



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA

**“ENTRENAMIENTO CON ENTORNOS DE APRENDIZAJE VIRTUALES
PARA INSTALACIONES FRIGORÍFICAS INDUSTRIALES”**

AUTORES: Bryan Steeven, Santo Barahona.
Fernanda Elizabeth, Yanchapanta Yánez.

ING. HÉCTOR TERÁN
DIRECTOR DE ARTICULO ACADÉMICO

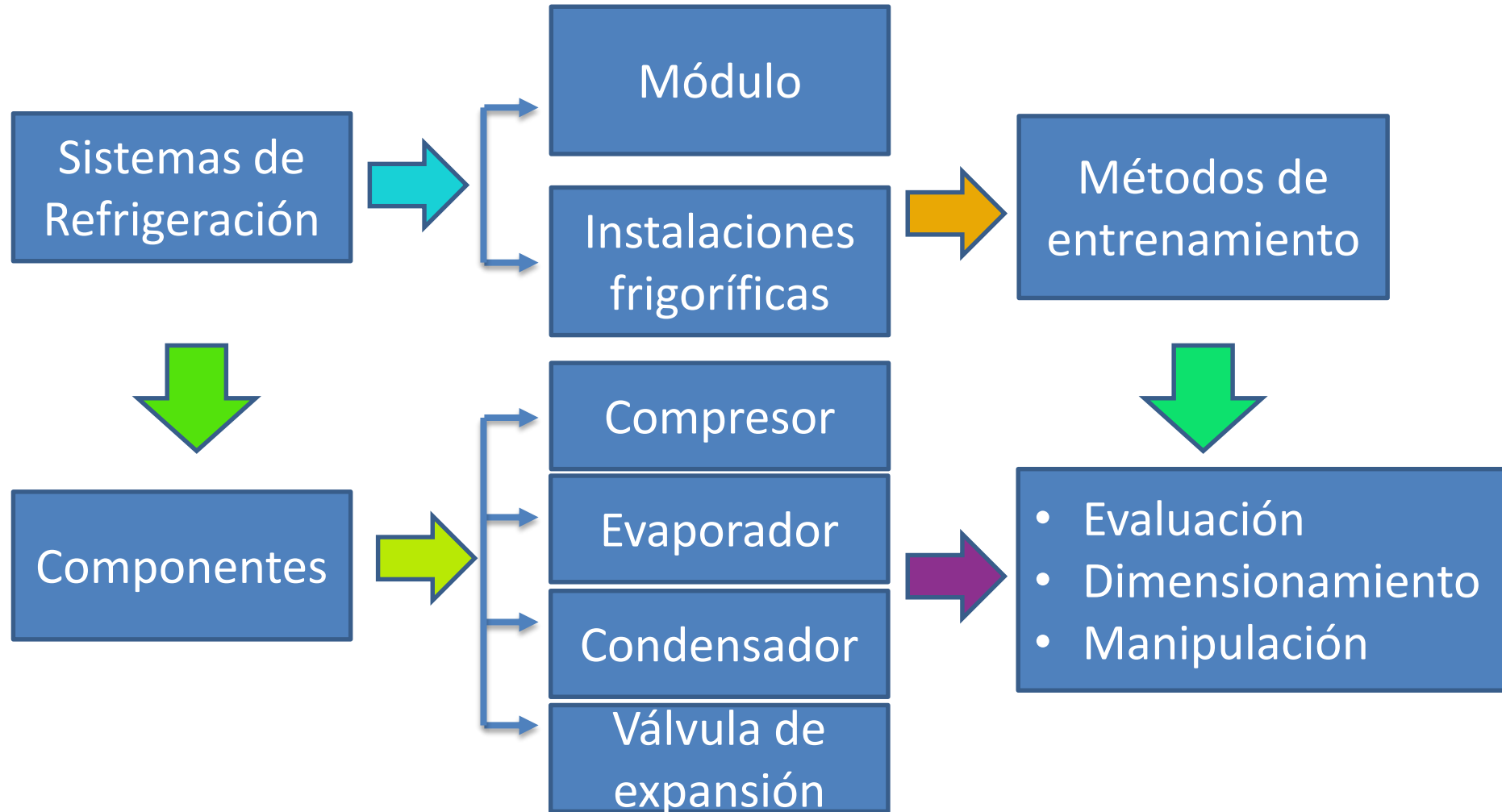


CONTENIDO

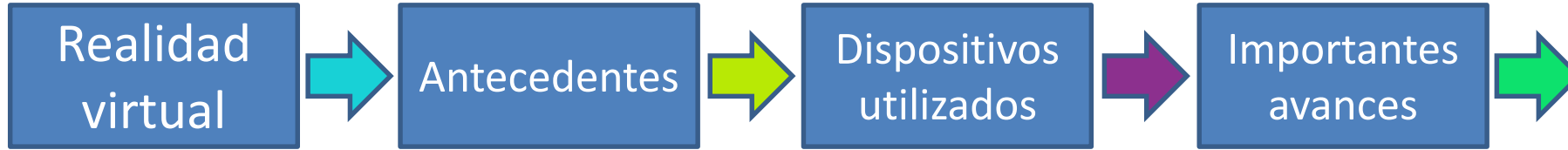
- Introducción
- Objetivos
- Modelo del sistema de refrigeración
- Desarrollo del entorno 3D
- Validación del modelo
- Pruebas y Resultados en realidad virtual
- Conclusiones



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN



- Información en tiempo real
- Entrenamiento de procesos industriales

Inicios VR



Equipo de VR



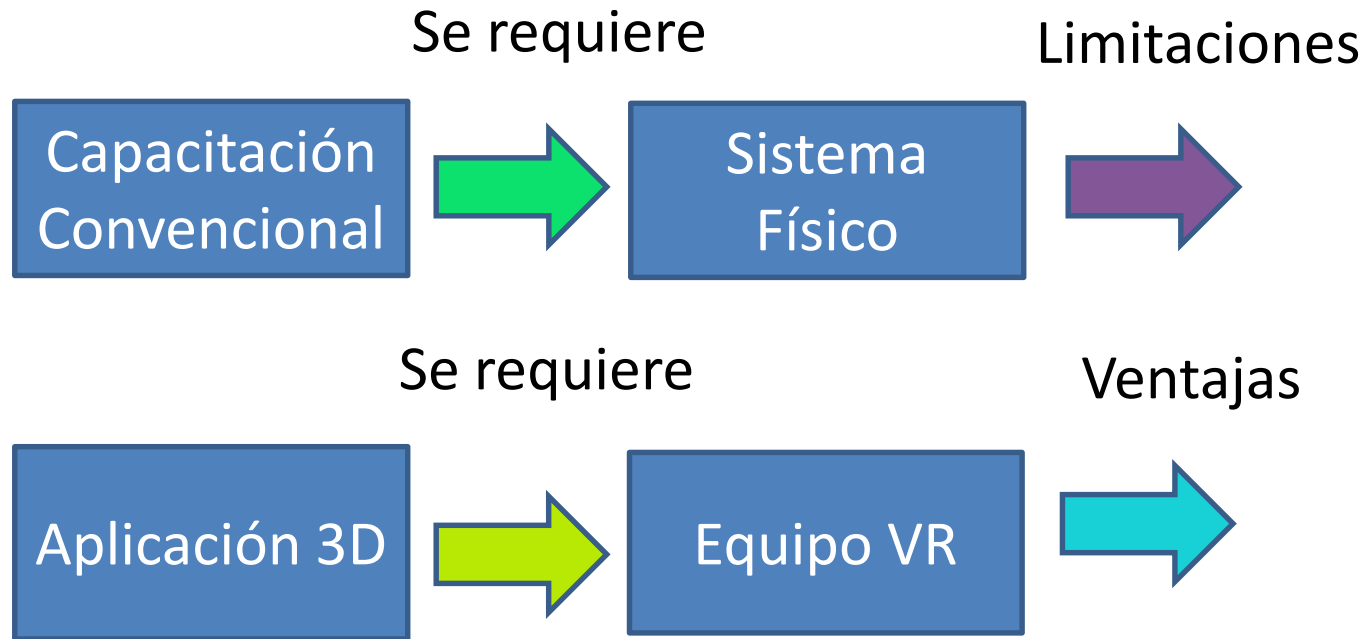
Videojuegos



VR aplicado a la industria

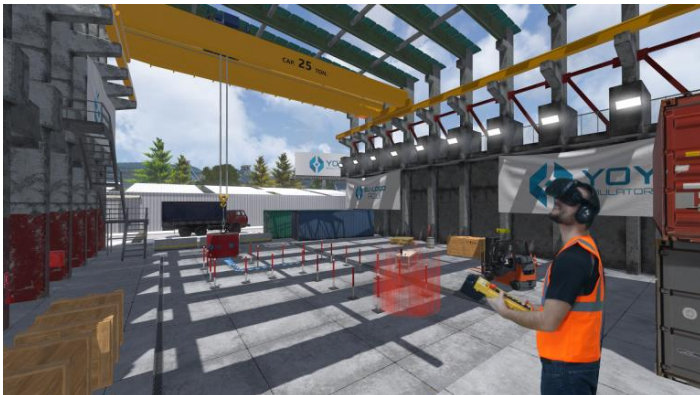


INTRODUCCIÓN



- Disponibilidad y costos de adquisición.
- Mantenimiento.
- Ayuda de un experto en el área.
- Limitaciones de tiempo.

