5	5	5		20
8	5	5	5	5		20
9	5	5	5	5		20
10	5	5	5	5		20
11	5	5	5	5		20
12	5	5	5	5		20
13	5	5	5	5		20
14	5	5	5	5		20
15	5	5	5	5		20
16	5	5	5	5		20
17	5	5	5	5		20
18	5	5	5	5		20
19	5	5	4	4		18
20	5	4	4	4		17
21	5	4	4	4		17
22	4	4	4	4		16
23	4	4	4	4		16
24	4	4	4	4		16
25	4	4	4	4		16
26	4	4	4	4		16
27	4	4	4	3		15
28	4	3	4	3		14
29	4	3	3	3		13
30	3	3	4	3		13
31	3	3	4	3		13
32	3	3	3	3		12
Total	146	142	144	140	S_t^2	7.1719
S_i^2	0.43	0.56	0.38	0.61	$\sum S_i^2$	1.98



Dónde:	$\sum S_i^2$	sumatoria de las varianzas	1.98
	S_t^2	varianza de la suma de toc	7.171875
	K	número de ítems=	4
	K-1	número de ítems menos u	3
	α=	0.96586783	

Figura D1. Hoja de Excel para el cálculo del coeficiente de Alfa de Cronbach.

Anexo E. Rúbrica de Evaluación – Ejecución de Secuencias en Prácticas de Máquinas Eléctricas

Rúbrica de Evaluación – Ejecución de Secuencias en Prácticas de Máquinas Eléctricas					
Criterio/s	**Insuficiente**	**Mejorable**	**Satisfactorio**	**Excelente**	**Ponderación**
Comprensión de la práctica	No reconoce o comprende los datos ni el contexto de la práctica planteada (0 puntos)	Reconoce e interpreta la secuencia, demostrando una comprensión elemental de la práctica planteada (0,6 puntos)	Analiza, reconoce e interpreta claramente la secuencia, proceso y protecciones; demostrando una alta comprensión de la práctica (1,2 puntos)	Analiza, reconoce e interpreta perfectamente la secuencia propuesta; demuestra una absoluta comprensión de la práctica (2 puntos)	2 puntos (20%)
Planteamiento razonado	No comprende ni identifica los componentes eléctricos necesarios, no planeta un diagrama inicial (0 puntos)	Demuestra poca comprensión al plantear el diagrama eléctrico, identifica y define los componentes necesarios en sin mayor claridad (0,6 puntos)	Aplica conocimientos específicos y establece el diagrama eléctrico, determina los componentes necesarios de manera adecuada (1,2 puntos)	Aplica conocimientos óptimos, plantea y establece el diagrama eléctrico. Define los componentes necesarios para el desarrollo educado de la práctica (2 puntos)	2 puntos (20%)
Estrategia de resolución	No identifica ni plantea las restricciones o conexiones necesarias, demuestra poca comprensión de la práctica (0 puntos)	Detalla pasos básicos y muestra aceptables conocimientos en la conexión de componentes y sus restricciones (0,6 puntos)	Identifica, plantea y realiza las conexiones necesarias para el desarrollo de la práctica (1,2 puntos)	Identifica, plantea y realiza conexiones correctas, utiliza estrategias efectivas y eficientes para el desarrollo de la práctica (2 puntos)	2 puntos (20%)
Ejecución y desarrollo técnico	No realiza conexión alguna de los componentes eléctricos. La lógica de conexión utilizada presenta errores importantes. (0 puntos)	Formula y desarrolla parcialmente la lógica cableada para el desarrollo de la práctica; se comete errores leves (0,6 puntos)	Formula, plantea y desarrolla la lógica cableada necesaria en la práctica; realiza pruebas básicas de funcionamiento (1,2 puntos)	Formula, plantea y desarrolla adecuadamente la lógica cableada necesaria; realiza pruebas de funcionamiento correctas y aplica óptimos conceptos lógicos (2 puntos)	2 puntos (20%)
Solución de la práctica	La secuencia no se ejecuta o su conexión puede provocar un cortocircuito. Pasa por alto conocimientos de lógica específicos (0 puntos)	La secuencia se ejecuta y la práctica se desarrolla de manera parcial, no toma en cuenta criterios ni restricciones específicas de resolución. Se evidencia falta de conocimientos (0,6 puntos)	La secuencia se ejecuta y aporta correctamente la solución de la práctica. Toma en cuenta criterios y restricciones. (1,2 puntos)	Define, proyecta y plantea una óptima ejecución de la práctica. Se toman en cuenta todos los criterios y restricciones planteados. Revisa, verifica y corrige errores existentes. (2 puntos)	2 puntos (20%)
					10 puntos (100%)