- Interactividad
- Flexibilidad
- Escalabilidad
- Estandarización



OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un entorno de aprendizaje virtual que permita monitorear y manipular un sistema de refrigeración industrial, con el fin de mejorar el proceso de entrenamiento.

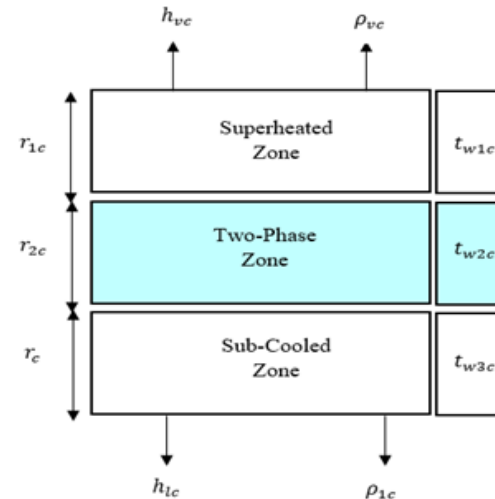
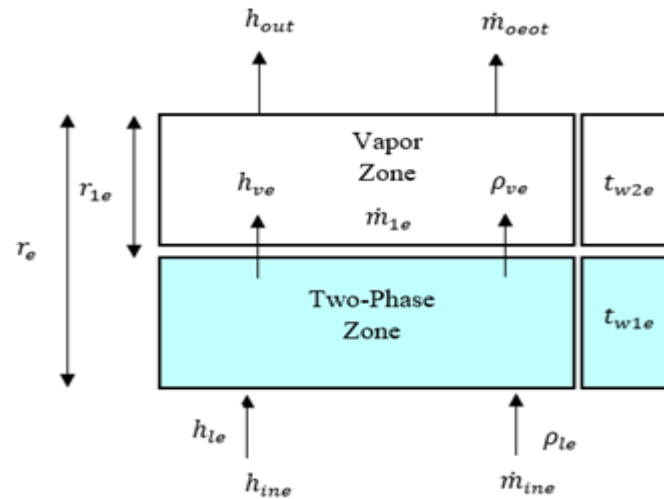
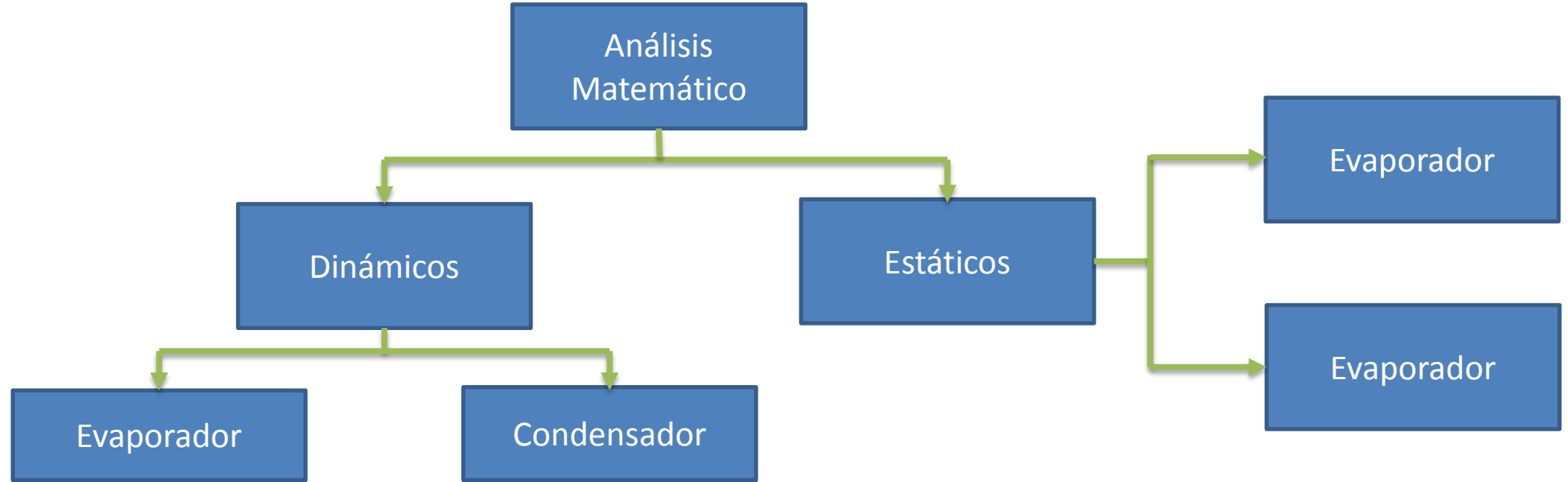


OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Virtualizar el proceso industrial de un sistema de refrigeración con el motor gráfico UNITY 3D.
- Proponer un modelo matemático para un sistema de refrigeración por compresión de vapor, capaz de predecir el comportamiento de todo el sistema.
- Desarrollar una aplicación con las características propias de los entornos virtuales de aprendizaje (EVA).
- Validar el modelo obtenido y evaluar experimentalmente la aplicación virtual.

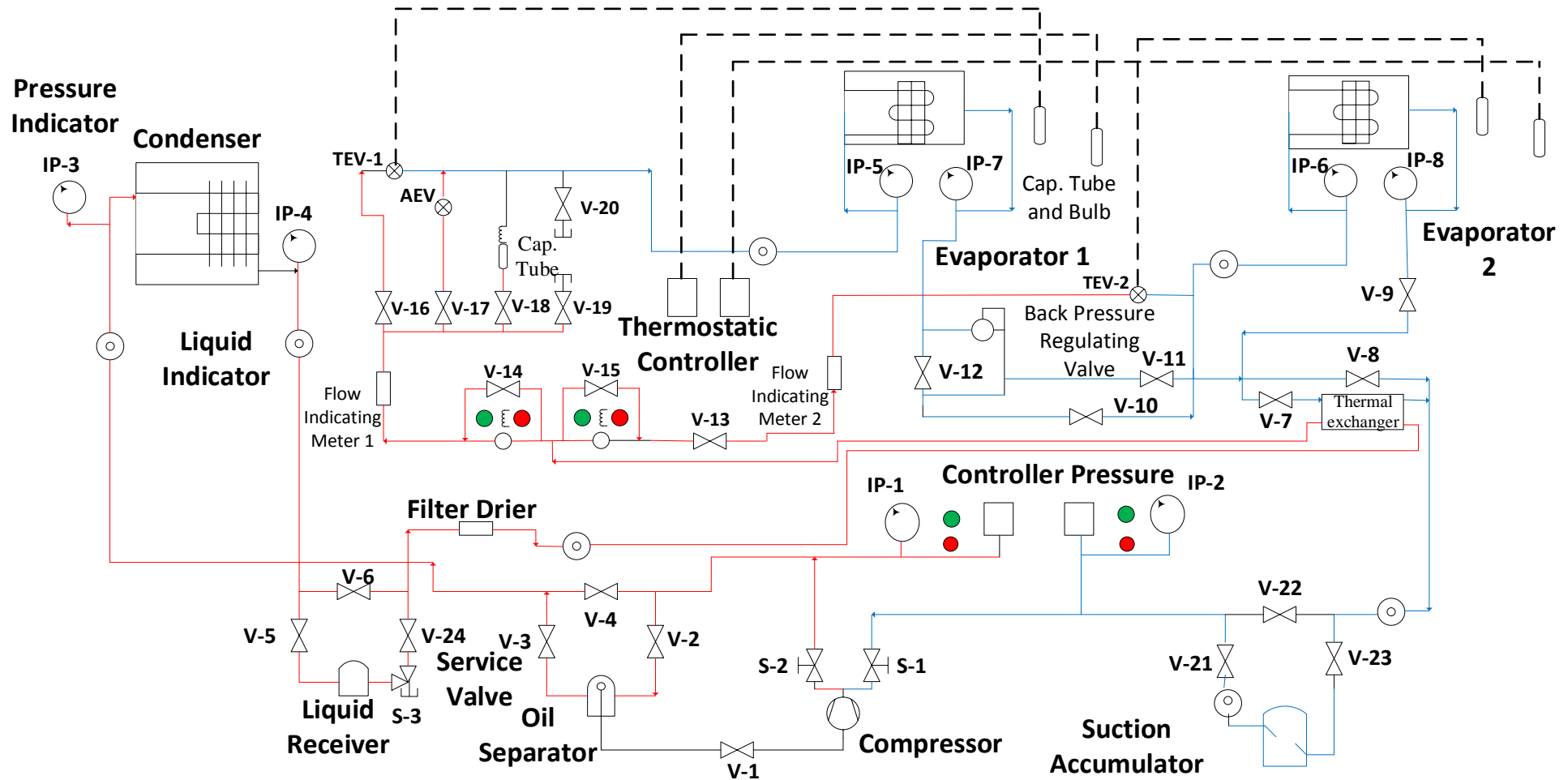







MODELOS MATEMÁTICOS



MODELO MATEMÁTICO

DIAGRAMA PI&D



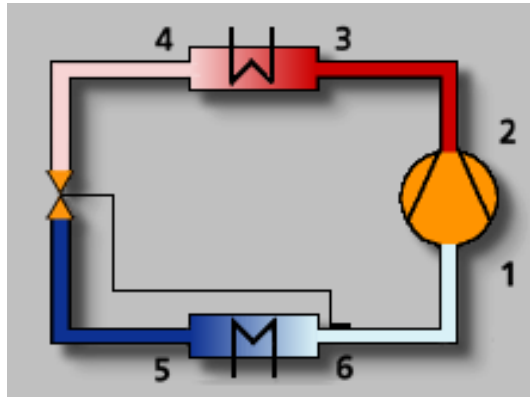
	High line		Solenoid Valve
	Low line		Thermostatic Expansion Valve
	Control line		



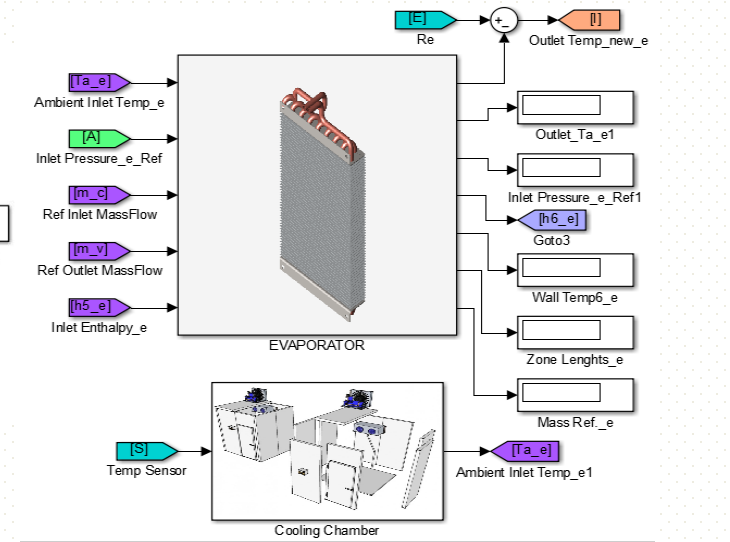
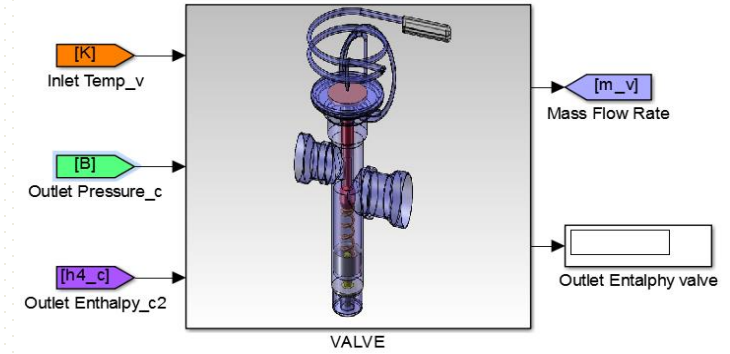
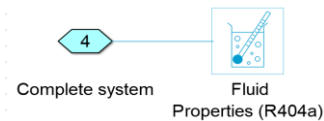
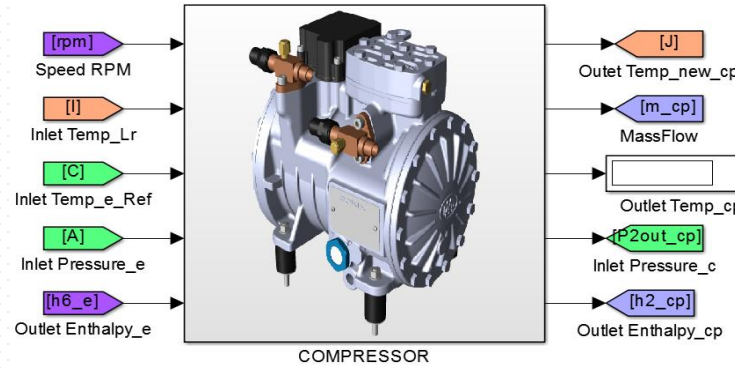
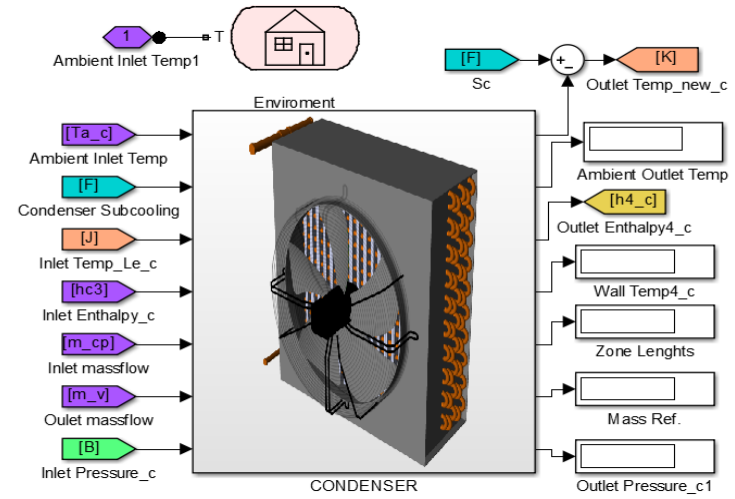
MODELO MATEMÁTICO