Anexo F. Instrumento de Evaluación Preprueba

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
Cdla. Universitaria (Predios Huachi) Casilla 334 Telefax: 03-2831894 – 2411237, Correo Electrónico: carrera.software@uta.edu.ec
AMBATO-ECUADOR

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN (Preprueba)			
ASIGNATURA:	Máquinas Eléctricas	**PROFESOR:**	Ing. Mg. Xavier López
CURSO:		**FECHA:**	

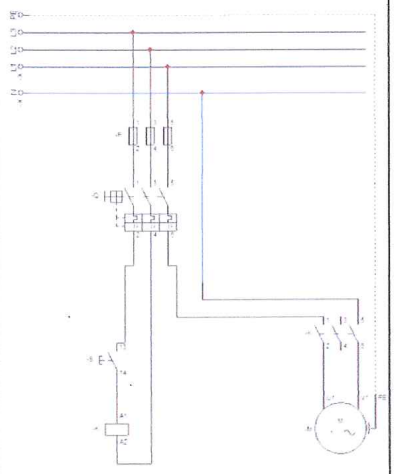
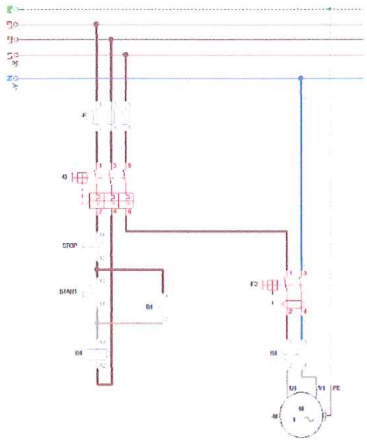
OBJETIVO: Reforzar el conocimiento práctico en las conexiones eléctricas de un arranque de motor monofásico con su etapa de control.

Materiales básicos:

Fuente de Voltaje
Motor Monofásico
Contactores
Pulsador
Cable flexible numero 12
Conectores Bananas
Ponchadores
Terminales

INDICACIONES GENERALES:

1. Identifíque, examine y analice los elementos o equipos que serán necesarios utilizar
2. Tome en cuenta restricciones, protecciones y seguridades necesarias.
3. Realice la simulación del circuito, utilice los elementos y equipos acorde a los existente fisicamente
4. Revise las conexiones establecidas y chequee el circuito eléctrico realizado

Caso propuesto 1: Arranque de Motor Monofásico	**Caso propuesto 2:** Autoenclavamiento y paro Motor Monofásico
	

ELABORADOR POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Kevin Alvear	Ing. Mg. Jose Romero	Ing. Mg. Xavier Lopez
Firma	Técnico de Laboratorio	Docente

Anexo G. Instrumento de Evaluación Posprueba

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
Cdla. Universitaria (Predios Huachi) Casilla 334 Telefax: 03-2831894 – 2411237, Correo Electrónico: carrera.software@uta.edu.ec
AMBATO-ECUADOR

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN (Preprueba)			
ASIGNATURA:	Máquinas Eléctricas	**PROFESOR:**	Ing. Mg. Xavier López
CURSO:		**FECHA:**	

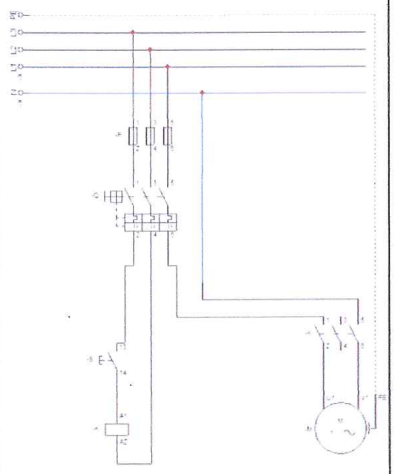
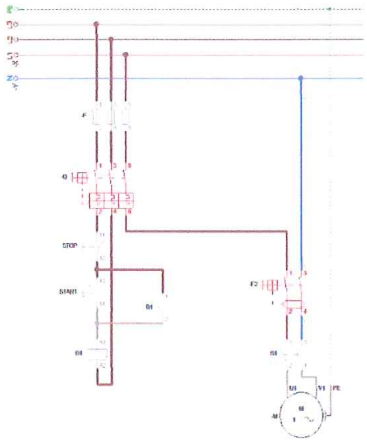
OBJETIVO: Reforzar el conocimiento práctico en las conexiones eléctricas de un arranque de motor monofásico con su etapa de control.