CONDENSADOR

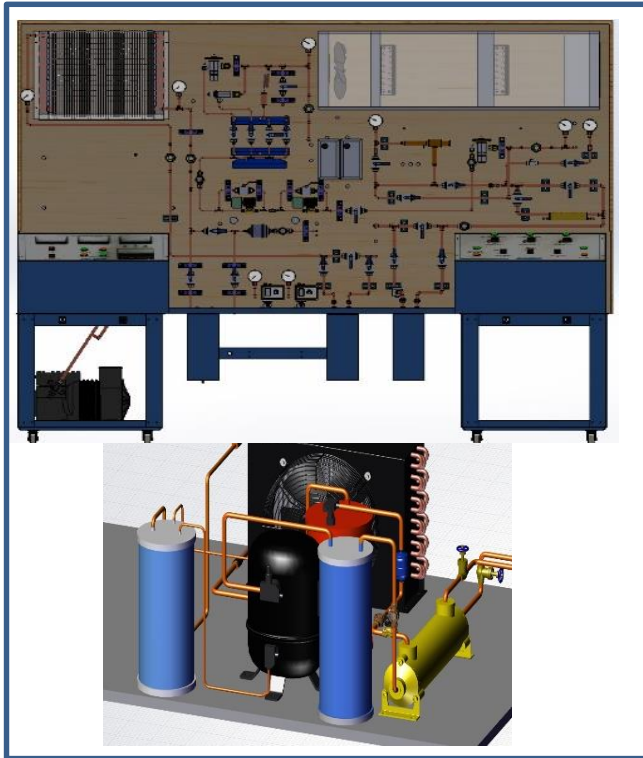


EVAPORADOR

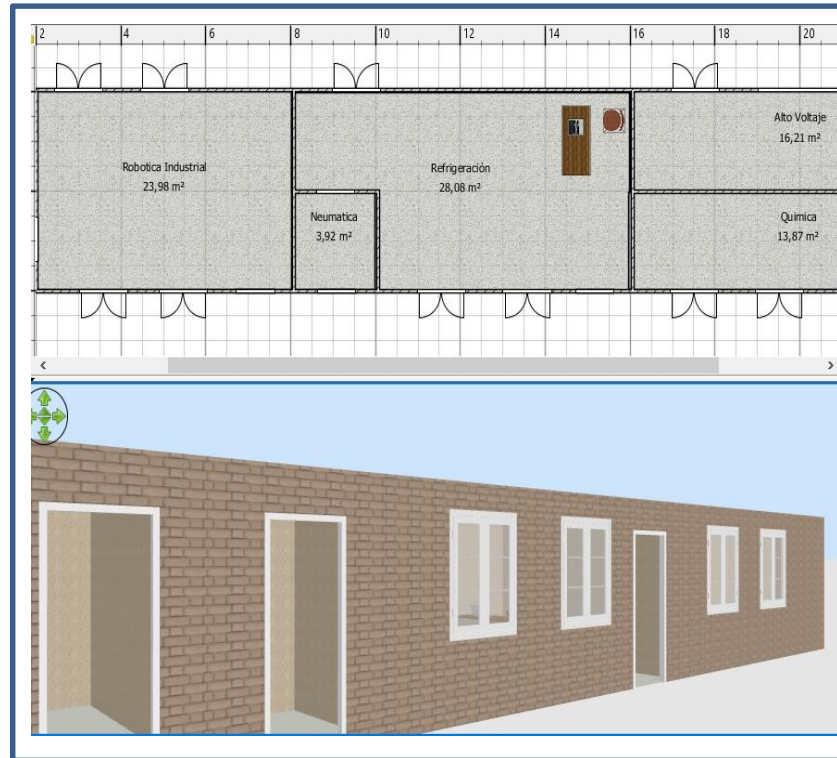


DESARROLLO DEL ENTORNO

SOFTWARE CAD



SweetHome3D

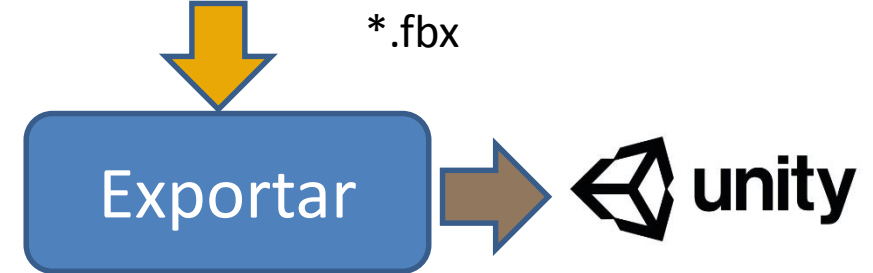
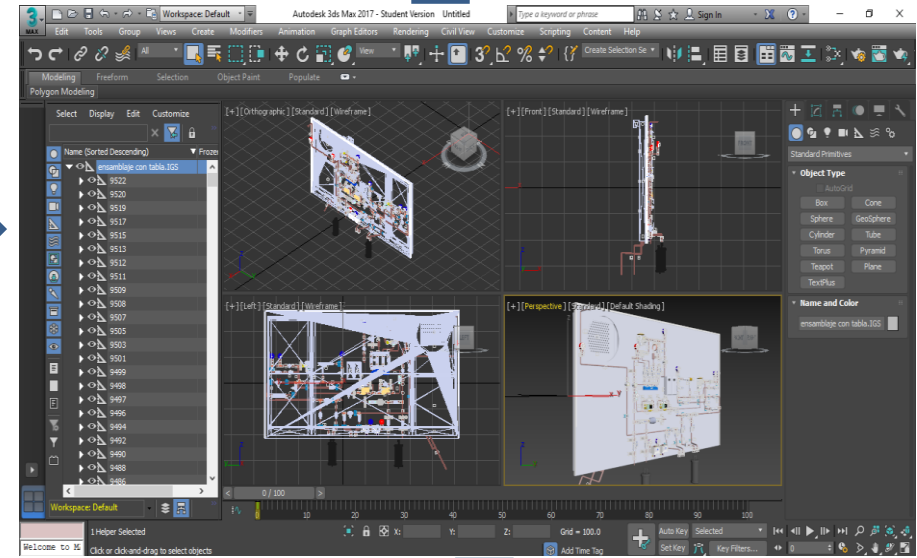


DESARROLLO DEL ENTORNO

EXTENSIONES COMPATIBLES



Puntos de referencia
PIVOTE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DESARROLLO DEL ENTORNO

UNITY 3D

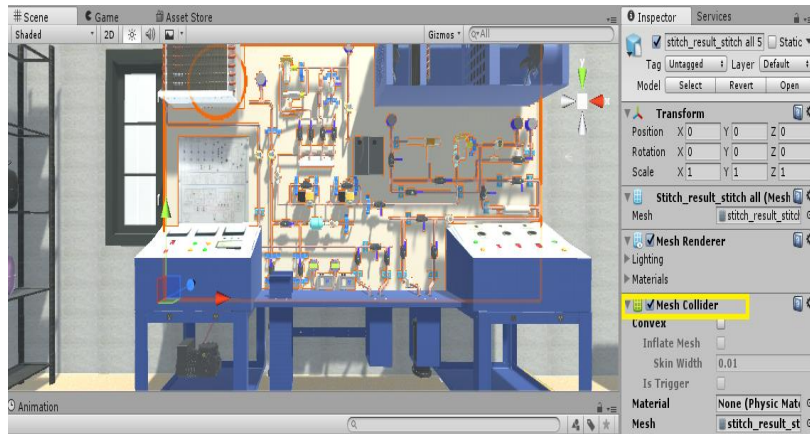
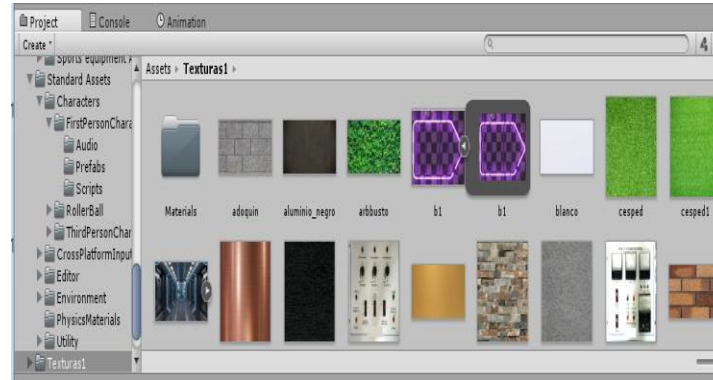


Entorno Digitalizado

Establecer un colisionador de malla

Aplicar texturas

Crear un administrador de tareas.



DESARROLLO DEL ENTORNO

ESCENAS



Student: Entorno educativo y módulos de refrigeración.

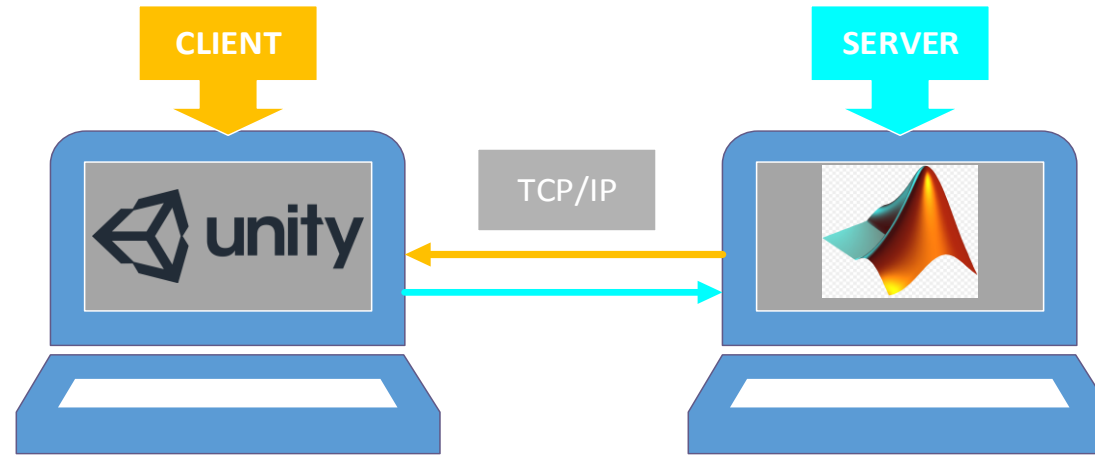
Operator: Entorno industrial, cámaras frigoríficas, cuarto de máquinas y control.

Failure Mode: Identificación de fallas en el sistema.



DESARROLLO DEL ENTORNO

COMUNICACIÓN

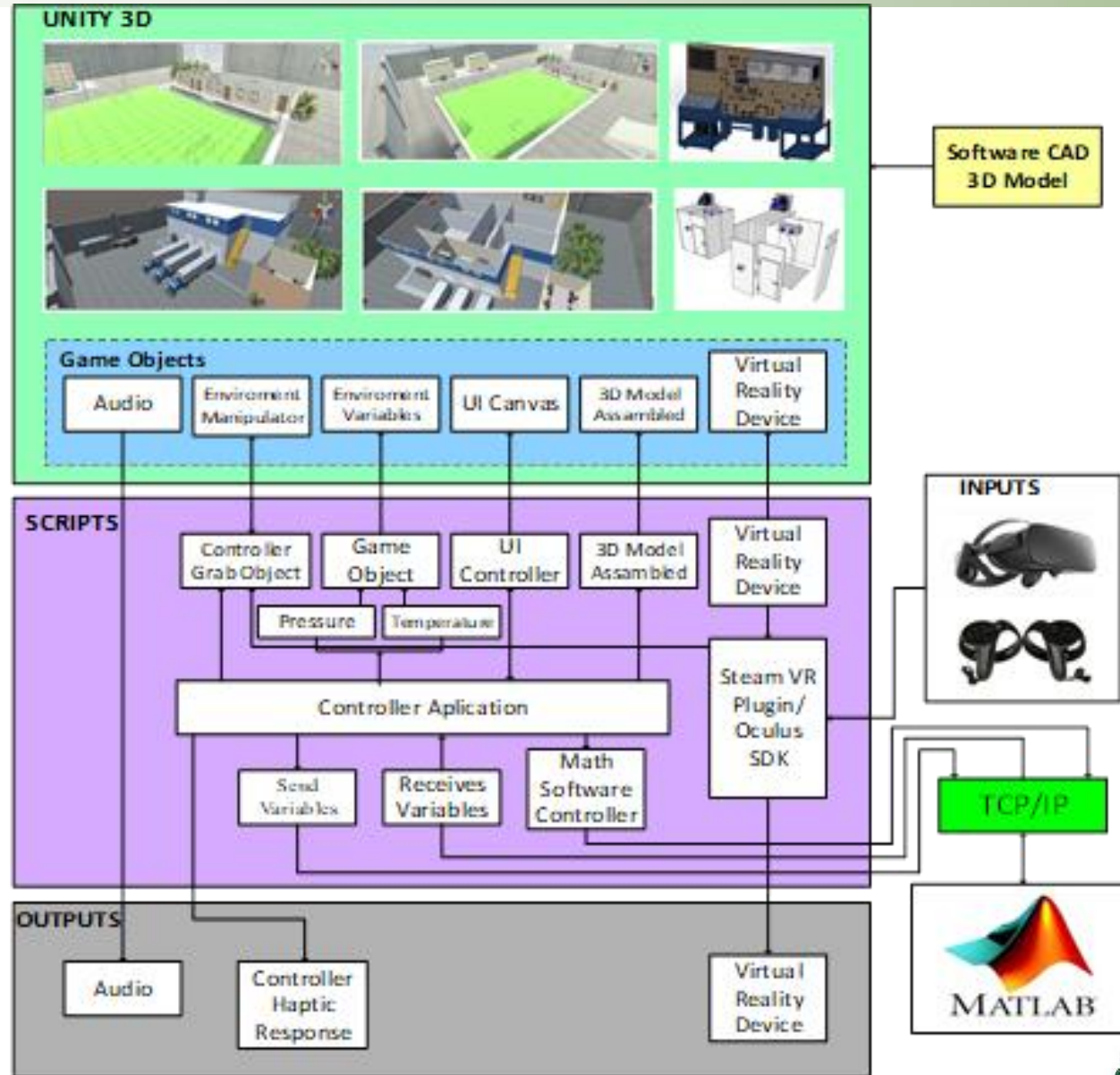


```
1 using System.Collections;
2 using UnityEngine;
3 using System.Net;
4 using System.Net.Sockets;
5 using System.Linq;
6 using System;
7 using System.IO;
8 using System.Text;
9 using UnityEngine.UI;
10 using UnityEngine.Networking;
11
12 public class Servidor : MonoBehaviour {
13
14     TcpListener listenerR, listenerE;
15     public string msg;
16
17     //Datos recibidos
18     public string datoIn1T, datoIn2T, datoIn3T, datoIn4T, datoIn5T, datotemperatura1T, datotemperatura2T, datotemperatura3T
19     public float datoIn1, datoIn2, datoIn3, datoIn4, datoIn5, datotemperatura1, datotemperatura2, datotemperatura3, datotem
20
21     public string datopresion1T, datopresion2T, datopresion3T, datopresion4T, datopresion5T, datopresion6T;
22     public float datopresion1, datopresion2, datopresion3, datopresion4, datopresion6;
23
24     //Datos enviados
25     public string datoOut1T, datoOut2T, datoOut3T, datoOut4T, datoOut5T, datoOuttemperatura1T, datoOuttemperatura2T, datoOut
26     public float datoOut1, datoOut2, datoOut3, datoOut4, datoOut5, datoOuttemperatura1, datoOuttemperatura2, datoOuttemperatura
```

```
4 format shortG
5
6 %% InicializaciOn
7 %InicializaciOn de datos para enviar
8 a=1; b=2; c=3; d=4; e=5;
9
10 %InicializaciOn del puerto para el envDo (55000)
11 ClientTx = tcpip('127.0.0.1',55000,'NetworkRole','client');
12 set(ClientTx,'Timeout',30);
13
14 %InicializaciOn del puerto para la recepciOn (55001)
15 ClientRx = tcpip('127.0.0.1',55001,'NetworkRole','client');
16 set(ClientRx,'Timeout',30);
17
18 while(1)
19     %% Procesamiento de datos a enviar
20     a=a+0.0115; b=b+2; c=c+3; d=d+4; e=e+5;
21     aT=num2str(a); bT=num2str(b); cT=num2str(c); dT=num2str(d); eT=num2str(e); %ConversiOn de datos a string para el
22
23     %% EnvDo de datos
24     fopen(ClientTx);
25     datos_enviados=strcmp(aT,'a',bT,'a',cT,'a',dT,'a',eT); %Trama de datos para enviar
```

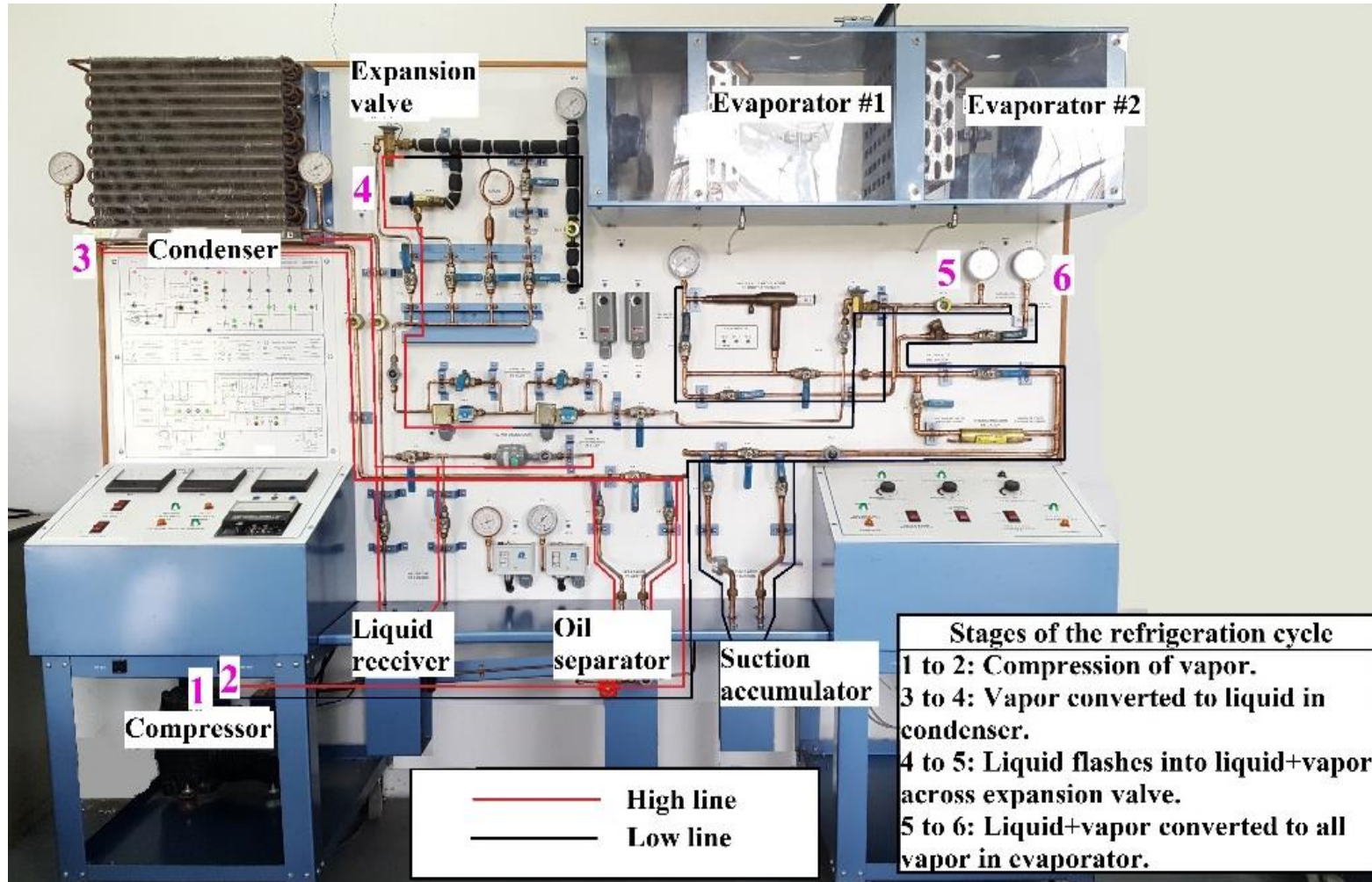


DESARROLLO DEL ENTORNO



VALIDACIÓN DEL MODELO

ENSAYOS



VALIDACIÓN DEL MODELO

ENSAYOS

Table 1. Valores medidos en módulo físico de refrigeración

	Pressure [P]	Temperature [T]	Specific volume [v]	Enthalpy [h]	Entropy [s]	Steam quality [x]
Point	[bar]	[°C]	[dm ³ /kg]	[kJ/kg]	[kJ/kg°C]	--
1	5,63	7	36,97	373,53	1,6401	
2	16,05	52,39	13,33	400,88	1,6570	
3	16,05	52,39	13,33	400,88	1,6570	
4	16,05	25,64	0,96	237,22	1,1273	
5	5,63	-2,52	9,09	237,22	1,1372	0,241
6	5,63	7	36,97	373,53	1,6401	