Materiales básicos:

Fuente de Voltaje
Motor Monofásico
Contactores
Pulsador
Cable flexible numero 12
Conectores Bananas
Ponchadores
Terminales

INDICACIONES GENERALES:

1. Identifíque, examine y analice los elementos o equipos que serán necesarios utilizar
2. Tome en cuenta restricciones, protecciones y seguridades necesarias.
3. Realice la simulación del circuito, utilice los elementos y equipos acorde a los existente fisicamente
4. Revise las conexiones establecidas y chequee el circuito eléctrico realizado

Caso propuesto 1: Arranque de Motor Monofásico	**Caso propuesto 2:** Autoenclavamiento y paro Motor Monofásico
	

ELABORADOR POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Kevin Alvear	Ing. Mg. Jose Romero	Ing. Mg. Xavier Lopez
Firma	Técnico de Laboratorio	Docente

Anexo H. Validación del Instrumento Preprueba Experto 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
Avda. Los Chasquis y Río Payamin, Ambato - Ecuador

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO "Cuestionario Preprueba" PERTENECIENTE A LA INVESTIGACIÓN:

"ENTORNO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS PARA EL APRENDIZAJE A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FISEI-UTA"

AUTOR: Kevin Alvear

Señale mediante un ✓, según la validación para cada pregunta:

1D- DEFICIENTE **2R- REGULAR** **3B- BUENO** **4O- ÓPTIMO**

PARÁMETROS / PREGUNTAS	Pertinencia de las actividades del laboratorio con los objetivos				Pertinencia de las actividades del laboratorio con las variables y enunciados				Calidad técnica y adecuación de las prácticas				Redacción y claridad de las instrucciones del laboratorio			
	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O
Practica 1				✓				✓				✓				✓
Practica 2				✓				✓				✓				✓

Observaciones:

Realizado por:
Kevin Andres Alvear Vaca
CI: 1805436373

Validado por:
Ing. Mg. Xavier López
CI: 1804062915

Anexo I. Validación del Instrumento Posprueba Experto 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
Avda. Los Chasquis y Río Payamin, Ambato - Ecuador

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO "Cuestionario Posprueba" PERTENECIENTE A LA INVESTIGACIÓN:

"ENTORNO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS PARA EL APRENDIZAJE A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FISEI-UTA"

AUTOR: Kevin Alvear

Señale mediante un ✓, según la validación para cada pregunta:

1D- DEFICIENTE **2R- REGULAR** **3B- BUENO** **4O- ÓPTIMO**

PARÁMETROS / PREGUNTAS	Pertinencia de las actividades del laboratorio con los objetivos				Pertinencia de las actividades del laboratorio con las variables y enunciados				Calidad técnica y adecuación de las prácticas				Redacción y claridad de las instrucciones del laboratorio			
	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O
Practica 1				✓				✓				✓				✓
Practica 2				✓				✓				✓				✓

Observaciones:

Realizado por:
Kevin Andres Alvear Vaca
CI: 1805436373

Validado por:
Ing. Mg. Xavier López
CI: 1804062915

Anexo J. Validación del Instrumento Preprueba Experto 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
Avda. Los Chasquis y Río Payamín, Ambato - Ecuador

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO "Cuestionario Preprueba" PERTENECIENTE A LA INVESTIGACIÓN:

"ENTORNO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS PARA EL APRENDIZAJE A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FISEI-UTA"

AUTOR: Kevin Alvear

Señale mediante un ✓, según la validación para cada pregunta:

1D- DEFICIENTE **2R- REGULAR** **3B- BUENO** **4O- ÓPTIMO**

PARÁMETROS / PREGUNTAS	Pertinencia de las actividades del laboratorio con los objetivos				Pertinencia de las actividades del laboratorio con las variables y enunciados				Calidad técnica y adecuación de las prácticas				Redacción y claridad de las instrucciones del laboratorio			
	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O
Practica 1				✓				✓				✓				✓
Practica 2				✓				✓				✓				✓

Observaciones:

Realizado por:
Kevin Andres Alvear Vaca
CI: 1805436373

Validado por:
Ing. Mg. José Romero
CI: 1804368072

Anexo K. Validación del Instrumento Posprueba Experto 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
Avda. Los Chasquis y Río Payamín, Ambato - Ecuador

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO "Cuestionario Posprueba" PERTENECIENTE A LA INVESTIGACIÓN:

"ENTORNO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS PARA EL APRENDIZAJE A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FISEI-UTA"

AUTOR: Kevin Alvear

Señale mediante un ✓, según la validación para cada pregunta:

1D- DEFICIENTE **2R- REGULAR** **3B- BUENO** **4O- ÓPTIMO**

PARÁMETROS / PREGUNTAS	Pertinencia de las actividades del laboratorio con los objetivos				Pertinencia de las actividades del laboratorio con las variables y enunciados				Calidad técnica y adecuación de las prácticas				Redacción y claridad de las instrucciones del laboratorio			
	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O
Practica 1				✓				✓				✓				✓
Practica 2				✓				✓				✓				✓

Observaciones:

Realizado por:
Kevin Andres Alvear Vaca
CI: 1805436373

Validado por:
Ing. Mg. José Romero
CI: 1804368072