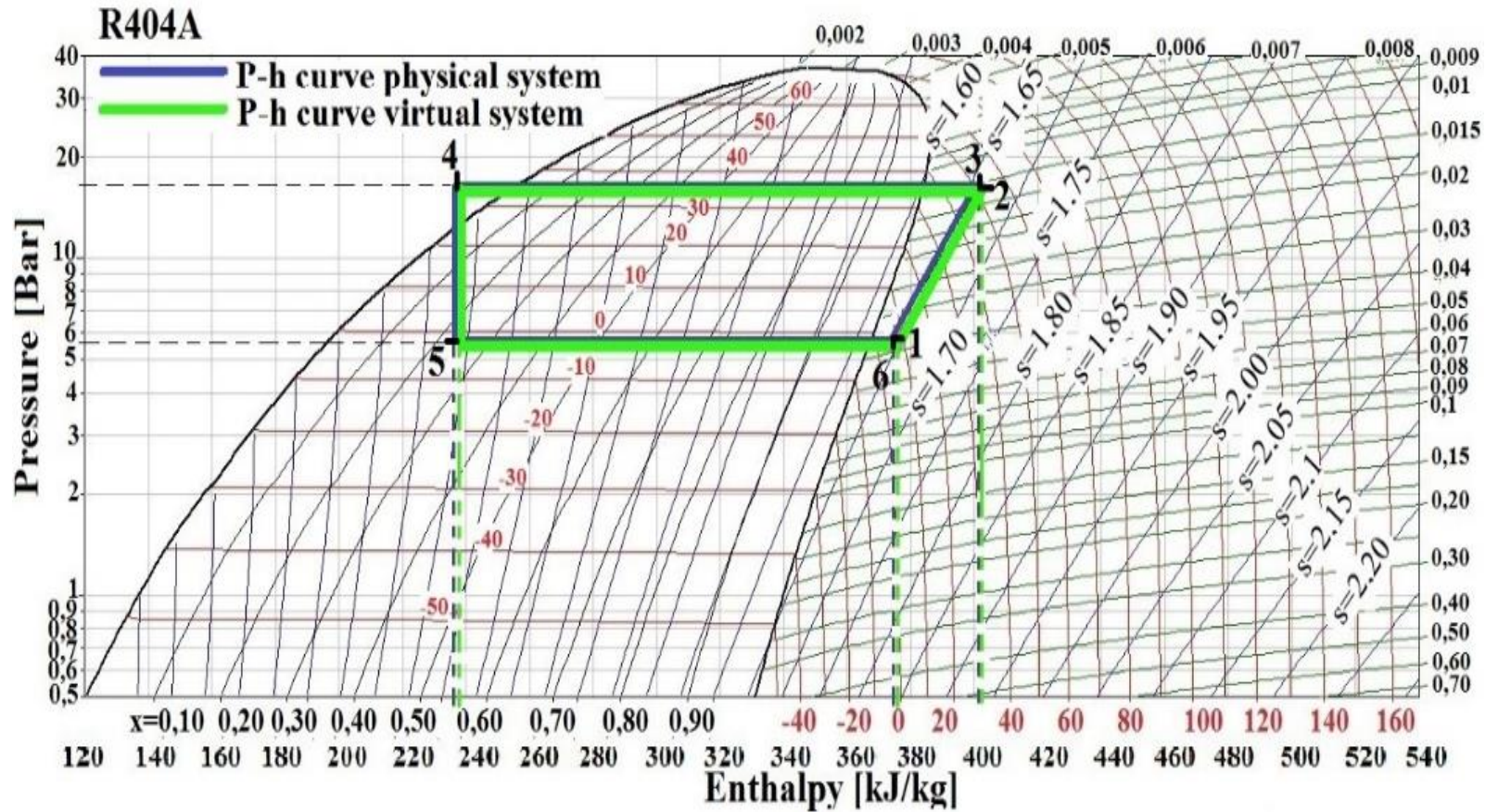
Table 2. Valores de la aplicación virtual

	Pressure [P]	Temperature [T]	Specific volume [v]	Enthalpy [h]	Entropy [s]	Steam quality [x]
Point	[bar]	[°C]	[dm ³ /kg]	[kJ/kg]	[kJ/kg°C]	--
1	5,63	7	37,42	373,14	1,6393	
2	16,05	52,39	13,72	401,81	1,6615	
3	16,05	52,39	13,72	401,81	1,6615	
4	16,05	25,64	0,95	237,01	1,1259	
5	5,63	-2,52	8,91	237,07	1,1350	0,242
6	5,63	7	37,42	373,14	1,6393	



VALIDACIÓN DEL MODELO

ANALOGÍA FÍSICO- VIRTUAL



Entalpia	Error(%)
1-2 Compresión	0.16
3-4 Condensación	0.155
5-6 Evaporación	0.08

COP físico=4.98

COP

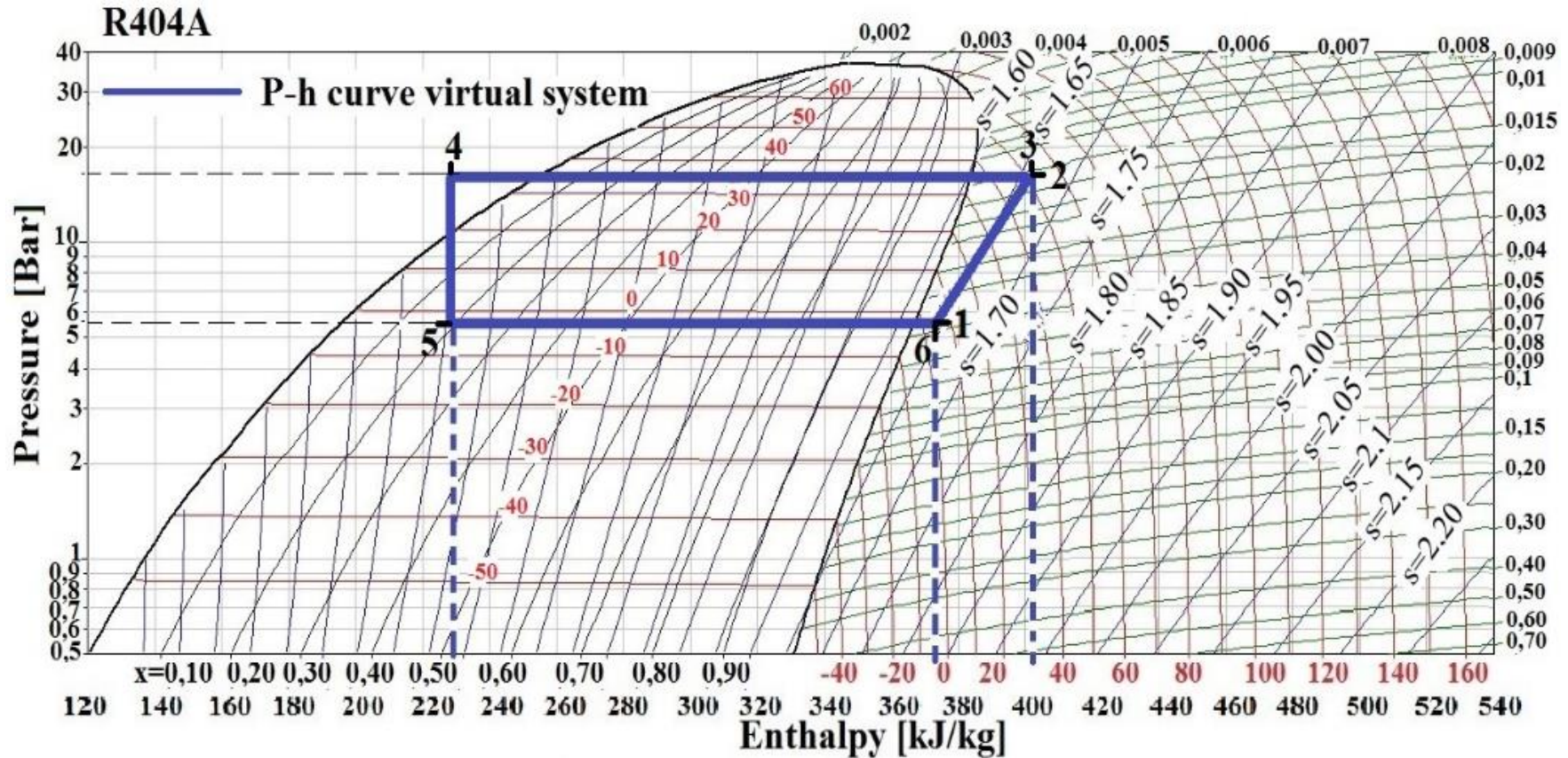
3.59%



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

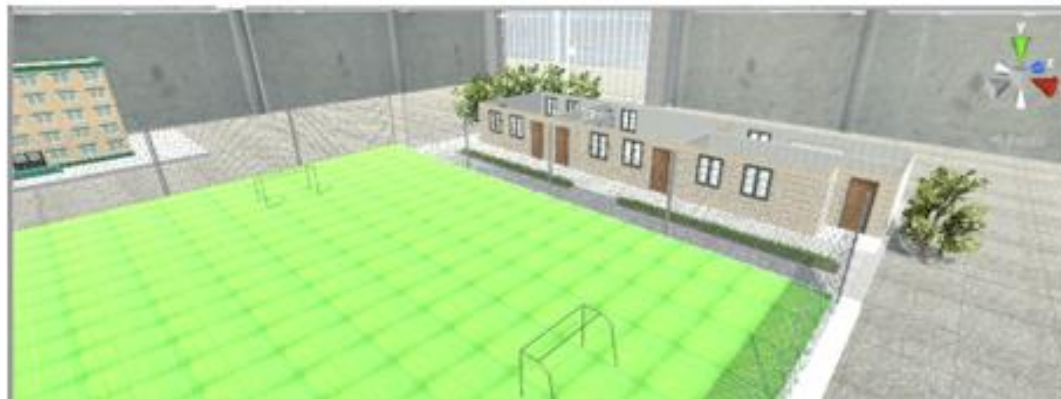
VALIDACIÓN DEL MODELO

PERTURBACIONES



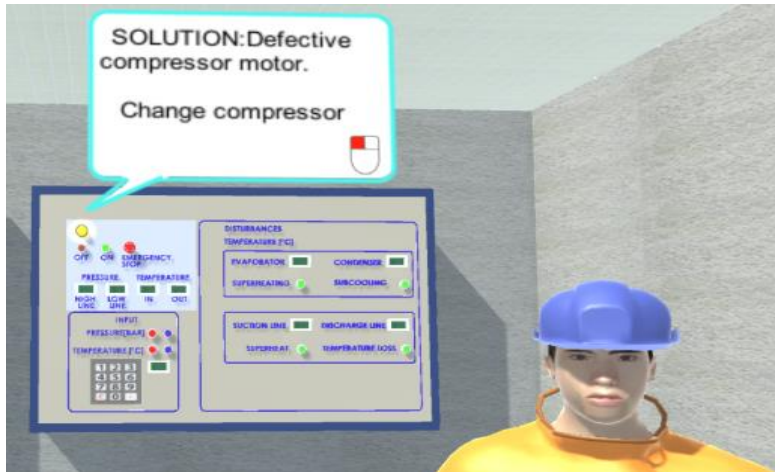
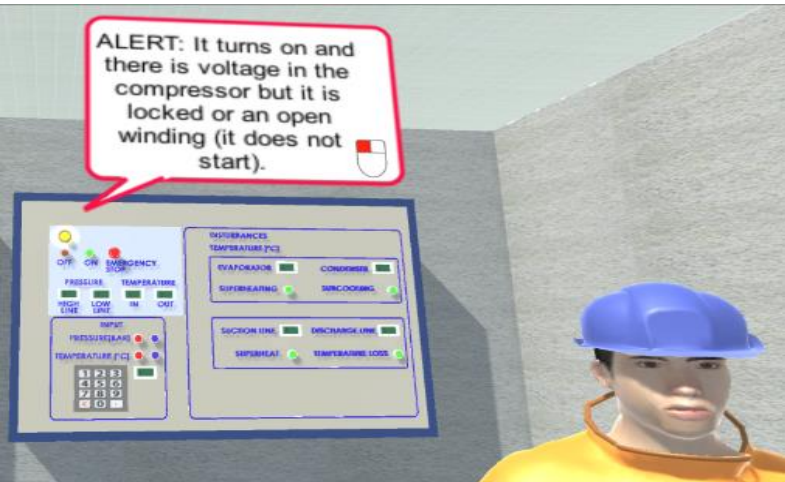
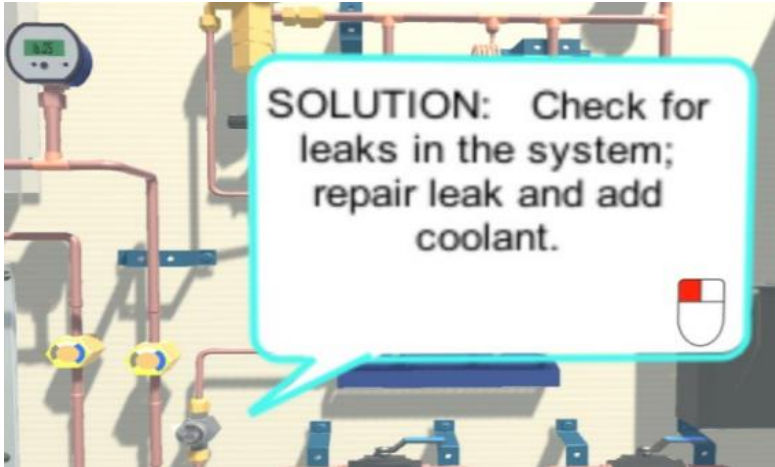
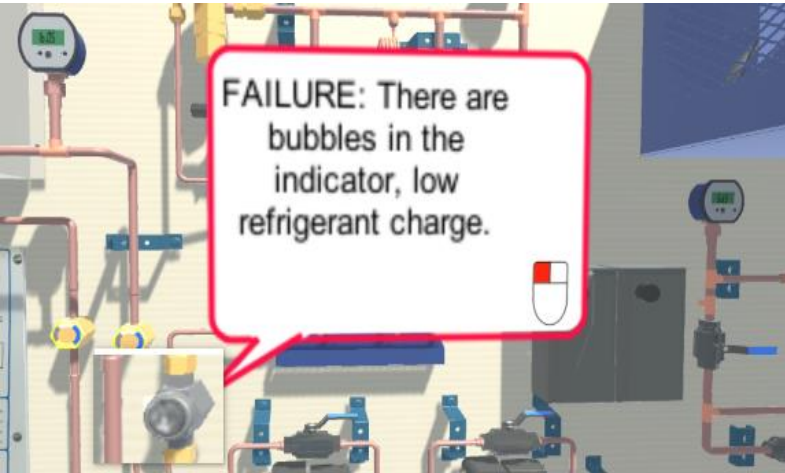
PRUEBAS Y RESULTADOS

APLICACIÓN VIRTUAL



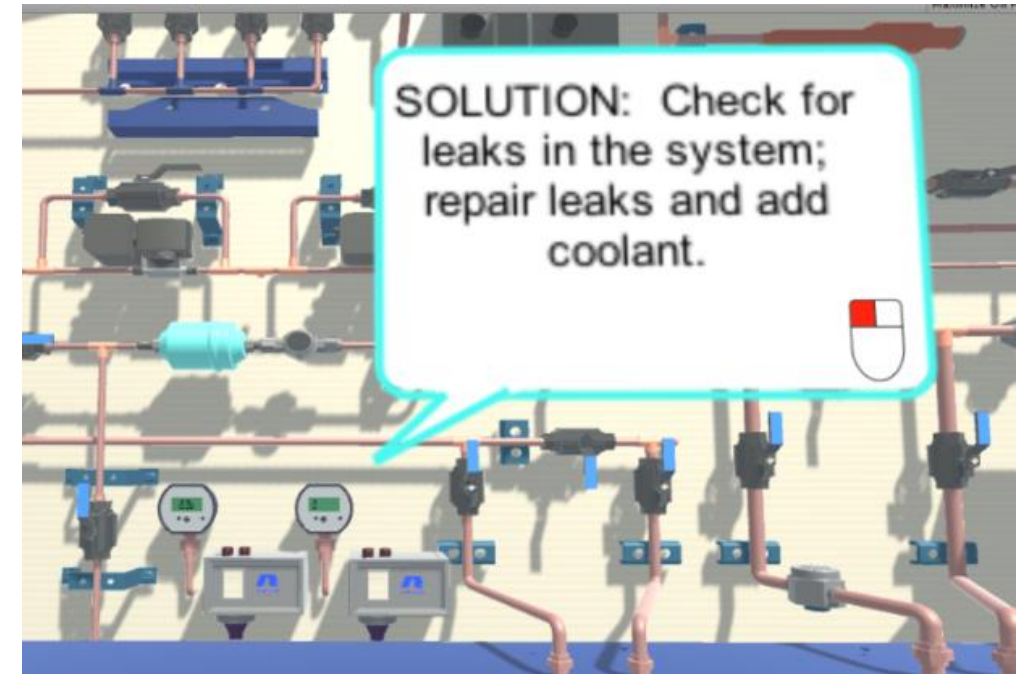
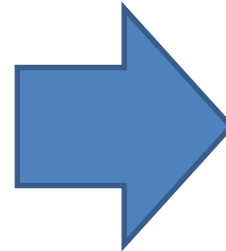
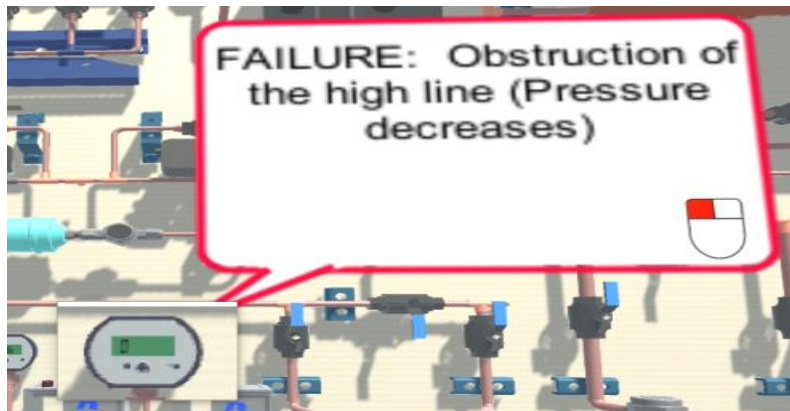
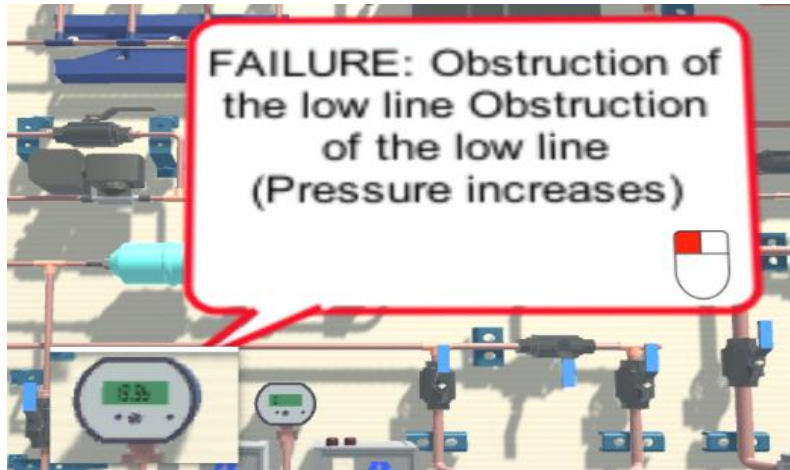
PRUEBAS Y RESULTADOS

APLICACIÓN VIRTUAL



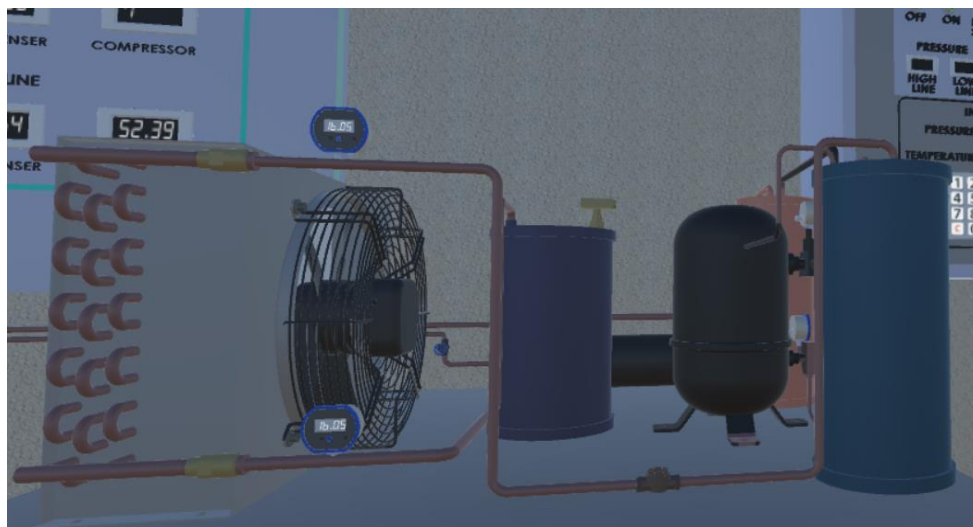
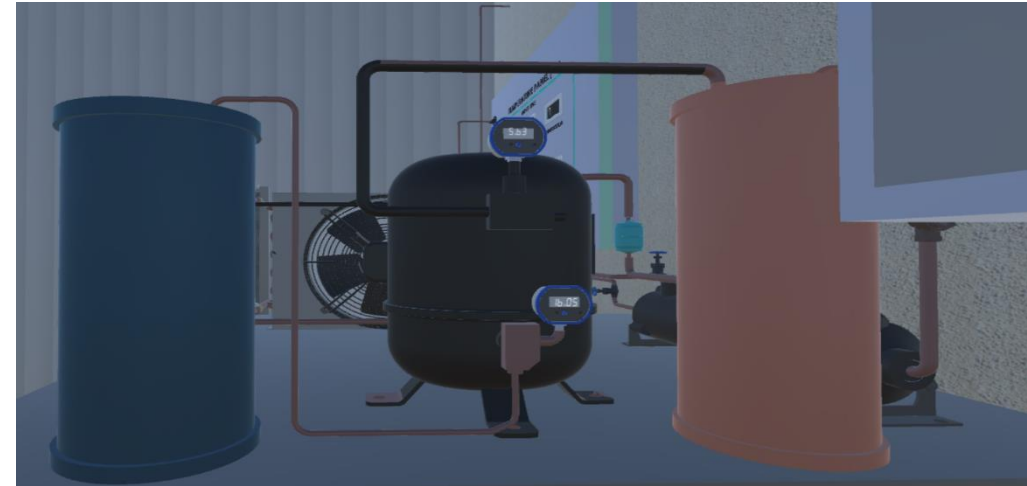
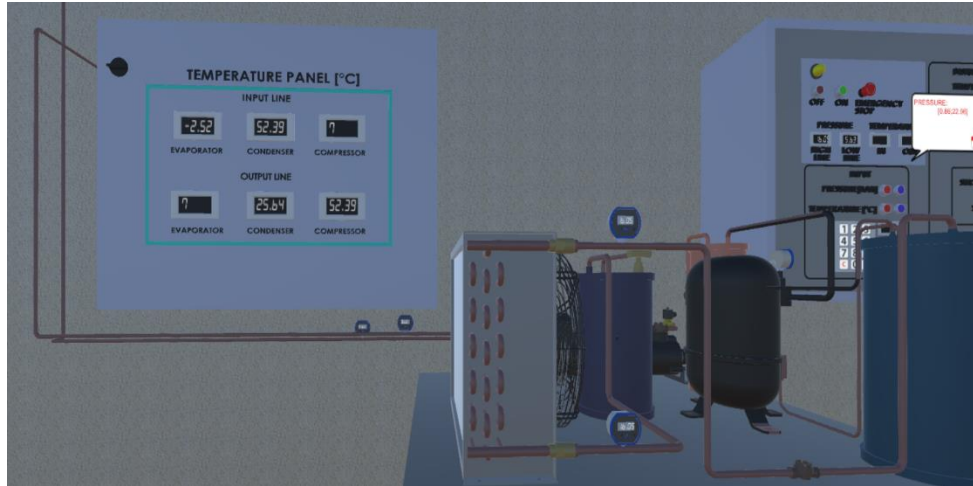
PRUEBAS Y RESULTADOS

APLICACIÓN VIRTUAL



PRUEBAS Y RESULTADOS

APLICACIÓN VIRTUAL (Video demostrativo)



CONCLUSIONES

Este artículo propone un entorno de aprendizaje virtual (EVA), con fines de entrenamiento pedagógico e industrial en Sistemas de Refrigeración en base al análisis de los parámetros determinados por el módulo físico de capacitación se encuentra un error relativo del 3.59% entre la aplicación virtual con respecto a las condiciones de trabajo utilizados y el rendimiento determinado en las curvas de mollier.

Se logra una aplicación con un nivel alto de confiabilidad. El impacto que produce en los usuarios convierte la aplicación en una capacitación más efectiva que la capacitación convencional, el usuario, crea conciencia de que es protagonista de su formación; la plataforma permite un nivel de escalabilidad tal que el aprendiz como el instructor puedan conectarse en forma simultánea en el ambiente virtual con la posibilidad de evaluar, es decir tiene la capacidad de ser multiusuario.



CONCLUSIONES

Con la creación de tareas interactivas en la aplicación virtual, el usuario puede supervisar el comportamiento del sistema, además de instruirse en posibles fallas que se puedan presentar forma estudiantes y profesionales con conocimiento útil y capacidad de decisión. El conjunto de funcionalidades permiten que el sistema de e-learning tenga una adaptación fácil así se logra un entorno flexible.

Una de las funciones, es el ingreso de las temperaturas de enfriamiento y sobrecalentamiento en el entorno virtual ;que permite estudiar el mejoramiento del coeficiente de enfriamiento manteniendo los datos básicos del sistema de refrigeración, además de reducir el consumo energético y el tamaño de las tuberías con el fin de abaratar costos y tiempo. En investigaciones futuras se proyecta utilizar esta aplicación virtual dentro del campo en aplicaciones de monitoreo de fallas con el objeto de realizar programas de mantenimiento correctivo y preventivo del sistema.



GRACIAS.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA