 Vigilada Mineducación	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): OSCAR

APELLIDOS: RAMIREZ ABRIL

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA PRODUCCION INDUSTRIAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): WLAMYR

APELLIDOS: PALACIOS ALVARADO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL USO Y APROPIACIÓN DEL LABORATORIO DE MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADOR DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

El proyecto de grado de Ingeniería en Producción Industrial titulado "Diseño de Material Didáctico para el Uso y Apropiación del Laboratorio de Manufactura Asistida por Computador en la Universidad Francisco de Paula Santander" se enfocó en mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes en el laboratorio de manufactura asistida por computador. El objetivo principal del proyecto fue identificar los elementos teóricos y prácticos necesarios para desarrollar material didáctico efectivo en este laboratorio. El proyecto buscó aplicar los recursos de los equipos disponibles en el laboratorio para desarrollar habilidades prácticas en producción y automatización. Esto involucró la creación de guías y recursos que permitieran a los estudiantes interactuar con las herramientas y tecnologías de manufactura asistida por computador de manera efectiva. Un logro importante fue la creación de guías detalladas para el desarrollo de prácticas de laboratorio. Estas guías fueron diseñadas para ser adoptadas por los docentes y responsables del laboratorio en las cátedras de manufactura y automatización. El objetivo era asegurar una implementación coherente y eficiente de las prácticas, mejorando así la calidad de la formación práctica de los estudiantes.

PALABRAS CLAVES: Apropiación tecnológica, Didáctica de enseñanza, Laboratorio de aprendizaje, Manufactura asistida por computador, material didáctico.

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 102    PLANOS:0    ILUSTRACIONES: 21    CD ROOM: 1

DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL USO Y APROPIACIÓN DEL  
LABORATORIO DE MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADOR DE LA  
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

OSCAR RAMÍREZ ABRIL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA PRODUCCION INDUSTRIAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL USO Y APROPIACIÓN DEL  
LABORATORIO DE MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADOR DE LA  
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

OSCAR RAMÍREZ ABRIL

0190133

Proyecto presentado como requisito para optar por el título de:

Ingeniero de producción industrial

Director:

WLAMYR PALACIOS ALVARADO

Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

## Acta de sustentación



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 31 de agosto, 2023  
**HORA:** 9:00 a.m.  
**LUGAR:** Edificio Fundadores Salón 210  
**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

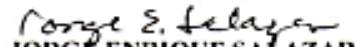
**TÍTULO DE LA TESIS:** "DISEÑO DEL MATERIAL DIDACTICO PARA EL USO Y APROBACIÓN DEL LABORATORIO DE MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADOR DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER."


**JURADOS:** JORGE ENRIQUE SALAZAR  
PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO


**DIRECTOR:** WLAMYR PALACIOS ALVARADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN LETRA	NÚMERO
OSCAR RAMIREZ ABRIL	0190133	cuatro, dos	4,2

### APROBADA

  
JORGE ENRIQUE SALAZAR

  
PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO

  
Vo.Bo PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO  
Coordinador Plan de Estudios Ingeniería de Producción Industrial

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	16
1 El problema	20
1.1 Título	20
1.2 Planteamiento del problema	20
1.3 Formulación del problema	22
1.4 Justificación	22
1.4.1 A nivel estudiante.	22
1.4.2 A nivel institucional.	22
1.5 Objetivos	22
1.5.1 General.	22
1.5.2 Específicos.	22
1.6 Alcances y limitaciones	23
1.6.1 Alcances.	23
1.6.2 Limitaciones.	23
2 Marco contextual	24
2.1 Antecedentes	24
2.2 Marco Contextual	27
2.2.1 Información general del programa.	28
2.2.2 Aspectos Misionales del programa.	29

2.2.2.1	Misión.	29
2.2.2.2	Visión.	29
2.3	Marco Teórico	29
2.3.1	Teoría del aprendizaje significativo.	30
2.3.2	Teoría del constructivismo.	31
2.3.3	Teoría de la carga cognitiva.	32
2.3.4	Teoría de la motivación.	34
2.3.5	Teoría de la automatización flexible.	35
2.3.6	Teoría de la automatización integrada.	36
2.4	Marco Conceptual	38
2.5	Marco Legal.	39
3	Diseño Metodológico	41
3.1	Tipo de investigación	41
3.2	Población y muestra.	41
3.2.1	Población.	41
3.2.2	Muestra.	42
3.3	Instrumentos para la recolección de la información.	42
3.3.1	Fuentes primarias.	42
3.3.2	Fuentes secundarias.	43
3.4	Análisis de la información.	43

4	Elaborar un material didáctico para el laboratorio de manufactura asistida por computador de la Universidad Francisco de Paula Santander, de modo que permita al docente el desarrollo de prácticas de laboratorio en los equipos existentes.	44
4.1	Identificar los elementos teóricos y prácticos que se requieren para el desarrollo del material didáctico en el laboratorio de manufactura asistida por computador.	44
4.1.1	Análisis Equipos de laboratorio de manufactura asistida por computador.	44
4.1.2	Análisis asignaturas con potencial de uso en el laboratorio.	47
4.1.2.1	Planificación de la Producción.	47
4.1.2.2	Automatización Industrial.	47
4.1.2.3	Métodos y Tiempos.	48
4.1.3	Factores de diseño del material didáctico.	48
4.2	Aplicar los recursos de los equipos para desarrollar habilidades de producción de manufactura y de automatización.	51
4.2.1	Operación de Equipos Industriales Modernos.	52
4.2.2	Resolución de Problemas y Diagnóstico de Fallas.	53
4.2.3	Programación y Control de Equipos.	54
4.2.4	Trabajo en Equipo y Colaboración.	55
4.2.5	Entendimiento de Procesos y Flujo de Trabajo.	55
4.2.6	Celda Lucas Nuelle Industria 3,0.	58
4.2.6.1	De los subsistemas IMS a las plantas de producción IMS.	66
4.2.6.2	IMS 24 - Planta de producción con 4 subsistemas.	67
4.2.7	Fábrica de entrenamiento en Industria 4.0 a 24 V.	67

4.2.7.1 Operación de la fábrica.	73
4.3 Adoptar las guías elaboradas para el desarrollo de prácticas de laboratorio por parte de los docentes y encargados del laboratorio en las cátedras de manufactura y automatización.	75
5 Conclusiones	99
6 Recomendaciones	101
7 Bibliografía	102



## Lista de Figuras

	<b>Pág</b>
Figura 1.Muestra del proyecto	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 2. Celda Lucas Nuelle	59
Figura 3. Módulos IMS Celda Lucas Nuelle	60
Figura 4. IMS 1 Transporte	61
Figura 5. IMS 2 Sensores industriales	62
Figura 6. IMS 3 Separación	63
Figura 7. IMS 4 Montaje	63
Figura 8. IMS 5 Procesamiento	64
Figura 9. IMS 6 Verificación	65
Figura 10. IMS 7 Manipulación	65
Figura 11. IMS 8 Manipulación	66
Figura 12. IMS 23 - Planta de Producción con 3 Subsistemas	67
Figura 13. IMS 24 - Planta de producción con 4 subsistemas.	67
Figura 14. Fábrica de entrenamiento en Industria 4.0 a 24 V	68
Figura 15. Manipulador de aspiración al vacío (VGR):	69
Figura 16. Almacén con techo alto automatizado (HBW).	70
Figura 16. Almacén con techo alto automatizado (HBW).	70

Figura 18. Cinta de clasificación con reconocimiento de color (SLD).	71
Figura 19. Estación ambiental con cámara de control (SSC).	71
Figura 20. Estación de ingreso (insumos) y salida (producto terminado) con reconocimiento de color y lector NFC.	72
Figura 21. Indicador de estado de la fábrica.	73

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Características generales del programa Ingeniería Industrial	28
Tabla 2. Muestra del proyecto	42
Tabla 3. Beneficios uso equipo Training Factory Industry 4.0 24V	45
Tabla 4. Criterios de diseño del material didáctico	48
Tabla 5. Estructura guía de laboratorio asignatura métodos y tiempos.	56

## **Resumen**

El proyecto de grado en Ingeniería en Producción Industrial, titulado "Diseño de Material Didáctico para el Uso y Apropiación del Laboratorio de Manufactura Asistida por Computador de la Universidad Francisco de Paula Santander", aborda la mejora de la experiencia educativa en el campo de la manufactura asistida por computador. El objetivo primordial de este proyecto fue diseñar un material didáctico innovador que facilitara la comprensión y aplicación de los conceptos de producción industrial y automatización, a través de la utilización eficiente del laboratorio disponible.

La ejecución del proyecto se orientó hacia tres objetivos clave. En primer lugar, se emprendió la tarea de identificar los componentes tanto teóricos como prácticos esenciales para la creación del material didáctico. Esto implicó una exhaustiva revisión de los contenidos académicos pertinentes y un análisis detallado de las tecnologías de manufactura asistida por computador.

En segundo lugar, se centró en aplicar de manera efectiva los recursos de los equipos disponibles en el laboratorio. Se diseñaron prácticas que permitieran a los estudiantes experimentar directamente con las herramientas y equipos, desarrollando habilidades prácticas de producción y automatización. Esto contribuyó a fortalecer la conexión entre la teoría y la práctica, preparando a los estudiantes para los desafíos del entorno industrial.

El tercer objetivo consistió en la adopción de guías detalladas, elaboradas en base al material didáctico desarrollado, por parte de los docentes y encargados del laboratorio. Estas guías se convirtieron en una herramienta valiosa para la implementación coherente de las prácticas de laboratorio en las cátedras de manufactura y automatización. De esta manera, se aseguró la calidad y uniformidad de la enseñanza práctica en el laboratorio.

El modelo metodológico empleado se basó en una combinación de investigación documental, análisis de casos y desarrollo de material didáctico. Los resultados obtenidos demostraron un aumento significativo en la comprensión y aplicación de los conceptos por parte de los estudiantes. Se observó un mayor compromiso con las actividades prácticas y un mejor aprovechamiento de los recursos del laboratorio.

En términos de recomendaciones, se sugiere la continuidad en la actualización del material didáctico para reflejar las últimas tendencias en manufactura asistida por computador. Además, se insta a la universidad a considerar la implementación de enfoques similares en otros laboratorios, para optimizar la calidad educativa en diferentes áreas.

## **Abstract**

The undergraduate project in Industrial Production Engineering, titled "Design of Didactic Material for the Use and Appropriation of the Computer-Aided Manufacturing Laboratory at Universidad Francisco de Paula Santander," addresses the enhancement of the educational experience in the field of computer-aided manufacturing. The primary objective of this project was to design innovative didactic material that would facilitate the understanding and application of concepts related to industrial production and automation, through efficient utilization of the available laboratory resources.

The execution of the project revolved around three key objectives. Firstly, the task of identifying essential theoretical and practical components for the creation of didactic material was undertaken. This involved an exhaustive review of relevant academic content and a detailed analysis of computer-aided manufacturing technologies.

Secondly, the focus was on effectively applying the resources of the available laboratory equipment. Practical exercises were designed to allow students to directly interact with tools and equipment, thereby developing practical skills in production and automation. This served to strengthen the bridge between theory and practice, preparing students for the challenges of the industrial environment.

The third objective involved the adoption of detailed guides, developed based on the created didactic material, by teachers and laboratory staff. These guides became a valuable tool for the consistent implementation of laboratory practices in manufacturing and automation courses. This ensured the quality and uniformity of practical teaching in the laboratory.

The employed methodological model was based on a combination of documentary research, case analysis, and didactic material development. The obtained results demonstrated a significant improvement in students' understanding and application of concepts. There was a noted increase in engagement with practical activities and better utilization of laboratory resources.

In terms of recommendations, it is suggested to continue updating the didactic material to reflect the latest trends in computer-aided manufacturing. Furthermore, the university is encouraged to consider the implementation of similar approaches in other laboratories to optimize the quality of education across various domains.

## Introducción

La manufactura asistida por computador (CAM, por sus siglas en inglés), es una nueva metodología de formación y producción, en la cual la automatización de los procesos productivos incluye herramientas y equipos controlados por computadora (PLC, Arduino, TXT) etc. Estos nuevos avances a nivel industrial han impactado significativamente el perfil profesional del ingeniero industrial, demandando de estos últimos el conocimiento y dominio de estas técnicas en la resolución de problemas y contingencias en las fábricas inteligentes.

la CAM o manufactura asistida por computador, ofrece beneficios significativos para la industria y para el perfil profesional del ingeniero industrial, incluyendo una mayor eficiencia en el uso de recursos primos del proceso, mejora en la calidad de los productos terminados, desarrollo de habilidades técnicas y fomento de la innovación, lo anterior enmarcado y diseñado bajo un parámetro productivo de fabrica inteligente o 4.0,

En la Industria 4.0 la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la robótica y la realidad virtual en los procesos industriales, ha sido una constante y casi que obligación operativa en las organizaciones que deseen operar bajo este nuevo modelo, a nivel nacional, según un informe desarrollado por el Grupo Impulsa, (2021) se destaca que en “Colombia el 33% de las empresas están es desventaja en cuanto a la transformación e inclusión de nuevas tecnologías 4.0”.

Por lo anterior, diversos organismos gubernamentales y económicos del país están impulsado el uso de estas nuevas tecnologías, por lo cual, la necesidad en capital humano cada vez es mayor, debido a la carencia de profesional capacitado, que logre planear y fomentar estos nuevos modelos de producción en las manufacturas existentes en el país.



El ministerio de educación, en su fomento continuo de la calidad educativa, ha direccionado los centros de educación superior del país, por la adopción de estándares de acreditación de alta calidad, por lo cual, los programas e instituciones han debido actualizarse hasta el punto de contar con nuevos micro currículos y equipos tecnológicos para la educación, con esto se pretende capacitar de una forma más practica a los estudiantes, de modo tal que las situaciones externas que se presentan en la realidad se asemejen al contexto educativo en el cual se formaron.

El plan de estudios de Ingeniería Industrial de la Universidad Francisco De Paula Santander y su comité académico, desde mediados de 2018, han venido impulsado distintas actividades académicas con harás de obtener la acreditación en alta calidad, para esto, el director de programa y del departamento de procesos industriales, en sus distintos cargos, han gestionado la inclusión de laboratorios modernos acordes a los retos y realidades de la nueva revolución industrial.

El laboratorio de manufactura asistida por computador fue fundado a finales del año 2019, este centro formativo cuenta con equipos educativos modernos, tales como celdas flexibles, equipos de maquinado CNC, impresoras 3D, Robots programables, computadores y software avanzado para la programación y gestión de cada uno de estos equipos, esta nueva adquisición ha demando la necesidad de crear documentos didácticos para que los nuevos estudiantes se instruyan y capaciten de la mejor forma en la resolución de las nuevas tendencias de la industria.

Dentro de este laboratorio, se pueden llevar a cabo pruebas y experimentos para desarrollar y mejorar la implementación de estas tecnologías en un ambiente controlado. Por esta razón, se crea la necesidad de diseñar guías para el uso e inclusión de este tipo de tecnologías,

contemplando de forma directa que su uso sea efectivo y seguro, del cual se puedan obtener resultados y conclusiones útiles para el ambiente académico, por el cual fue adquirido.

En complemento lo anterior, el presente documento contempla el diseño de un material didáctico para el uso de laboratorio de manufactura asistida por computador de la Universidad Francisco De Paula Santander, en el marco de una metodología de tipo descriptiva, en donde se contemplan como población todos los equipos tecnológicos del aula y la muestra serán aquellos en los cuales se puedan impartir clases de manufactura moderna o producción.

Para el desarrollo de este proyecto se tendrá en cuenta el objetivo de la automatización que es “minimizar la intervención de operadores aplicando tecnologías teleinformáticas a las actividades de control de la producción en los sistemas en los cuales se pueda cerrar un lazo de información” (Nieto, 2016), lo que implica medir el proceso, determinar su estado tomar una decisión en base a un objetivo pautado y actuar sobre el proceso para llevarlo a su objetivo.

Se considerarán las Operaciones básicas de los sistemas de producción como:

- Procesado, ensamblaje, inspección y prueba, almacenaje y movimiento, control, elementos necesarios para automatizar de tipo programable

Además, se tendrá en cuenta la descripción de Elementos básicos de los sistemas de control por computador, según lo describe:

Interface hombre/máquina: Teclados, ratones, pantallas táctiles, monitores, etc.

Controlador: Computador. Autómatas programables (PLC).

Todo lo anterior con el objetivo de darle cumplimiento a los objetivos específicos del proyecto, los cuales se desarrollarán en el siguiente plan de trabajo.

En primer lugar se realizó una consulta de elementos teóricos y prácticos que se requieren para el desarrollo de material didáctico en el laboratorio Industria 4.0, seguidamente se analizaron los límites del funcionamiento de los equipos y la adaptabilidad a cambios mecánicos y de software para la explicación de distintas temáticas de producción, por último se diseñó un material didáctico estructurado en el uso de las herramientas manuales, mecánicas y robóticas del laboratorio de manufactura asistida por computador.

## **1 El problema**

### **1.1 Título**

Diseño De Material Didáctico Para El Uso Y Apropiación Del Laboratorio De Manufactura Asistida Por Computador De La Universidad Francisco De Paula Santander

### **1.2 Planteamiento del problema**

La Industria 4.0 ha transformado la forma en que se producen los bienes y servicios, generando oportunidades para la innovación y la mejora continua en los procesos productivos. La falta de conocimientos sobre estas tecnologías puede limitar la capacidad de los ingenieros industriales para identificar y aplicar mejoras en los procesos de producción, lo que resulta en una pérdida de oportunidades de innovación.

A finales del año 2019, se estimó que el mercado global de la Industria 4.0 tenía un valor de 71.700 millones de dólares (Statista, 2020), del cual se preveía que para el año 2024 alcanzara una cifra cercana a los “156.600 millones de dólares, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 16,9% durante el período 2019-2024” (ASD, 2022), en este mismo orden de ideas ,la firma Price Waterhouse Cooperasen afirma que “la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 generara un aumento del 14,2% en la productividad global para el año 2030”.

A nivel nacional según un estudio realizado por el Gobierno colombiano, se estimó que la “implementación de la Industria 4.0 podría generar un aumento del 5% en la productividad, lo que representaría un aumento del 3,7% en el PIB del país para el año 2030” (MinTic, 2022), así mismo la consultora (Deloitte, 2021), identifico que “el 75% de las empresas colombianas han comenzado a implementar tecnologías de la Industria 4.0 en sus procesos productivos”.

Es por lo anterior, que el no incluir la Industria 4.0 en la formación académica de ingenieros industriales puede ser un problema significativo para los profesionales de esta área. Lo anterior desencadena una falta de conocimiento y habilidades en las tecnologías de la Industria 4.0, exponiendo a los futuros ingenieros industriales a un mercado laboral cada vez más exigente, demandante de habilidades en tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, la robótica, el Internet de las cosas, entre otras.

Los ingenieros industriales que no estén capacitados en la Industria 4.0 pueden limitar la capacidad de la empresa para implementar soluciones innovadoras y mantenerse al día con los avances tecnológicos en la industria, debido a esto el desarrollo de componentes prácticos en el laboratorio de manufactura asistida por computador es fundamental para el avance y la aplicación de tecnologías en los procesos industriales, planes maestros de producción , métodos y tiempos, además de otras asignaturas inherentes a la temática. Estos componentes permiten la experimentación y prueba de tecnologías en un ambiente controlado y seguro, lo que facilita la identificación de problemas y soluciones para mejorar los procesos productivos.

Los componentes prácticos en laboratorios de Industria 4.0 también brindan una oportunidad para el aprendizaje y la capacitación de profesionales en el manejo de tecnologías avanzadas, lo que contribuye al desarrollo de habilidades y conocimientos necesarios para la implementación efectiva de estas tecnologías en la industria.

Con base a lo anteriormente expuesto, se propuso el diseño de este material didáctico para que el programa de ingeniería industrial, cuente con un precedente documental al momento de capacitar y fomentar el diseño de actividades académicas dentro del laboratorio de manufactura asistida por contar, además de contar con la creación de un indicador de propiedad y apoyo intelectual.

### 1.3 Formulación del problema

¿Cuál es la apropiación y uso que puede obtener el laboratorio de manufactura asistida por computador, si se proponen materiales didácticos?

### 1.4 Justificación

**1.4.1 A nivel estudiante.** Con el desarrollo de este trabajo se pusieron en prueba distintos conocimientos y disciplinas adquiridas a lo largo de ciclo de formación académicas del programa en ingeniería industrial, además se podrán indagar y apropiar nuevos conocimientos respecto al manejo y uso de los equipos computarizados del laboratorio, fortaleciendo de este modo el componente teórico y práctico de las nuevas tendencias tecnológicas en la industria.

**1.4.2 A nivel institucional.** EL programa de ingeniería industrial por medio del desarrollo de este documento pudo contar con un soporte documental instructivo de cómo usar y apropiar el laboratorio a las distintas temáticas del área de producción, conforme todos los avances y ventajas tecnológicas, que contempla la nueva industria 4.0.

### 1.5 Objetivos

**1.5.1 General.** Elaborar un material didáctico para el laboratorio de manufactura asistida por computador de la Universidad Francisco de Paula Santander, de modo que permita al docente el desarrollo de prácticas de laboratorio en los equipos existentes.

**1.5.2 Específicos.** Identificar los elementos teóricos y prácticos que se requieren para el desarrollo del material didáctico en el laboratorio de manufactura asistida por computador.

Validar las capacidades mecánicas y tecnológicas de los recursos de los equipos para desarrollar habilidades de producción de manufactura y de automatización

Adoptar las guías elaboradas para el desarrollo de prácticas de laboratorio por parte de los docentes y encargados del laboratorio en las cátedras de manufactura y automatización.

## **1.6 Alcances y limitaciones**

**1.6.1 Alcances.** El presente documento solo estipula el diseño documental de las guías prácticas para la apropiación y uso del laboratorio, por tal razón, será responsabilidad del programa de ingeniería industrial y su comité académico designar los docentes y demás personas idóneas, para implementar y llevar a cabo las practicas propuestas.

El formato diseñado como guía práctica, estará sujeto a modificaciones y demás complementos que las directrices del programa consideren, por tal razón, este documento será el soporte base para futuras mejoras y desarrollo de otros materiales didácticos de enseñanza de estas nuevas tecnologías.

**1.6.2 Limitaciones.** Como principales limitaciones se presenta la inexistencia de algún otro formato didáctico existente del uso de esta tecnología en el programa, sin embargo, a nivel nacional existe un variado contenido bibliográfico que permite considerar algunos aspectos técnicos de cómo se debe estructurar tal material y como se deben documentar las competencias teóricas que se van a desarrollar.

Por otro lado, se presenta como una limitación técnica, la poca disponibilidad de los fabricantes para realizar charlas de retroalimentación, respecto al uso y demás consideraciones operativas de los equipos tales como ajuste o cambios que estos puedan recibir, por esta razón el uso de los manuales o instructivos permitirá dar respuesta a las consideraciones técnicas de cada tecnología respecto a las modificaciones o adaptaciones que se le puedan aplicar.

## 2 Marco Referencial

### 2.1 Antecedentes

#### *Internacional*

Guapacasa,L & Cabrera,J;(2022).Desarrollo de una guía practica de laboratorio para l sistema de produccion modular MPS-500, empleando tecnicas de diseño de instalaciones de manufactura.Trabajo de grado ingenieria mecatronica. Repositorio Universidad Politecnica Salesiana.Cuenca-Ecuador.

En el siguiente proyecto se enfoco la implementacion de nuevos patrones de flujo de procesos en la distribución celular flexible MPS-500 que se tiene dentro del laboratorio, puesto que el sistema trabaja comúnmente en su forma genérica, limitando la flexibilidad que brinda, la cual es muy amplia dado que se puede realizar un desmontaje y establecer nuevas formas de flujo con cada una de sus estaciones. Esto con la finalidad de poder generar y simular nuevos procesos industriales teniendo en cuenta que se ha analizado los diferentes tipos patrones de flujo que se pueden implementar con las estaciones que intervienen en el proceso secuencial.

Este documento aporta el componente cualitativo de la generacion de guías prácticas a partir de la identificacion de las competencias academicas inherentes a la tematica a desarrollar y la tecnologia existente.

Pumahualca,F,(2017). *Instalacion de equipos aplicando las buenas prácticas en manufactura en una industria farmacéutica*. Trabajo de Grado ingenieria industrial. Respositorio universidad mayor de San Marcos.Lima-Peru.

El presente trabajo, analiza las recomendaciones de las buenas prácticas de manufactura farmacéutica y las buenas prácticas de ingeniería, generando así una herramienta de aplicación



de cómo se debe realizar las instalaciones de los equipos de producción en una industria farmacéutica, para esto los autores realizan un diagnóstico documental inicial en cual se identifican las oportunidades y carencias de los equipos a la adaptación de algunas temáticas, seguidamente se detalla el formato documental donde se integran los aspectos teóricos de la catedra y la practica acorde a estas temáticas.

Este antecedente bibliográfico, permite contar con un soporte documental en cual se describen todas las fortalezas técnicas y operativas de los equipos y sus modos correctos de uso conforme las metodologías de buenas prácticas de manufactura existentes.

### *Nacionales*

Torres,D ; Jiménez,I & Vargas,J;(2021).Diseño De Una Herramienta Guía Para La Implementación De Lean En Laboratorios De Educación Superior.Articulo de Investigacion.Revista de ingenierias Universidad de medellin.

El artículo propone una herramienta guía para la implementación de Lean en laboratorios de educación superior, la cual se aplicó en el laboratorio de suelos y pavimentos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Con esta herramienta, que incorpora de manera detallada los pasos para su aplicación, se busca reducir desperdicios en estos ambientes tales como un entrenamiento insuficiente, falta de supervisión, experiencia, medidas de rendimiento sistemáticas, responsabilidad, disponibilidad de materiales, y en general, la ausencia de una disposición sistemática del laboratorio y del equipo. Los resultados alcanzados presentan mejoras importantes a corto y mediano plazo en los procesos de registro y préstamo de equipos y herramientas. El caso analizado evidencia resultados positivos, que tienen el potencial de servir de ejemplo para otras organizaciones del sector de la educación que deseen adaptar Lean con sus herramientas como una alternativa viable, práctica y de bajo costo.

Este documento servirá como soporte financiero respecto al uso y adopción de técnicas de uso del laboratorio, al tiempo que se detallan los futuribles incidentes a presentarse.

Fernández,C; Macías, B & Bermeo,J;(2021). *Diseño de un prototipo de laboratorio remoto para ser implementado en el laboratorio de automatización de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Bogotá*. Tesis de maestría en telemática. Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia. Bogota-Colombia.

En este documento, se presenta el diseño de un laboratorio de acceso remoto, el cual permitirá a estudiantes y profesores interactuar y realizar a través de internet, prácticas de procesos de modelamiento e impresiones CAD por medio de una impresora 3D. Se propone implementar un sistema de hardware y software que permitirán monitorear y controlar variables remotamente, desde un equipo de cómputo, ubicado en el laboratorio de automatización de la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Bogotá.

Este antecedente ofrece todo el componente teórico y documental del uso correcto de los elementos de la manufactura asistida por computadora en la didáctica de las asignaturas enseñadas, en clase.

### *Regionales*

Cañas,F & Quintero,L;(2022). *Busines Intelligence: diseño de estrategias de enseñanza para el programa ingeniería industrial-UFPS mediante técnicas de Gamificación en ambientes Steam*. Trabajo de Grado ingeniería industrial. Repositorio Universidad Francisco de Paula Santander.Cucuta-Colombia.

El presente proyecto estructuro la identificación de los beneficios de la inclusión de las teorías de inteligencia de negocios en las cátedras impartidas en el plan de estudios de ingeniería

industrial, para esto en primer los autores realizaron un análisis a nivel nacional respecto a las instituciones de alta calidad, según los registros del SNIES , determinado aspectos generales tales como semestres, módulos y enfoques de las cátedras de inteligencia de negocios dentro del proceso formativo del ingeniero industrial, por último se estableció metodologías de enseñanzas a partir de herramientas de Python y Power BI en las asignaturas que mejor acondicionamiento tengan en sus contenidos actuales, como resultado se proponen 5 estrategias de enseñanzas de las cuales se argumentan los enfoques y áreas que mejoran.

Este documento sirve como componente teórico respecto a las formas y técnicas que se deben emplear para desarrollar estrategias de aprendizaje en lenguajes de programación, así mismo, este antecedente permite conocer un poco más respecto a las tecnologías del laboratorio y sus futuribles aplicaciones en las distintas cátedras del programa ingeniería industrial.

## **2.2 Marco Contextual**

El contexto en el cual se estructura el proyecto será en todo lo concerniente al programa Ingeniería Industrial y sus respectivos agentes de acción.

Según el Proyecto Educativo del Programa (PEP) de Ingeniería Industrial 2017-2020 elaborado por (Industrial, 2021); se destaca que la historia del programa está marcada por los siguientes acontecimientos

El acuerdo 081 de septiembre 11 de 1995; del Consejo Superior Universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander, crea el plan de estudios de Producción Industrial, con registro ICFES 48117. En el año 2003 el programa realizó su proceso de autoevaluación con fines de registro calificado y durante este proceso se determinó cambiar la denominación a Ingeniería Industrial, según Acuerdo No 024 del 21 de abril

de 2003. Posteriormente, se obtuvo el Registro Calificado según Resolución 3687 del 31 de agosto de 2005 y código SNIES 120946200005400111500 de 8 febrero de 2006. En el año 2012 se realizó exitosamente la primera renovación de su Registro Calificado, el cual fue otorgado por un periodo de 7 años hasta el 2019.

**2.2.1 Información general del programa.** A continuación, se presenta toda la información relevante del programa, según lo estipulado por el Acuerdo N<sup>o</sup> 024 del 21 de abril del 2003.

**Nota.** La Figura 1 muestra las principales características del programa, esta información se obtuvo del documento (PEP) del programa, el cual fue elaborado por (Industrial, 2021).

**Tabla 1. Características generales del programa Ingeniería Industrial**

Aspectos Relevantes	
<b>Nombre de la Institución</b>	Universidad Francisco de Paula Santander
<b>Código SNIES del programa</b>	51769
<b>Nombre del programa</b>	Ingeniería Industrial
<b>Título que otorga</b>	Ingeniero Industrial
<b>Ubicación del Programa</b>	Cúcuta (Sede Principal)
<b>Nivel del programa</b>	Universitario
<b>Metodología</b>	Presencial
<b>Norma Interna de creación</b>	Acuerdo N 024 del 21 abril de 2003
<b>Duración Estimada del programa</b>	(10) Diez Semestres Académicos
<b>Periodicidad de admisión</b>	Semestral
<b>Teléfonos Sede principal</b>	(057) (7) 5776655 Ext.120
<b>Correo Electrónico Principal</b>	Ingindustrial@ufps.edu.co
<b>Fecha de Inicio del programa</b>	2005
<b>Número de Créditos académicos</b>	162
<b>Plan de estudios (Vigente)</b>	Acuerdo de plan de estudio (Acuerdo 069 del 15 de noviembre de 2011)

Fuente: (Industrial, 2021).

**2.2.2 Aspectos Misionales del programa.** Desde sus inicios las orientaciones de enseñanza del programa estuvieron regidas bajo unos lineamientos éticos y morales, respecto a las responsabilidades y deberes que requería el egresado de Ingeniería Industrial, estos criterios se describen a continuación

**2.2.2.1 Misión.** Según (Industrial, 2021)

Formar profesionales integrales capaces de diseñar y optimizar procesos productivos creando valor en las organizaciones a través de la solución a los problemas del sector industrial y de servicios; reconocidos por su calidad académica, cultura del mejoramiento continuo, espíritu emprendedor e investigativo, valores éticos, sociales y ambientales, asumiendo su compromiso con el fortalecimiento y transformación tecnológica, ambiental, social y económica de las organizaciones bajo criterios de sostenibilidad en un mundo globalizado.

**2.2.2.2 Visión.** Según (Industrial, 2021)

Ser reconocidos por la comunidad empresarial de la región y del país por formar Ingenieros Industriales líderes, emprendedores, con valores éticos, que desempeñan un papel significativo en el fortalecimiento de las acciones productivas, y que están comprometidos con los procesos de investigación e innovación, con un alto sentido de responsabilidad social y ambiental, generando permanentemente valor para sus organizaciones.

## **2.3 Marco Teórico**

En el marco teórico de un diseño de material didáctico para el uso y apropiación del Laboratorio de Manufactura Asistida por Computador, se pueden considerar diferentes teorías

que proporcionan una base conceptual para el diseño y la enseñanza en este campo. Algunas teorías que podrían ser relevantes incluyen:

**2.3.1 Teoría del aprendizaje significativo.** Esta teoría, desarrollada por David Ausubel, sostiene que el aprendizaje se produce cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera significativa con los conocimientos previos del estudiante. En el contexto del diseño de material didáctico para el uso del Laboratorio de Manufactura Asistida por Computador, esta teoría sugiere que el material debe presentarse de manera que los estudiantes puedan relacionar los conceptos y procedimientos con lo que ya saben.

La teoría del aprendizaje significativo fue propuesta por el psicólogo cognitivo argentino, Dr. David Ausubel, y se refiere al proceso de aprendizaje en el cual los nuevos conocimientos se conectan con los conocimientos previos del estudiante de manera significativa, es decir, se relacionan con su experiencia, cultura y conocimientos previos. Algunas de las características de la teoría del aprendizaje significativo aplicado a la universidad, según varios autores, son las siguientes:

- **Relevancia:** El aprendizaje debe ser relevante y tener una conexión clara con la vida del estudiante. Debe ser una experiencia significativa para el estudiante.
- **Participación activa:** El aprendizaje significativo requiere que el estudiante sea un participante activo en el proceso de aprendizaje y que esté involucrado en la construcción de su propio conocimiento.
- **Uso de analogías:** La teoría del aprendizaje significativo propone el uso de analogías, comparaciones y ejemplos para conectar el conocimiento previo del estudiante con los nuevos conceptos.

- **Enfoque en la comprensión:** La comprensión es el objetivo principal del aprendizaje significativo. En lugar de simplemente memorizar información, los estudiantes deben comprender y aplicar los conceptos.
- **Aprendizaje colaborativo:** El aprendizaje significativo se beneficia del aprendizaje colaborativo, en el que los estudiantes trabajan juntos para construir su conocimiento y compartir sus ideas.
- **Uso de materiales concretos:** El uso de materiales concretos y experiencias prácticas ayuda a los estudiantes a conectar los nuevos conceptos con su experiencia previa.
- **Motivación intrínseca:** La teoría del aprendizaje significativo se enfoca en la motivación intrínseca, es decir, la motivación que proviene del interés y la curiosidad del estudiante en el tema.
- **Evaluación auténtica:** La evaluación debe estar diseñada para medir la comprensión profunda y la aplicación práctica del conocimiento, no solo la memorización de la información.

**2.3.2 Teoría del constructivismo.** Esta teoría, desarrollada por Jean Piaget, sostiene que el conocimiento se construye a través de la experiencia y la interacción con el entorno. En el contexto del diseño de material didáctico para el uso del Laboratorio de Manufactura Asistida por Computador, esta teoría sugiere que el material debe presentarse de manera que los estudiantes puedan interactuar directamente con las herramientas y equipos del laboratorio para construir su propio conocimiento.

El constructivismo significativo es una corriente dentro del constructivismo que hace hincapié en el papel activo del estudiante en el proceso de aprendizaje, en el que construye su propio conocimiento a partir de sus experiencias y conocimientos previos.

Algunas características del constructivismo significativo aplicado a la universidad según diversos autores son:

Ausubel (1968) plantea que el aprendizaje significativo se da cuando el estudiante relaciona la nueva información con su estructura cognitiva previa de manera no arbitraria y sustantiva. Para ello, es necesario que la información nueva sea relevante y potencialmente significativa para el estudiante, y que el docente proporcione un ambiente educativo que fomente la participación activa del estudiante.

Novak y Gowin (1988) sostienen que el constructivismo significativo implica la construcción de significados por parte del estudiante a partir de la interacción de los nuevos conocimientos con los conocimientos previos y la experiencia personal. Según estos autores, la enseñanza debe estar centrada en el aprendizaje y no en la transmisión de información.

Coll (1992) destaca la importancia del diálogo entre docente y estudiante en el proceso de construcción del conocimiento. Según este autor, el aprendizaje significativo requiere que el estudiante tenga la oportunidad de expresar sus ideas y de confrontarlas con las de otros compañeros y el docente.

Ausubel, Novak y Ansían (2000) hacen hincapié en la importancia de la organización y estructura del conocimiento para el aprendizaje significativo. Según estos autores, el docente debe asegurarse de que los conceptos y proposiciones que se presentan al estudiante estén bien organizados y estructurados para facilitar su integración en la estructura cognitiva del estudiante.

**2.3.3 Teoría de la carga cognitiva.** Esta teoría, desarrollada por John Sellers, sostiene que la capacidad cognitiva de los estudiantes es limitada y que el diseño de material didáctico debe tener en cuenta la carga cognitiva que se impone sobre los estudiantes. En el contexto del



diseño de material didáctico para el uso del Laboratorio de Manufactura Asistida por Computador, esta teoría sugiere que el material debe presentarse de manera que no sobrecargue a los estudiantes con demasiada información o demasiados pasos complejos.

Diferentes autores han propuesto diferentes características de la teoría de la carga cognitiva aplicada a la educación superior. Algunas de las características más comunes incluyen:

- La carga cognitiva se refiere a la cantidad de esfuerzo mental requerido para procesar la información.
- La carga cognitiva puede dividirse en tres tipos: carga intrínseca, extrínseca y germane.
- La carga intrínseca se refiere a la complejidad inherente de la tarea que se está realizando.
- La carga extrínseca se refiere a cualquier información adicional que se presente junto con la tarea principal, como instrucciones o imágenes.
- La carga germane se refiere a la información relevante para la tarea que ayuda al aprendizaje.
- La reducción de la carga extrínseca y el aumento de la carga germane pueden mejorar el aprendizaje.
- La presentación de información en pequeñas cantidades y de forma clara y concisa puede reducir la carga cognitiva.
- El aprendizaje activo puede reducir la carga cognitiva al permitir que los estudiantes apliquen activamente lo que están aprendiendo.
- El diseño instruccional debe tener en cuenta la carga cognitiva para maximizar el aprendizaje.

**2.3.4 Teoría de la motivación.** Esta teoría, que incluye varias perspectivas como la teoría de la autodeterminación y la teoría de la expectativa-valor, sostiene que la motivación es un factor clave en el aprendizaje y la retención de conocimientos. En el contexto del diseño de material didáctico para el uso del Laboratorio de Manufactura Asistida por Computador, esta teoría sugiere que el material debe presentarse de manera que motive a los estudiantes a aprender y utilizar las herramientas del laboratorio.

Diferentes autores han propuesto diferentes características de la teoría de la motivación aplicada a la educación superior, entre las que se incluyen:

La motivación es un proceso interno que impulsa al estudiante a realizar una tarea o alcanzar una meta.

La motivación puede ser intrínseca, es decir, el estudiante está motivado por el interés y la satisfacción que le produce la tarea o el aprendizaje en sí mismo, o extrínseca, motivado por factores externos como recompensas o castigos.

La teoría de la expectativa sostiene que la motivación se basa en la creencia de que la acción del estudiante llevará a una consecuencia deseada, y en la creencia de que él o ella tiene las habilidades y recursos necesarios para lograr la tarea.

La teoría de la autodeterminación sostiene que el estudiante debe sentirse autónomo, competente y relacionado socialmente para estar motivado y disfrutar del aprendizaje.

La teoría de la meta implica que la motivación está relacionada con las metas y los objetivos que los estudiantes se fijan para su aprendizaje, y que estas metas pueden ser de distintos tipos, como metas de dominio o metas de rendimiento.

La teoría del valor sostiene que la motivación está relacionada con el valor que los estudiantes dan al aprendizaje y a la tarea en cuestión.

La teoría de la atribución implica que la motivación está influenciada por cómo el estudiante atribuye sus éxitos y fracasos en la tarea.

La teoría del flujo sugiere que la motivación se produce cuando el estudiante está completamente inmerso en la tarea, perdiendo la noción del tiempo y de sí mismo.

La teoría de la autorregulación sugiere que la motivación está relacionada con la capacidad del estudiante para establecer metas y estrategias, monitorear su progreso y ajustar su comportamiento en consecuencia.

**2.3.5 Teoría de la automatización flexible.** Esta teoría, propuesta por William L. McKnight, sugiere el uso de sistemas de producción flexibles que puedan adaptarse rápidamente a los cambios en la demanda y a la introducción de nuevos productos, mediante la implementación de tecnologías de automatización y control.

La Teoría de la Automatización Flexible (Flexible Automación Teoría) se centra en la implementación de sistemas de producción que permiten una adaptación rápida a los cambios en la demanda y en la introducción de nuevos productos. A continuación, se presentan los principales aspectos de esta teoría, según algunos autores:

William L. McKnight: Este autor destaca que la automatización flexible se logra mediante el uso de tecnologías como robots y sistemas de control numérico que permiten la producción de una amplia gama de productos. Además, la automatización flexible debe estar respaldada por una cultura organizacional que fomente la creatividad y la innovación.

Richard J. Boland: Este autor se centra en la importancia de la comunicación y la colaboración entre los trabajadores en el sistema de producción. Según Boland, la automatización flexible debe estar diseñada de manera que permita una mayor interacción y comunicación entre los trabajadores y los sistemas de producción.

Richard E. Morley: Para Morley, la automatización flexible se logra mediante la integración de sistemas de control y monitoreo que permiten la supervisión y el control en tiempo real de la producción. Además, Morley destaca la importancia de la retroalimentación de la información en el proceso de automatización flexible.

Kenneth H. Pollock: Este autor destaca la importancia de la capacidad de adaptación de los sistemas de producción para lograr la automatización flexible. Pollock sugiere que los sistemas de producción deben ser diseñados para ser escalables y modulares, de manera que puedan adaptarse rápidamente a los cambios en la demanda.

David A. Consell: Consell destaca la importancia del diseño de los sistemas de producción para lograr la automatización flexible. Según Consell, los sistemas de producción deben ser diseñados para permitir una configuración y reconfiguración rápida de los procesos de producción.

**2.3.6 Teoría de la automatización integrada.** Esta teoría, propuesta por Richard E. Morley, sugiere la integración de los sistemas de producción y los sistemas de información y control, para lograr una mayor eficiencia y coordinación en la producción.

Steven H. Lace: Este autor destaca que la automatización integrada se logra mediante la integración de sistemas de control numérico, sistemas de control de calidad y sistemas de planificación de la producción en un sistema global. Además, Lace sugiere que la automatización

integrada debe estar respaldada por una cultura organizacional que fomente la colaboración y la innovación.

John A. White: White se centra en la importancia de la coordinación entre los sistemas de producción y los sistemas de control en la automatización integrada. Según White, la coordinación entre estos sistemas permite una mayor eficiencia en los procesos de producción y una mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios en la demanda.

Richard L. Shell: Este autor destaca la importancia de la retroalimentación de la información en el proceso de automatización integrada. Según Shell, los sistemas de producción y de control deben estar diseñados para permitir la retroalimentación en tiempo real de la información, lo que permite una mayor eficiencia en los procesos de producción.

Kenneth J. Starkweather: Starkweather destaca la importancia del uso de tecnologías avanzadas de producción para lograr la automatización integrada. Según Starkweather, las tecnologías avanzadas de producción, como la robótica y la inteligencia artificial, permiten una mayor eficiencia y flexibilidad en los procesos de producción.

George Nagy: Nagy se centra en la importancia de la planificación y la programación en el proceso de automatización integrada. Según Nagy, la planificación y la programación deben estar diseñadas de manera que permitan una mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios en la demanda y para optimizar la eficiencia en los procesos de producción.

Teoría de la manufactura de células: esta teoría, propuesta por Fumio Yasuda, se enfoca en la organización de los sistemas de producción en células de producción, donde un equipo de trabajadores es responsable de todo el proceso de producción de un producto, lo que permite una mayor flexibilidad y rapidez en la producción.

## 2.4 Marco Conceptual

Los conceptos implementados durante el desarrollo del proyecto se presentan a continuación

**Archivo Electrónico:** Conjunto de documentos electrónicos producidos y tratados conforme a los principios y procesos archivísticos.

**Big Data.** “Es la recolección de datos tanto de fuentes tradicionales como de fuentes digitales (no tradicionales)” (Rivera, 2015)

**Capacidad.** Propiedad de contener cierta cantidad de alguna cosa hasta un límite determinado

**Criterios de decisión:** Factores que se involucran de forma directa o indirectamente en la toma de decisiones

**Competencia.** Capacidad de desarrollo de algo

**CRM:** Es la gestión que se realiza por parte de las organizaciones hacia los clientes.

**Cuadro de Mando:** Herramienta de gestión empresarial que se utiliza para medir la situación y evolución de una empresa desde una perspectiva general.

**Data:** Indicación de tiempo o momento en el cual ocurre un suceso.

**Data Cloud:** Servicio de almacenamiento de datos a servidores localizados en la red.

**Dato estadístico:** Es cada uno de los valores que se ha obtenido al realizar un estudio estadístico.

**Documento:** “Es el testimonio material de un hecho o acto realizado en el ejercicio de sus funciones por personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, de acuerdo con unas características de tipo material y formal.” (UIS, 2013)

**ERP:** “tipo de software que usan las organizaciones para administrar las actividades empresariales diarias, como la contabilidad, el abastecimiento, la administración de proyectos, el cumplimiento y la gestión de riesgos y las operaciones de la cadena de suministro” (ORACLE, 2020)

**Firmware:** “Programa básico que controla los circuitos electrónicos de cualquier dispositivo Lógica” (Cuadros, 2015)

**Hermenéutica:** Técnica de interpretación de textos.

**Método:** Modo ordenado y sistemático de actuar para llegar a un objetivo o meta preestablecida.

**Modelo:** Es la representación a escala de un sistema real.

**On-Line:** Que está disponible o se realiza a través de internet o de otra red de datos.

**Simulador:** “Dispositivo o aparato que simula un fenómeno, el funcionamiento real de un sistema” (ITCL, 2018)

**Software:** “Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas” (Cuadros, 2015).

## 2.5 Marco Legal.

Las normatividades legales, que estarán involucradas en el desarrollo del proyecto se exponen a continuación

**Decreto 1280 de 2018** - Por el cual se reglamenta el Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y los artículos 53 y 54 de la Ley 30 de 1992 sobre acreditación (Educación, 2018).

**Decreto 1330.** Por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del Título 3 de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015 -Único Reglamentario del Sector Educación

**Ley 1740 de 2014-** Por la cual se desarrolla parcialmente el artículo 67 y los numerales 21, 22 y 26 del artículo 189 de la constitución política, se regula la inspección y vigilancia de la educación superior, se modifica parcialmente la ley 30 de 1992 y se dictan otras disposiciones (Educación, 2018).

**Circular del 28 de noviembre de 2014** -Solicitudes asociadas al Registro calificado de IES acreditadas en Alta Calidad", donde se indican los aspectos a tener en cuenta para que la solicitud del trámite de Registro calificado sea considerada en debida forma (Educación, 2018).



### 3 Diseño Metodológico

A continuación, se describe la metodología que se implementó en la ejecución del proyecto.

#### 3.1 Tipo de investigación

En el desarrollo del proyecto se aplicó una investigación de tipo Descriptiva, según (Delgado & Cervantes, 2017 “La investigación descriptiva analiza las características de una población o fenómeno sin entrar a conocer las relaciones entre ellas.”; Por otro lado (Bustamante, 2013) concluye:

La investigación descriptiva puede ser cuantitativa o cualitativa. Puede involucrar colecciones de información cuantitativa que se pueden tabular a lo largo de un continuo en forma numérica, como puntajes en una prueba o el número de veces que una persona elige usar una determinada característica de un programa multimedia, o puede describir categorías de información. como el género o los patrones de interacción cuando se usa la tecnología en una situación de grupo (p.101).

#### 3.2 Población y muestra.

Las variables de análisis respecto a lo concerniente al programa se describen a continuación

**3.2.1 Población.** La población objeto de estudio en el presente proyecto fue el Plan de Estudios de Ingeniería Industrial de la universidad Francisco de Paula Santander y todo lo vinculado a las cátedras de análisis de la información y los docentes encargados de impartirlas.

**3.2.2 Muestra.** Las cátedras que se tendrán en cuenta en el análisis del presente documento se muestran en la figura 2, el criterio de selección de las asignaturas está vinculado con las áreas de acción que estas representan en el perfil profesional del ingeniero industrial, además de permitir la integración de las diversas herramientas de análisis de la información, en la figura 4 se presentan cada asignatura seleccionada.

**Tabla 2. Muestra del proyecto**

Ítem	Nombre	Código Asignatura
1	Ingeniería de métodos y tiempos	1191604
2	Investigación de operaciones 1	1191605
3	Investigación de operaciones 2	1191705
4	Programación y control de la producción	1191804
5	Simulación	1191806
6	Planeación y control de la producción	1191704
7	Gestión de la cadena y abastecimiento	1191605
8	Introducción a la Automatización industrial	1190922

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Instrumentos para la recolección de la información.

**3.3.1 Fuentes primarias.** La información de primer orden se obtuvo mediante la aplicación de un estado del arte, de cada uno de las instituciones en donde se cuenta con un manual de uso de laboratorio, que cuentan con tecnologías modernas de producción, dicha información se complementó con percepciones obtenidas mediante la observación directa, análisis y aprobación de teorías ya realizadas en otros documentos.

**3.3.2 Fuentes secundarias.** Como complemento al primer orden de información se tuvo en cuenta estudios realizados en otras instituciones (antecedentes), los cuales conservan cierta relación con los objetivos del presente proyecto, así mismo la base documental existente como libros o informes.

### **3.4 Análisis de la información.**

La información obtenida fue analizada mediante modelos estadísticos descriptivos y representaciones abstractas de los mismos (gráficos), de modo tal que se lograran identificar cuáles son los factores que más influyen en el diseño del modelo de estrategias didácticas para el uso y apropiación del laboratorio de manufactura asistida por computador. Para el desarrollo de estas actividades se emplearán herramientas tecnológicas e informáticas como Microsoft Word y Microsoft Excel.

**4 Elaborar un material didáctico para el laboratorio de manufactura asistida por computador de la Universidad Francisco de Paula Santander, de modo que permita al docente el desarrollo de prácticas de laboratorio en los equipos existentes.**

**4.1 Identificar los elementos teóricos y prácticos que se requieren para el desarrollo del material didáctico en el laboratorio de manufactura asistida por computador.**

**4.1.1 Análisis Equipos de laboratorio de manufactura asistida por computador.** Para el diseño de guías de enseñanza para asignaturas clave como planeación de la producción, automatización industrial y métodos y tiempos, en el programa de ingeniería industrial, se deben capacitar a los estudiantes con habilidades prácticas y teóricas necesarias en la industria moderna. La integración de herramientas como el "Training Factory Industry 4.0 24V" con placa de conexión al PLC y la "Celda de automatización 3.0 Lucas Nuelle" ofrece una plataforma valiosa para el desarrollo de habilidades en manufactura asistida por computadora.

El uso del equipo "Training Factory Industry 4.0 24V" de la empresa fischertechnik puede proporcionar a los estudiantes de ingeniería industrial una valiosa oportunidad de fortalecer sus habilidades y conocimientos en el contexto de la industria 4.0. Este entorno de aprendizaje está diseñado para brindar una comprensión profunda de las aplicaciones de la industria 4.0, tanto en el ámbito escolar como en la formación profesional, así como para su uso en investigación, enseñanza y desarrollo en instituciones educativas y empresas.

La fábrica de aprendizaje está compuesta por una serie de módulos interconectados que simulan procesos de producción y entrega en un entorno digitalizado y en red. Esto ofrece a los estudiantes la oportunidad de experimentar directamente los procesos de pedido, producción y entrega, lo que les ayuda a comprender la interconexión y flujo de trabajo en un entorno industrial automatizado.

**Tabla 3. Beneficios uso equipo Training Factory Industry 4.0 24V**

<b>Beneficios del uso del equipo Training Factory Industry 4.0 24V en estudiantes activos del programa de ingeniería industrial de la Universidad Francisco de Paula Santander</b>
<b>Aplicación Práctica:</b> Los estudiantes pueden aplicar teorías y conceptos aprendidos en las asignaturas de planificación de la producción, automatización industrial y métodos y tiempos en un entorno realista. Pueden experimentar de manera tangible cómo se aplican estos conceptos en un contexto de fabricación.
<b>Familiarización con Equipos y Tecnologías:</b> La Training Factory Industry 4.0 24V incorpora una variedad de equipos como estaciones de almacenamiento, ventosas de vacío, líneas de clasificación y sensores. Los estudiantes se familiarizan con equipos industriales modernos y tecnologías como sensores NFC, controladores PLC y sistemas de automatización.
<b>Aprendizaje Interdisciplinario:</b> Los estudiantes tienen la oportunidad de trabajar con tecnologías y conceptos interdisciplinarios, lo que refleja la naturaleza colaborativa de la industria 4.0. Esto les ayuda a desarrollar habilidades de colaboración y comunicación necesarias en un entorno industrial.
<b>Resolución de Problemas:</b> En el proceso de operar y analizar la fábrica de aprendizaje, los estudiantes se enfrentarán a desafíos y problemas típicos en la industria. Esto fomenta su capacidad para resolver problemas, diagnosticar fallas y tomar decisiones efectivas.
<b>Programación y Control:</b> La Training Factory se controla mediante PLC y otros sistemas de control. Los estudiantes tienen la oportunidad de programar y controlar estos sistemas, lo que les proporciona habilidades valiosas en programación de PLC y automatización.
<b>Conexión con la Industria:</b> Al utilizar tecnologías y equipos de la industria real, los estudiantes se conectan directamente con los conceptos y tecnologías utilizados en el mundo laboral. Esto facilita una transición más fluida a su futura carrera.

Fuente: Elaboración propia

El equipo "IMS Lucas Nuelle" de la empresa Lucas Nuelle proporciona a los estudiantes de ingeniería industrial una valiosa oportunidad para fortalecer su comprensión y habilidades en

el ámbito de la mecatrónica industrial y la producción flexible. Esta planta de producción mecatrónica se enfoca en la transmisión de contenidos didácticos que reflejan los desafíos y las demandas cambiantes del entorno laboral actual.

Los estudiantes de ingeniería industrial pueden beneficiarse de este equipo de las siguientes maneras:

**Comprensión Completa de Sistemas de Producción.** La planta "IMS Lucas Nuelle" representa una gama de subsistemas mecatrónicos interconectados en una planta de producción flexible FMS. Esto proporciona a los estudiantes la oportunidad de comprender cómo los componentes individuales trabajan juntos para formar un sistema de producción completo.

**Enfoque Interdisciplinario.** La formación en mecatrónica implica la combinación de conocimientos técnicos diversos, y esta planta de producción refleja esa interdisciplinariedad. Los estudiantes deben comprender la constitución y el montaje de componentes, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de la planta en su conjunto.

**Aplicación Práctica.** La complejidad de la planta mecatrónica simula situaciones de producción realistas. Los estudiantes pueden aplicar conceptos teóricos en un entorno cercano a la práctica, lo que los prepara para enfrentar los desafíos del mundo laboral.

**Desarrollo de Habilidades Técnicas.** Al interactuar con los subsistemas y componentes de la planta, los estudiantes desarrollan habilidades prácticas en montaje, mantenimiento, operación y resolución de problemas.

**Preparación para la Industria.** La planta de producción mecatrónica refleja la evolución en la industria y su enfoque en la producción flexible y adaptable. Los estudiantes se familiarizan

con conceptos y tecnologías actuales, lo que los prepara para contribuir eficazmente en un entorno industrial moderno.

Aprendizaje Autónomo. Trabajar con sistemas de entrenamiento mecatrónicos complejos brinda a los estudiantes la capacidad de aprender de manera independiente y adquirir habilidades de resolución de problemas que son valiosas en la industria.: Elaboración propia

**4.1.2 Análisis asignaturas con potencial de uso en el laboratorio.** Los elementos teóricos que se enfatizan en cada una de las cátedras de las asignaturas de la malla curricular del programa de ingeniería, en su gran mayoría contemplan enseñanzas totalmente teóricas omitiendo de este modo la participación práctica de estos saberes mediante el uso de la tecnología e infraestructura disponible, lo anterior, denota la necesidad actual por promover cátedras dinámicas en las cuales los saberes se obtengan a partir de una prueba y error en escenarios simulados en máquinas electrónicas, por este motivo , se resalta la necesidad de diseñar instrumentos de enseñanza didácticos, tales como, guías, laboratorios, talleres , etc.

**4.1.2.1 Planificación de la Producción.** En esta asignatura, se pueden identificar elementos teóricos y prácticos relacionados con métodos de planificación, programación y control de la producción. Teorías como la Teoría de Restricciones (TOC), sistemas MRP/ERP y técnicas de pronóstico de demanda serían relevantes. Autores como Goldratt, que desarrolló la TOC, y Jacobs y Chase en el ámbito de la gestión de la producción, brindarían valiosos aportes teóricos.

**4.1.2.2 Automatización Industrial.** La automatización industrial implica comprender sistemas de control, actuadores, sensores y programación de PLCs. En este caso, teorías como el control PID, lógica de relés y sistemas de control en lazo cerrado serían esenciales. Autores

como Ogata en el control automático y Petruzella en la automatización industrial ofrecen teorías y aplicaciones prácticas.

**4.1.2.3 Métodos y Tiempos.** Para esta asignatura, la teoría de estudio de tiempos y movimientos es esencial. Además, se deben considerar métodos para mejorar la eficiencia y reducir desperdicios en procesos productivos. Autores como Taylor y Gilbreth en los principios de estudio de tiempos y Ohno con la metodología Lean aportan bases teóricas sólidas.

**4.1.3 Factores de diseño del material didáctico.**(Brookfield, 2015) resalta “la importancia de la reflexión crítica en la selección de contenido. Esto implica examinar detenidamente los objetivos educativos y considerar cómo los elementos teóricos y prácticos pueden contribuir a la comprensión profunda de los conceptos. Se sugiere involucrar a otros profesionales y estudiantes en el proceso para obtener diferentes perspectivas”.

En complemento a lo anterior, (Merrill, 2002), aclara que “la creación de experiencias de aprendizaje auténticas y contextualizadas. Sugiere que se seleccionen elementos prácticos que reflejen situaciones reales en la industria. Esto ayuda a los estudiantes a comprender cómo los conceptos teóricos se aplican en escenarios reales”.

Con base en lo anterior, es importante considerar varios factores críticos y procedimientos rigurosos para garantizar la calidad y eficacia del material didáctico, a continuación, se detallan algunos de estos aspectos, tales como, responsables, normatividades de regulación y formas de evaluación.

#### **Tabla 4. Criterios de diseño del material didáctico**

<p><b>Revisión Curricular.</b> Se debe realizar una revisión detallada de los contenidos curriculares y programas de estudio relacionados con la manufactura asistida por computador. Esto incluye</p>
--



la identificación de conceptos fundamentales, métodos de diseño, tecnologías de automatización y cualquier otro tema relevante.

- Responsables. Coordinadores de programas académicos y equipos docentes.
- Normatividad. Lineamientos de la institución educativa, estándares curriculares del área de manufactura, regulaciones de acreditación.
- Evaluación. Revisión por comités académicos, expertos en manufactura, ajustes según las demandas de la industria, comparación con estándares nacionales e internacionales.

**Análisis de Equipos.** Se debe llevar a cabo un análisis detallado de los equipos disponibles en el laboratorio. Esto implica comprender sus características técnicas, capacidades y funcionalidades. Debe determinarse qué equipos son esenciales para abordar los conceptos teóricos y prácticos identificados.

- Responsables. Docentes especializados en manufactura, ingenieros industriales, técnicos de laboratorio.
- Normatividad. Normas de seguridad laboral, regulaciones para la operación de equipos industriales, estándares de calidad.
- Evaluación. Inspecciones regulares de equipos, pruebas de funcionamiento, seguimiento de indicadores de mantenimiento, protocolos de seguridad.

**Evaluación de Recursos.** Se deben evaluar los recursos complementarios necesarios para el desarrollo de prácticas de laboratorio efectivas. Esto puede incluir herramientas manuales, software de diseño y simulación, materiales de referencia y guías de usuario para los equipos

- Responsables. Auxiliar de laboratorio, docentes, especialistas en tecnología educativa.
- Normatividad. Normas institucionales para la adquisición de recursos, directrices presupuestarias.
- Evaluación. Evaluación de la disponibilidad y calidad de recursos, análisis de la adecuación de software y materiales, seguimiento de comentarios de estudiantes.

**Metodología de Enseñanza.** Se debe decidir cómo se enseñarán los conceptos teóricos y prácticos. Esto podría incluir estrategias como demostraciones en vivo, ejercicios prácticos, simulaciones, estudios de casos y análisis de problemas reales en la industria.

- Responsables. Equipos docentes, pedagogos, coordinadores académicos.
- Normatividad. Enfoques pedagógicos institucionales, estrategias de aprendizaje activo, estándares de calidad educativa.
- Evaluación. Observación en aula, retroalimentación de estudiantes, evaluación de la efectividad de las estrategias a través de indicadores de aprendizaje

**Secuenciación de Contenidos.** Es importante establecer una secuencia lógica para presentar los conceptos. Los elementos teóricos y prácticos deben estar organizados de manera

coherente y progresiva, permitiendo a los estudiantes comprender los conceptos antes de aplicarlos en el laboratorio.

- Responsables. Equipos docentes, coordinadores de programas.
- Normatividad. Diseño curricular de la institución, requisitos académicos del programa.
- Evaluación. Evaluación de la progresión de dificultad, análisis de la coherencia de la secuencia con los objetivos educativos.

**Evaluación y Retroalimentación.** Se deben definir métodos de evaluación para medir el nivel de comprensión y adquisición de habilidades por parte de los estudiantes. Además, se debe incorporar un sistema de retroalimentación que permita ajustar el material y las prácticas en función de los resultados.

- Responsables. Equipos docentes, coordinadores académicos, especialistas en evaluación.
- Normatividad. Directrices institucionales para la evaluación, estándares de calidad educativa
- Evaluación. Exámenes, proyectos prácticos, rúbricas de evaluación, encuestas de retroalimentación de estudiantes

**Referencias y Fuentes.** Es esencial citar fuentes confiables y actualizadas para respaldar los aspectos teóricos del material. Esto asegura la precisión y validez de la información proporcionada.

- Responsables. Equipos docentes, bibliotecarios, coordinadores académicos.
- Normatividad: Normas de citación académica, políticas de propiedad intelectual.
- Evaluación: Verificación de la validez y actualidad de las fuentes, seguimiento de los avances en la literatura científica y técnica.

**Innovación y Actualización.** Considerar la posibilidad de incorporar elementos innovadores, como ejemplos de casos reales en la industria o tendencias emergentes en la manufactura asistida por computador. Además, el material debe estar diseñado de manera flexible para permitir futuras actualizaciones en función de los avances tecnológicos.

- Responsables. Equipos docentes, coordinadores de programas, especialistas en tecnología.
- Normatividad. Enfoque en la mejora continua, directrices de actualización de contenido.
- Evaluación. Monitoreo de tendencias industriales, feedback de estudiantes y profesionales, revisiones regulares del contenido.

La importancia de aplicar enfoques didácticos cambiantes y contextualizados en la creación de experiencias de aprendizaje auténticas. Se presenta como uno de los retos más fuertes, que enfrentan los docentes, al momento de capacitar e involucrar a otros profesionales y estudiantes en el proceso para obtener diferentes perspectivas y garantizar la calidad del material didáctico.

La importancia de considerar factores críticos en el diseño del material, como la revisión curricular, el análisis de equipos, la evaluación de recursos, la metodología de enseñanza, la secuenciación de contenidos, la evaluación y retroalimentación, las referencias y fuentes, así como la innovación y actualización. Estos aspectos aseguran que el material sea completo, efectivo y adaptable a las necesidades cambiantes de la industria.

#### **4.2 Aplicar los recursos de los equipos para desarrollar habilidades de producción de manufactura y de automatización.**

La aplicación de los recursos de los equipos en el laboratorio de manufactura asistida por computador es esencial para desarrollar habilidades prácticas en los estudiantes de ingeniería industrial. La utilización de equipos como el "Training Factory Industry 4.0 24V" de fischertechnik y la "Celda de automatización 3.0 Lucas Nuelle" ofrece a los estudiantes una valiosa oportunidad para adquirir experiencia en producción de manufactura y automatización industrial. A través de esta aplicación, los estudiantes pueden desarrollar una serie de habilidades clave:

La aplicación de conceptos teóricos en un entorno realista a través de la interacción con equipos industriales como el "Training Factory Industry 4.0 24V" de fischertechnik y la "Celda de automatización 3.0 Lucas Nuelle" constituye un pilar fundamental en el proceso de formación de los estudiantes de ingeniería industrial. Estos equipos proveen una plataforma única para

trascender las barreras teóricas y adentrarse en la práctica concreta de la manufactura y la automatización industrial.

La oportunidad de experimentar de manera tangible la aplicación de conceptos aprendidos en asignaturas clave como la planificación de la producción, la automatización industrial y los métodos y tiempos, es un elemento diferenciador en la formación de los futuros ingenieros industriales. La operación y manipulación de equipos reales permite a los estudiantes explorar cómo estas teorías se traducen en procesos productivos reales, desde el diseño y la planificación hasta la ejecución y el control.

Esta aplicación práctica no solo consolida los conocimientos teóricos, sino que también desarrolla la habilidad de los estudiantes para discernir cómo los conceptos abstractos pueden influir y mejorar la eficiencia, la calidad y la productividad en un entorno de producción real.

La retroalimentación directa que los estudiantes obtienen al operar estos equipos reales brinda una comprensión más profunda de las complejidades y desafíos inherentes a la manufactura moderna. El enfoque en la solución de problemas reales y la toma de decisiones en tiempo real enriquece su capacidad para aplicar sus conocimientos en contextos prácticos y cambiantes, lo que es vital en el dinámico entorno industrial actual.

**4.2.1 Operación de Equipos Industriales Modernos.** Al interactuar con equipos como estaciones de almacenamiento, sistemas de control PLC, sensores y otros dispositivos de automatización, los estudiantes se familiarizan con la operación de tecnologías industriales avanzadas. Esta experiencia práctica es invaluable para prepararlos para el uso de equipos similares en la industria.

Esta interacción directa con equipos industriales avanzados no solo permite a los estudiantes entender las teorías detrás de estas tecnologías, sino que también los capacita para operar, controlar y mantener sistemas complejos en un entorno seguro y educativo. Los beneficios de esta inmersión son sustanciales y se extienden mucho más allá del aula, contribuyendo a la formación de ingenieros industriales altamente competentes y preparados.

La familiarización con estaciones de almacenamiento, por ejemplo, permite a los estudiantes comprender cómo se gestiona el flujo de materiales y componentes en una línea de producción. Operar sistemas de control PLC les brinda una comprensión profunda de cómo se programan y gestionan las secuencias de operación de la maquinaria industrial. La interacción con sensores y dispositivos de automatización, por su parte, explora cómo se recopilan y procesan datos en tiempo real para tomar decisiones en un entorno de producción.

Esta experiencia práctica fomenta la confianza de los estudiantes al enfrentar equipos complejos, lo que es esencial para su futura carrera en la industria. A medida que operan estos equipos, se acostumbran a los protocolos de seguridad, el uso de interfaces de usuario y la resolución de problemas en tiempo real. Esta habilidad para operar tecnología industrial avanzada no solo es valiosa en sí misma, sino que también establece una base sólida para abordar nuevas tecnologías y equipos que puedan encontrar en su futuro profesional.

**4.2.2 Resolución de Problemas y Diagnóstico de Fallas.** Al enfrentarse a desafíos y problemas durante la operación de los equipos, los estudiantes aprenden a analizar situaciones, identificar problemas y encontrar soluciones efectivas. Esta habilidad es esencial en la industria, donde la capacidad de resolver problemas de manera rápida y precisa es fundamental.

En este contexto, los equipos industriales no siempre funcionarán sin problemas, y aquí es donde los estudiantes adquieren un conocimiento valioso en la resolución de problemas. Al

enfrentar situaciones en las que un equipo no está operando como se espera o cuando ocurre una falla, los estudiantes se ven obligados a aplicar su comprensión teórica junto con su ingenio práctico para identificar la causa subyacente del problema. Esto implica la aplicación de habilidades de diagnóstico y análisis crítico para evaluar cada componente y sistema involucrado.

A medida que trabajan para resolver estos problemas, los estudiantes se ven impulsados a analizar situaciones desde múltiples perspectivas y considerar posibles soluciones. Esta capacidad de pensar de manera analítica y crítica es fundamental en la industria, donde los ingenieros deben enfrentar desafíos diversos y desconocidos de manera constante. Además, el proceso de diagnóstico de fallas impulsa a los estudiantes a profundizar en su comprensión de los componentes, sistemas y tecnologías que están operando, fortaleciendo así su base de conocimientos técnico.

**4.2.3 Programación y Control de Equipos.** La interacción con sistemas de control PLC y otros dispositivos de automatización brinda a los estudiantes la oportunidad de aprender a programar y controlar estos equipos. Desarrollar habilidades en programación de PLC y sistemas de control es valioso en la industria, donde la automatización es cada vez más común.

La programación de PLC es una habilidad altamente demandada en la industria actual, ya que permite a los ingenieros configurar sistemas automatizados para ejecutar tareas específicas con precisión y eficiencia. La interacción directa con equipos que utilizan PLC brinda a los estudiantes la oportunidad de aprender cómo diseñar programas lógicos, establecer secuencias de operación, configurar entradas y salidas, y solucionar problemas relacionados con la programación. A medida que se familiarizan con los lenguajes de programación específicos del

PLC y las funciones de control, los estudiantes se preparan para asumir roles en la planificación y ejecución de sistemas de automatización complejos en la industria.

La habilidad de controlar equipos de manera efectiva es igualmente crucial. Los sistemas de control permiten supervisar y regular diversos procesos y operaciones industriales para garantizar que funcionen dentro de los parámetros deseados. Al interactuar con sistemas de control en el laboratorio, los estudiantes aprenden a configurar y ajustar parámetros, establecer puntos de referencia y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real. Esto contribuye a su capacidad para mantener la eficiencia y la calidad de la producción en situaciones cambiantes y variables.

**4.2.4 Trabajo en Equipo y Colaboración.** La operación y análisis de equipos requiere una comunicación y colaboración efectiva entre los estudiantes. Trabajar en equipo para resolver problemas y completar tareas fomenta habilidades de colaboración y comunicación, que son esenciales en un entorno laboral colaborativo.

**4.2.5 Entendimiento de Procesos y Flujo de Trabajo.** Al operar los equipos en secuencia y observar cómo interactúan entre sí, los estudiantes adquieren una visión holística de cómo se desarrollan los procesos de producción en una cadena de valor. Pueden observar cómo se trasladan las materias primas a través de diferentes etapas de producción, cómo se aplican las tecnologías de automatización para realizar operaciones específicas y cómo se generan los productos finales. Esta observación directa de los procesos en acción les brinda un entendimiento profundo de cómo se integran los componentes individuales en un flujo de trabajo coherente y eficiente.

Esta comprensión es esencial para la optimización de procesos y la toma de decisiones informadas en la industria. Los ingenieros industriales que comprenden los procesos y el flujo de

trabajo pueden identificar oportunidades de mejora, identificar cuellos de botella y diseñar estrategias para aumentar la eficiencia y la productividad. Además, esta habilidad les permite comunicarse de manera efectiva con colegas de diferentes áreas, lo que es especialmente importante en un entorno interdisciplinario típico de la industria 4.0.

La experiencia en la operación de equipos industriales modernos también es valiosa para la formación de ingenieros que estén preparados para la realidad de la fabricación avanzada y la automatización. La industria 4.0 se caracteriza por la interconexión de sistemas, la digitalización de procesos y la automatización inteligente. Al experimentar directamente con tecnologías como sensores, controladores PLC y sistemas de control en la "Training Factory Industry 4.0 24V", los estudiantes se familiarizan con los pilares de la industria 4.0 y se preparan para contribuir a su adopción y desarrollo.

Definido lo anterior el siguiente paso es proponer el modelo documental, en el cual reposaran las guías y aspectos teóricos para el uso del laboratorio, este formato de diseño conforme la necesidad real de las prácticas y la introducción a las mismas por parte de los docentes.

**Tabla 5. Estructura guía de laboratorio asignatura métodos y tiempos.**

<b>Guía de Laboratorio: Optimización de Procesos Utilizando Métodos y Tiempos en un Entorno de Manufactura Asistida por Computador</b>
<b>Objetivo:</b>
El objetivo de este laboratorio es que los estudiantes adquieran conocimientos prácticos sobre la aplicación de métodos y tiempos en un entorno de manufactura asistida por computador. A través de la operación de equipos modernos y la observación de procesos automatizados, los estudiantes podrán identificar áreas de mejora en la eficiencia y aprender a utilizar herramientas para optimizar los procesos de producción.
<b>Equipo Utilizado:</b>
- Training Factory Industry 4.0 24V (u otro equipo similar de manufactura asistida por computador) - Dispositivos de control (PC, tabletas, etc.)
<b>Duración:</b> 4 horas



**Preparación Previa:**

Los estudiantes deben haber estudiado los conceptos básicos de métodos y tiempos, así como tener un conocimiento general de la manufactura asistida por computador.

Marco Teórico. En este espacio se detallará las distintas temáticas a tener en cuenta en el desarrollo de la práctica, del mismo modo se tendrá como soporte al momento de introducir y dar inicio a la dinámica en el laboratorio.

**Pasos:****1. Introducción Teórica (30 minutos):**

- Breve repaso de los conceptos de métodos y tiempos en la producción.
- Explicación de la importancia de la optimización de procesos en la industria moderna.
- Presentación de la "Training Factory Industry 4.0 24V" y sus componentes clave.

**2. Familiarización con el Equipo (30 minutos):**

- Los estudiantes explorarán los componentes del equipo y entenderán su funcionamiento.
- Introducción a la interfaz de control y los sistemas de automatización utilizados.

**3. Análisis del Proceso Actual (45 minutos):**

- Los estudiantes observarán un proceso de producción automatizado en el equipo.
- Registrarán los tiempos y etapas de producción utilizando herramientas adecuadas.
- Identificarán posibles áreas de mejora y cuellos de botella.

**4. Aplicación de Métodos y Tiempos (60 minutos):**

- Los estudiantes trabajarán en grupos para diseñar un proceso optimizado.
- Utilizarán las técnicas de estudio de tiempos y movimientos para determinar los tiempos estándar.
- Reestructurarán el flujo de trabajo y diseñarán mejoras en el proceso.

**5. Implementación en el Equipo (45 minutos):**

- Los grupos implementarán sus mejoras en el proceso en el equipo "Training Factory Industry 4.0 24V".
- Registrarán los nuevos tiempos y compararán con los resultados anteriores.

**6. Análisis y Evaluación (30 minutos):**

- Los grupos compararán los resultados antes y después de la optimización.
- Discutirán las diferencias y los impactos de las mejoras en la eficiencia.
- Reflexionarán sobre el proceso de optimización y los desafíos enfrentados.

**Conclusiones y Reflexiones Finales:**

En esta actividad, los estudiantes han experimentado directamente la aplicación de métodos y tiempos en un entorno de manufactura asistida por computador. Han comprendido cómo la optimización de procesos puede mejorar la eficiencia y la productividad en la industria. Además, han tenido la oportunidad de trabajar en equipos modernos, lo que les proporciona una experiencia valiosa para su futura carrera en un entorno de fabricación avanzada.

**Evaluación:**

Los estudiantes serán evaluados en base a:

- Participación activa en las discusiones y actividades.
- Precisión en la aplicación de técnicas de métodos y tiempos.
- Creatividad y efectividad en el diseño de mejoras en el proceso.
- Comprender la relación entre la teoría y la aplicación práctica.

**Notas Adicionales:**

Se recomienda que los estudiantes investiguen sobre casos reales de éxito en la aplicación de métodos y tiempos en la industria. Esto les ayudará a comprender la importancia de estas técnicas en la optimización de la producción y la competitividad empresarial.

Fuente: Elaboración propia

Determinado el formato en el cual se soportará toda la información de la práctica, es indispensable detallar cada uno de los dos equipos, para identificar todas las limitaciones mecánicas, electrónicas y de personalización, para esto se empleará información de los manuales de uso de cada equipo.

**4.2.6 Celda Lucas Nuelle Industria 3,0.** En un entorno laboral transformado, las exigencias para la enseñanza se han elevado considerablemente, debido a las evoluciones en los procesos de producción. La importancia de la "capacidad de intervención" y la "elaboración de procesos individuales de trabajo" ha aumentado en la práctica diaria de las plantas de producción flexibles, lo que impulsa a la necesidad de una educación más avanzada.

La formación en mecatrónica brinda una amplia cualificación en diversas disciplinas técnicas, permitiendo la implementación de contenidos didácticos abarcando desde la construcción y ensamblaje de componentes y piezas de producción hasta la operación, puesta en marcha y mantenimiento de plantas. Para lograrlo, es crucial comprender el sistema base en su totalidad, fomentando un enfoque interdisciplinario.



**Figura 1. Celda Lucas Nuelle**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

El sistema IMS se ha concebido con una estructura modular, permitiendo la planificación de instalaciones de diversos tamaños y funciones. Los subsistemas individuales pueden ser utilizados de forma independiente o combinados según las necesidades. Un módulo de transporte, con portadores de piezas desplazándose sobre cintas transportadoras dobles, facilita el traslado de las piezas entre los diferentes subsistemas.

Este sistema de capacitación refleja de manera realista los procesos industriales de producción en cadena compleja. La incorporación de actuadores y sensores comunes en la industria, así como sistemas PLC estándar con PROFIBUS y periferia descentralizada para el control de la instalación, garantizan la autenticidad de la experiencia.

El sistema promueve el aprendizaje colaborativo y estimula a los estudiantes a dominar de manera autónoma los fundamentos necesarios para comprender los sistemas mecatrónicos.

Cada subsistema se ha diseñado progresivamente para facilitar la adquisición de habilidades y conocimientos requeridos para la implementación de programas automáticos complejos.

A continuación, se representan cada uno de los módulos del sistema.



**Figura 2. Módulos IMS Celda Lucas Nuelle**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

Ahora bien, los aspectos técnicos de cada módulo, se presentan a continuación

**IMS 1. Sistema de transporte.** El sistema de transporte se erige como el enlace primordial entre todos los subsistemas, desempeñando un papel central en toda la configuración de producción.

Beneficios para los usuarios:

- En la planta de producción IMS®, los sistemas de transporte se presentan como módulos autónomos que pueden integrarse en los subsistemas según las necesidades.
- Cada sistema de transporte se acompaña de su propio curso UniTrain-I.
- A través de este enfoque simple, es posible demostrar inclusive procesos fundamentales como "posicionamiento" y "generación de movimientos controlados".



**Figura 3. IMS 1 Transporte**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

**IMS 2 - Sensores Industriales.** En la cinta transportadora, un portador lleva una pieza de trabajo ya procesada hacia un montaje de prueba. En este punto, varios sensores y componentes determinan el color y el material de la pieza. Luego, se elige el sensor más adecuado para la tarea específica. El maletín de sensores IMS permite realizar experimentos con componentes industriales del sistema IMS.

Contenidos de Enseñanza:

- Montaje, calibración y validación de diferentes sensores de proximidad.
- Verificación del principio de funcionamiento de los sensores utilizando distintos materiales de prueba.

- Comprender la estructura y operación de los siguientes sensores:

Interruptor inductivo de proximidad

Interruptor capacitivo de proximidad

Sensor de reflexión de punto de luz

Barrera de reflexión de luz



**Figura 4. IMS 2 Sensores industriales**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

**IMS 3 – Separación.** En la cinta transportadora, se coloca un portador de piezas de trabajo. Este portador se posiciona debajo de la abertura del almacén de caída. La estación de separación cuenta con un almacén que puede contener seis partes superiores e inferiores de piezas de trabajo. También posee un almacén de recepción con capacidad para seis partes inferiores. Una pieza de trabajo se separa y se coloca en el portador. Luego, el portador cargado se dirige al final de la cinta transportadora, donde el siguiente subsistema continúa el proceso.



### Figura 5. IMS 3 Separación

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

**IMS 4 – Montaje.** En la cinta transportadora, se coloca un portador de piezas de trabajo. Este portador se posiciona bajo la apertura del almacén de caída. La estación de montaje dispone de un almacén que puede contener seis partes superiores e inferiores de piezas de trabajo. También posee un almacén de recepción con capacidad para seis partes superiores de piezas. Una pieza de trabajo se separa y se coloca en el portador. Luego, el portador cargado se dirige al final de la cinta transportadora, donde el siguiente subsistema continúa el proceso.

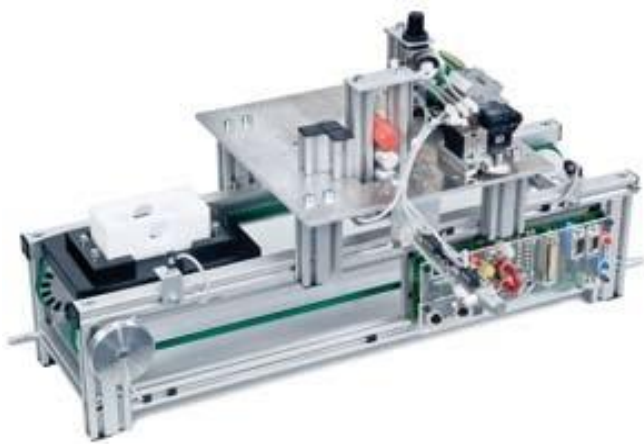


### Figura 6. IMS 4 Montaje

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

**IMS 5 – Procesamiento.** En la cinta transportadora, se encuentra un portador que lleva una pieza de trabajo completamente ensamblada, compuesta por dos partes (parte superior e inferior). Este portador cargado se coloca en el dispositivo de procesamiento. La pieza de trabajo se asegura en su lugar para el procesamiento. Un perno se introduce por presión desde el depósito de caída en la perforación de la pieza de trabajo. Luego, el dispositivo de sujeción se

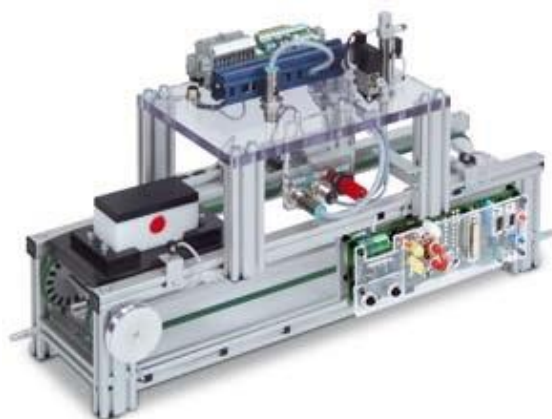
abre y el portador de piezas de trabajo se mueve hacia el final de la cinta transportadora, donde el siguiente subsistema continúa el proceso.



**Figura 7. IMS 5 Procesamiento**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

**IMS 6 – Verificación.** En la cinta transportadora, se encuentra un portador que lleva una pieza de trabajo que ya ha sido procesada. Mediante un dispositivo de parada, la pieza de trabajo se coloca frente a los sensores de verificación. Estos sensores analizan la pieza de trabajo en términos de color, material y, opcionalmente, dimensiones de altura. Los resultados de la verificación se registran para su uso posterior en el proceso. Una vez completada la verificación, el portador de piezas de trabajo se desplaza hacia el final de la cinta transportadora, donde el siguiente subsistema continúa el proceso.





**Figura 8. IMS 6 Verificación**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

**MS 7 –Manipulación.** En la cinta transportadora, hay un portador que lleva una pieza de trabajo ensamblada y verificada. En el centro de la cinta, se encuentra una estación de manipulación. El portador se detiene en la posición de entrega de la pieza. Un dispositivo de manipulación levanta la pieza y la mueve a una de las dos posibles posiciones de entrega. Después de esto, el portador, ahora vacío, se dirige hacia el final de la cinta transportadora, donde el siguiente subsistema continúa el proceso.

**Figura 9. IMS 7 Manipulación**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

**IMS 8 – Almacenamiento.** En la cinta transportadora, se encuentra un portador que lleva una pieza de trabajo ensamblada y verificada. El portador se detiene en la posición de entrega de la pieza. Un dispositivo de manipulación levanta la pieza y la coloca en una de las veinte ubicaciones de almacenamiento posibles. La selección de la posición de almacenamiento se basa

en la orden de fabricación y los resultados de la verificación. Luego, el portador vacío se desplaza hacia el final de la cinta transportadora para el siguiente paso del proceso.



**Figura 10. IMS 8 Manipulación**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

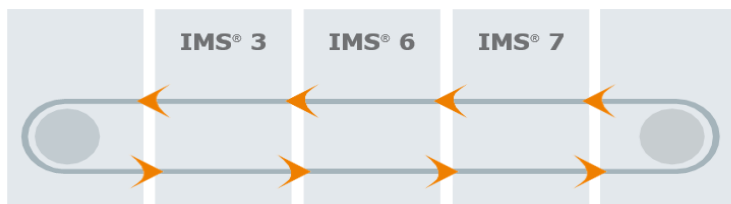
**4.2.6.1 De los subsistemas IMS a las plantas de producción IMS.** Mediante la combinación de diversos subsistemas, el "Sistema Mecatrónico Industrial" IMS® integra etapas individuales de trabajo para formar una planta de producción completa, permitiendo representar procesos de producción interconectados de manera realista.

**IMS 23 - Planta de Producción con 3 Subsistemas.** La combinación de IMS 3 - Separación, IMS 6 - Verificación y IMS 7 - Manipulación forma una planta de producción con tres subsistemas que operan de manera coordinada para ejecutar tareas específicas en el proceso.

IMS 3 – Separación. Un portador vacío llega a la estación de separación y se coloca debajo del almacén de piezas. Una parte inferior de una pieza de trabajo se separa del almacén y se coloca en el portador.

IMS 6 – Verificación. El portador, ahora con la parte separada, se dirige a la estación de verificación. Sensores recopilan información sobre las características de la pieza, almacenando estos datos para su posterior análisis.

IMS 7 – Manipulación. Después de la verificación, el portador se posiciona en el punto de manipulación. Tras evaluar los resultados de la verificación, la pieza se coloca en uno de los dos lugares de almacenamiento posibles.

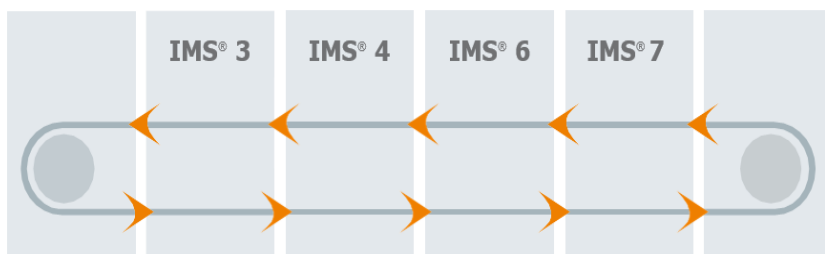


**Figura 11. IMS 23 - Planta de Producción con 3 Subsistemas**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

**4.2.6.2 IMS 24 - Planta de producción con 4 subsistemas.** IMS 3 - Separación, IMS 4 – Montaje, IMS 6 - Verificación e IMS 7 - Manipulación Igual a IMS 23, pero adicionalmente con:

IMS 4 – Montaje. El portador cargado con la parte inferior de una pieza de trabajo llega a la estación y se posiciona debajo del almacén de caída de piezas. La parte superior de una pieza de trabajo se separa del almacén y se monta sobre la parte inferior.



**Figura 12. IMS 24 - Planta de producción con 4 subsistemas.**

Fuente: (Lucas Nuelle;2023)

**4.2.7 Fábrica de entrenamiento en Industria 4.0 a 24 V.** La digitalización en la producción industrial exige, en todos los niveles, una conexión más robusta e información más entendible. Mediante la fábrica de aprendizaje Industria 4.0 de Fischertechnik se puede simular,

aprender e implementar estas actividades de digitalización en pequeña escala, antes de ser aplicadas a gran escala. Es un modelo de simulación física y de aprendizaje altamente flexible, modular, económico y robusto, que se puede utilizar de manera práctica.

El entorno de aprendizaje de Fischertechnik sirve para aprender y conocer las aplicaciones de la industria 4.0 en diferentes entornos como lo son: La Universidad y los centros de Investigación, Desarrollo e Innovación. Aplica de igual forma en entornos empresariales y departamentos de informática. La simulación a cargo del modelo representa el proceso de: 1. pedido, 2. producción y 3. Entrega, en fases de proceso digitalizadas y conectadas.



**Figura 13. Fábrica de entrenamiento en Industria 4.0 a 24 V**

Fuente: (Fischertechnik;2023)

**Componentes individuales de la fábrica.** La Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI, por sus siglas en alemán) define a los robots industriales en la Directiva VDI 2860 de la siguiente manera, “Dispositivos móviles automatizados de uso universal con varios ejes, cuyos movimientos son libremente programables en lo que respecta a la secuencia de estos, sus trayectos y ángulos (es decir, sin intervención mecánica o humana), y, dado el caso, son guiados

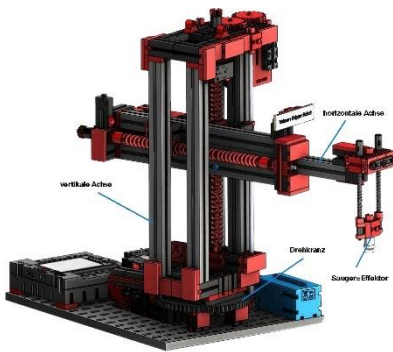
por sensor. Están equipados con pinzas, piezas de trabajo u otros medios de fabricación, y pueden realizar tareas de manipulación y/o de fabricación.”

**Manipulador de aspiración al vacío (VGR):** El robot de 3 ejes con manipulador de aspiración al vacío posiciona piezas de trabajo de forma rápida y precisa en espacios tridimensionales.

Rango de trabajo: eje X 270°, eje Y

(adelante/atrás) 140 mm, eje Z

(arriba/abajo) 120 mm.

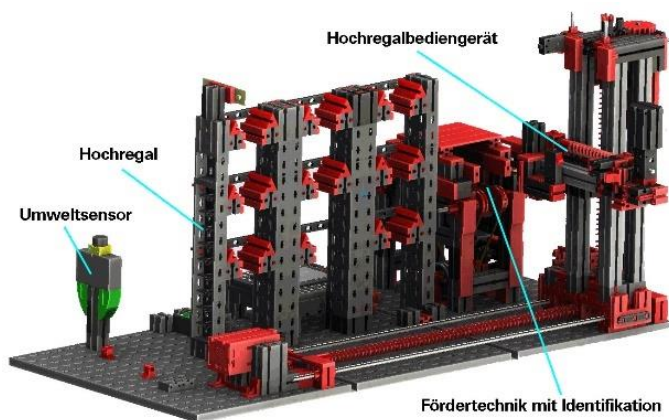


**Figura 14. Manipulador de aspiración al vacío (VGR)**

Fuente: (Fischertechnik;2023)

**Almacén con techo alto automatizado (HBW).** Es un almacén que ahorra superficie, y que, asistido por un ordenador, hace posible el almacenamiento y el retiro las mercaderías. En la mayoría de los casos, los almacenes con techo alto están diseñados como almacenes de estivas.

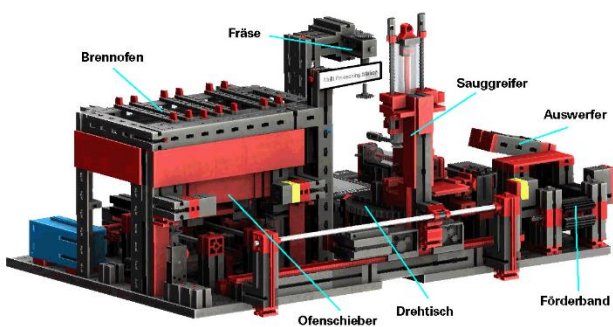
Esta estandarización hace posible un alto grado de automatización y la conexión a un sistema ERP (Enterprise-Resource-Planning).



**Figura 15. Almacén con techo alto automatizado (HBW).**

Fuente: (Fischertechnik;2023)

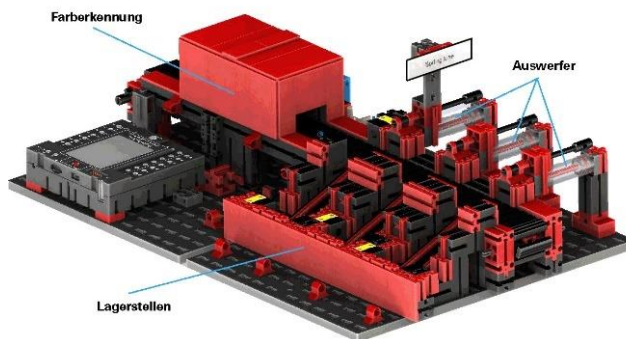
**Estación de multiprocesamiento con simulación de horno (MPO).** En la estación de multiprocesamiento con horno, la pieza de trabajo recorre varias estaciones de manera automatizada, las cuales simulan diferentes procesos. De esta forma, se utilizan diferentes técnicas de transporte, como por ejemplo una cinta transportadora, una mesa giratoria y un manipulador de aspiración al vacío.



**Figura 16. Almacén con techo alto automatizado (HBW).**

Fuente: (Fischertechnik;2023)

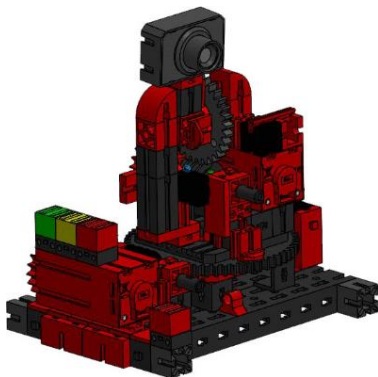
**Cinta de clasificación con reconocimiento de color (SLD).** La cinta de clasificación con reconocimiento de color sirve para la separación automatizada de las piezas de trabajo de diferentes colores. Para ello, los componentes geoméricamente iguales, pero de diferentes colores son conducidos hacia un sensor de color con ayuda de una cinta transportadora, y luego son clasificados en función de su color.



**Figura 17. Cinta de clasificación con reconocimiento de color (SLD).**

Fuente: (Fischertechnik;2023)

**Estación ambiental con cámara de control (SSC).** Sirve para el registro de valores de medición dentro de la fábrica. La estación de cámara está montada en la estación de multiprocesamiento y sirve para controlar la instalación de manera óptica.

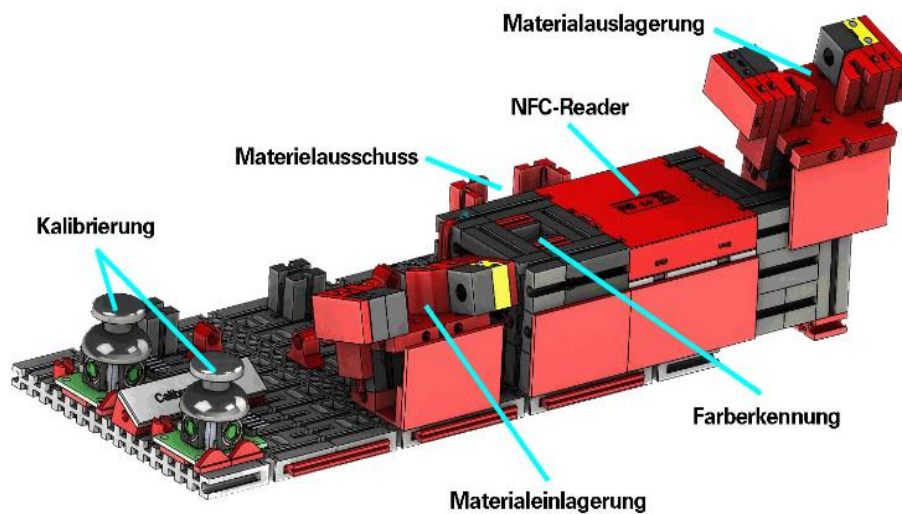


**Figura 18. Estación ambiental con cámara de control (SSC).**

Fuente: (Fischertechnik;2023)

**Estación de ingreso (insumos) y salida (producto terminado) con reconocimiento de color y lector NFC.** Está compuesta, por 4 áreas de trabajo:

- Unidad de ingreso y salida.
- Reconocimiento de color.
- Lector NFC.
- Estación de calibración para el manipulador de aspiración al vacío y los almacenes con techo alto.



**Figura 19. Estación de ingreso (insumos) y salida (producto terminado) con reconocimiento de color y lector NFC.**

Fuente: (Fischertechnik;2023)

**Indicador de estado de la fábrica.** Verde indica que todas las estaciones se encuentran en estado de espera. Amarillo indica que al menos una estación está activa. Rojo indica un error que debe ser confirmado en el panel de control en la nube, para que la fábrica de aprendizaje continúe con los procesos.





**Figura 20. Indicador de estado de la fábrica.**

Fuente: (Fischertechnik;2023)

**4.2.7.1 Operación de la fábrica.** Para iniciar la operación de fábrica, inicie las aplicaciones en los cuatro controladores tal como se describe a continuación: Estación de multiprocesamiento (TxtFactoryMPO), Sistema de clasificación (TxtFactorySLD), Almacenes con techo alto (TxtFactoryHBW, Manipulador de aspiración al vacío con estación de almacenamiento de entrada y salida (TxtFactoryVGR).

Es importante atender las siguientes tareas en orden para aprender a operar el equipo de forma correcta, de lo contrario este puede entrar en un mal funcionamiento por falla en los procesos correspondientes.

**Tarea 1:** Antes de que la materia prima pueda almacenarse en el almacén con techo alto, los compartimentos deben estar equipados con los contenedores vacíos suministrados. Esta es la primera tarea que debe realizar como encargado del almacén.

**Tarea 2:** Solicite la materia prima que deba almacenarse en el almacén con techo alto como aprovisionamiento. Para ello, almacene la materia prima de forma manual en la estación de ingreso. En primer lugar, almacene solo una pieza blanca como pieza de trabajo.

**Tarea 3:** Solicite la materia prima que deba almacenarse en el almacén con techo alto como aprovisionamiento. Para ello, almacene la materia prima de forma manual en la estación de ingreso. Almacene solo una pieza azul como pieza de trabajo.

**Tarea 4:** Almacene otras materias primas en el almacén con techo alto como aprovisionamiento. Necesita dos piezas de trabajo blancas y una roja.

**Tarea 5:** Colóquese en la posición de un cliente que, por ejemplo, desea solicitar una pieza de trabajo blanca. Solicite una pieza de trabajo blanca (Centro de control – Dashboard FT Cloud).

**Tarea 6:** Si por error, una pieza se cayó de la estantería elevada y usted desea saber qué datos se escribieron en la etiqueta NFC. Para ello, el equipo debe estar en estado de reposo. Coloque la pieza de trabajo en el lector NFC y active el botón “Leer NFC” en la ventana del panel de control “TXT: Lector NFC”.

El lector NFC lee los datos y los muestra en la ventana del panel de control. Mediante el botón “Eliminar NFC”, usted puede, eliminar los datos (De ser necesario).

**Tarea 7:** Evalúe los datos de su estación ambiental. Para ello, muestre primero los datos en el área de gráficos de la pantalla del panel de control. Guarde los datos como un archivo .csv y utilícelos en un programa de hojas de cálculo.

**Tarea 8:** Supervise su fábrica mediante la cámara integrada. Mueva la cámara a través de su fábrica y tome 2 imágenes de la instalación. Guarde la imagen para la documentación. Elimine las imágenes que ya no necesita de la galería.

### **4.3 Adoptar las guías elaboradas para el desarrollo de prácticas de laboratorio por parte de los docentes y encargados del laboratorio en las cátedras de manufactura y automatización.**


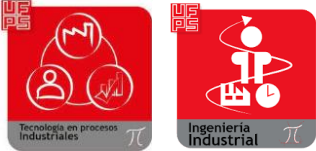

Integrar de manera efectiva las guías de prácticas elaboradas es un pilar esencial en el proyecto de grado titulado "Diseño de Material Didáctico para el Uso y Apropiación del Laboratorio de Manufactura Asistida por Computador de la Universidad Francisco de Paula Santander". Este objetivo estratégico, identificado como 4.3, se erige como una etapa fundamental en el camino hacia una educación superior enriquecedora y orientada al desarrollo de habilidades concretas en el ámbito de la manufactura y la automatización.

La adopción y aplicación de estas guías por parte de los docentes y encargados del laboratorio en las cátedras de manufactura y automatización representan el puente que conecta el diseño del material didáctico con su implementación real en el entorno educativo. Este paso crucial asegura que las prácticas diseñadas con esmero y experiencia encuentren su camino hacia las aulas y laboratorios, donde ejercen un impacto tangible en la formación de los estudiantes.

Las guías de prácticas, concebidas con meticulosidad y basadas en los principios pedagógicos más sólidos, proporcionan una ruta estructurada para el aprendizaje práctico y la aplicación de conceptos teóricos. Su implementación exitosa involucra la comprensión profunda de los docentes y encargados del laboratorio, quienes, al adoptarlas, se convierten en facilitadores clave en el proceso de adquisición de habilidades por parte de los estudiantes.

Al abordar el objetivo 4.3, se reconoce la importancia de la sinergia entre la planificación y la ejecución educativa. La formación integral de los futuros profesionales en manufactura asistida por computador se fortalece cuando las guías se convierten en instrumentos vivos de enseñanza, permitiendo que los estudiantes experimenten, exploren y construyan conocimientos de manera práctica y significativa.

Tabla 6. Guía didáctica 1.

	<b>Tiempos y procesos. Proceso general con bandas transportadoras FT.</b>	
<b>Objetivo</b>		
<p>El objetivo de este laboratorio es que los estudiantes adquieran conocimientos prácticos sobre la aplicación de métodos y tiempos en un entorno de manufactura asistida por computador. A través de la operación de equipos modernos y la observación de procesos automatizados, los estudiantes podrán identificar áreas de mejora en la eficiencia y aprender a utilizar herramientas para optimizar los procesos de producción.</p>		
<b>Equipo Utilizado:</b>		
	<p>La digitalización en la producción industrial exige, en todos los niveles, una conexión más robusta e información más entendible. Mediante la fábrica de aprendizaje Industria 4.0 de Fischertechnik se puede simular, aprender e implementar estas actividades de digitalización en pequeña escala, antes de ser aplicadas a gran escala. Es un modelo de simulación física y de aprendizaje altamente flexible, modular, económico y robusto, que se puede utilizar de manera práctica.</p> <p>El entorno de aprendizaje de Fischertechnik sirve para aprender y conocer las aplicaciones de la industria 4.0 en diferentes entornos como lo son: La Universidad y los centros de Investigación, Desarrollo e Innovación. Aplica de igual forma en entornos empresariales y departamentos de informática. La simulación a cargo del modelo representa el proceso de: 1. pedido, 2. producción y 3. Entrega, en fases de proceso digitalizadas y conectadas</p>	
<b>Duración:</b> 2 horas		
<b>Preparación Previa:</b>		
<p>Para la presente práctica se utilizarán las fábricas de entrenamiento en Industria 4.0 a 9V de tecnología Fischertechnik [1]. Su respectiva operación se realizará de acuerdo al manual de instrucciones de formación en Industria 4.0, simulación en la era de la digitalización. La operación del equipo está totalmente a cargo del laboratorista y/o el docente a cargo de la materia. Esta práctica de laboratorio se</p>		

realiza en dos etapas, con grupos de aproximadamente 32 estudiantes y una duración de 45 minutos (C/U).

Los estudiantes que ingresarán al laboratorio serán observadores de un proceso que involucra tiempos y su labor será la identificación de los procesos, los cuales a su vez serán documentados.

### **Pasos:**

Para iniciar la operación de fábrica, inicie las aplicaciones en los cuatro controladores tal como se describe a continuación: Estación de multiprocesamiento (TxtFactoryMPO), Sistema de clasificación (TxtFactorySLD), Almacenes con techo alto (TxtFactoryHBW, Manipulador de aspiración al vacío con estación de almacenamiento de entrada y salida (TxtFactoryVGR).

Es importante atender las siguientes tareas en orden para aprender a operar el equipo de forma correcta, de lo contrario este puede entrar en un mal funcionamiento por falla en los procesos correspondientes.

Paso 1, Alistamiento previo del laboratorio.

- ✓ Socialización del documento técnico de operación de la planta Industria 4.0 con los estudiantes (Anexo 1 de esta guía), esta labor se realizará por lo menos ocho días antes de la práctica.

- ✓ Se recomienda **lectura detallada:**

De la pagina 3 a la página 14.

De la página 26 a la página 46.

- ✓ Se recomienda **lectura complementaria:**

- ✓ De la página 47 a la página 60.

Una hora antes de la sesión de practica (Laboratorista):

Adecuación de plantas Industria 4.0 – 9V, a saber:

- ✓ verificación del estado de redes.

- ✓ Conectividad.

- ✓ Navegabilidad.

- ✓ condiciones iniciales.

- ✓ Ir a: <https://www.fischertechnik-cloud.com/en/>

Si las anteriores condiciones están aseguradas, seguir al paso 2.

Paso 2, Un primer grupo de 16 estudiantes ingresa al laboratorio donde se encuentran las plantas de simulación Industria 4.0 (Se realizan dos practicas idénticas para la atención total de un curso de 32 estudiantes), Los 16 estudiantes se distribuyen en dos equipos de trabajo de ocho personas, cada equipo de ocho personas realizará observación sobre un modelo de entrenamiento Planta de simulación Industria 4.0.

Paso 3, Socializar directrices de clase (Docente) y del laboratorio (Laboratorista).

Paso 4, Presentación de los equipos (Laboratorista):

- ✓ Familiarizar a los estudiantes con el laboratorio y sus normas de utilización.

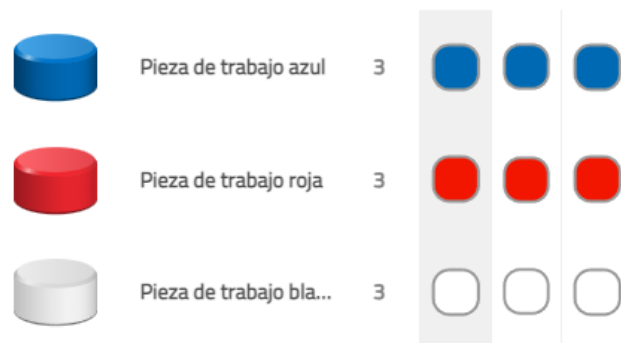
- ✓ Conectar e iniciar Plantas Industria 4.0 (Labor a cargo del laboratorista)

Paso 5, Identificar etapas del proceso:

Estado de la fábrica (código de colores del indicador de estado de la fábrica)



Disponibilidad de materia prima (Por parte del proveedor)



Existencias (Estado del almacén elevado)

	1	2	3
A			
B			
C			

Proceso de producción



Paso 6, Solicitar a los estudiantes disponer de su cronómetro (puede ser una app del celular), y su cuaderno de apuntes. Resaltar la importancia y la necesidad de que los estudiantes observen los movimientos, midan los tiempos y documenten sus observaciones.

- ✓ Los estudiantes realizarán el registro de datos que consideren pertinentes para la caracterización de las etapas del proceso y los consignará en su cuaderno de apuntes.
- ✓ Cada estudiante definirá los cálculos que considere relevantes para la descripción del proceso en observación.
- ✓

Paso 7, Iniciar el proceso de la planta 4.0 de Fischertechnik. Tareas 1 a la 8. (Labor a cargo del laboratorista).

Paso 8, Discusión de las observaciones, integración de apreciaciones entre equipos de trabajo.

Algunas preguntas relacionadas son:

¿Es posible caracterizar el proceso de simulación de cadena de abastecimiento propuesto en el modelo de la planta Industria 4.0 de Fischertechnik?

¿Cuáles fueron sus principales observaciones?

¿Cuántos tiempos diferentes identificó y midió?

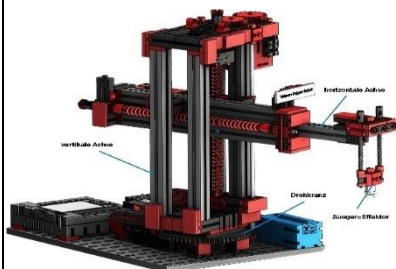
Paso 9, Ingreso del segundo grupo de 16 estudiantes. (Repetir los pasos del 3 al 8 de la presente guía)

### **Familiarización con el Equipo (30 minutos):**

#### **Componentes individuales de la fábrica:**

La Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI, por sus siglas en alemán) define a los robots industriales en la Directiva VDI 2860 de la siguiente manera: “Dispositivos móviles automatizados de uso universal con varios ejes, cuyos movimientos son libremente

programables en lo que respecta a la secuencia de estos, sus trayectos y ángulos (es decir, sin intervención mecánica o humana), y, dado el caso, son guiados por sensor. Están equipados con pinzas, piezas de trabajo u otros medios de fabricación, y pueden realizar tareas de manipulación y/o de fabricación.”

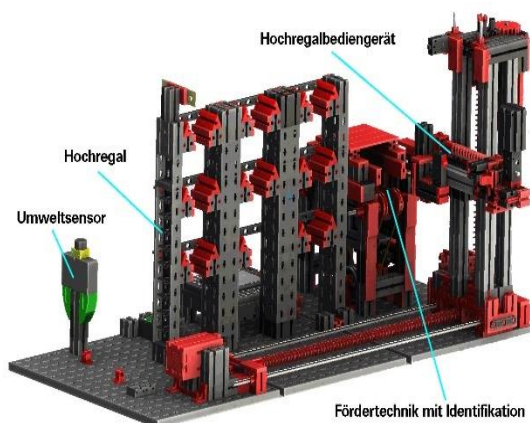


### Manipulador de aspiración al vacío (VGR):

El robot de 3 ejes con manipulador de aspiración al vacío posiciona piezas de trabajo de forma rápida y precisa en espacios tridimensionales.

Rango de trabajo: eje X 270°, eje Y (adelante/atrás) 140 mm, eje Z (arriba/abajo) 120 mm.

### Almacén con techo alto automatizado (HBW):



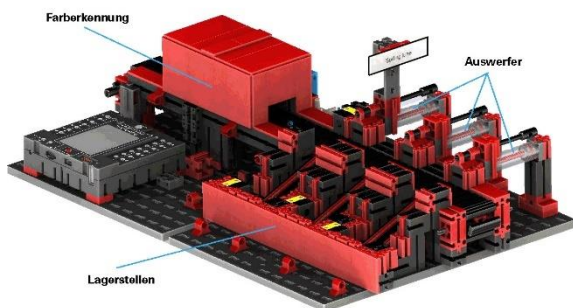
Es un almacén que ahorra superficie, y que, asistido por un ordenador, hace posible el almacenamiento y el retiro las mercaderías.

En la mayoría de los casos, los almacenes con techo alto están diseñados como almacenes de estivas. Esta estandarización hace posible un alto grado de automatización y la conexión a un sistema ERP (Enterprise-Resource-Planning).

### Estación de multiprocesamiento con simulación de horno (MPO):

En la estación de multiprocesamiento con horno, la pieza de trabajo recorre varias estaciones de manera automatizada, las cuales simulan diferentes procesos.

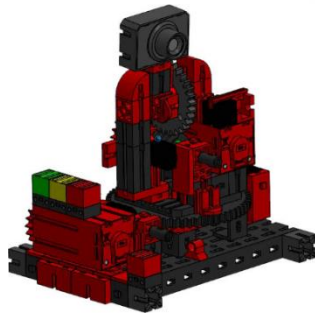
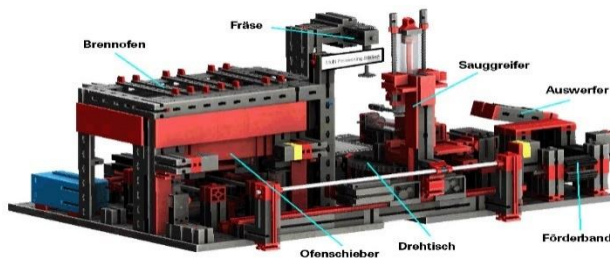
De esta forma, se utilizan diferentes técnicas de transporte, como por ejemplo una cinta transportadora, una mesa giratoria y un manipulador de aspiración al vacío.





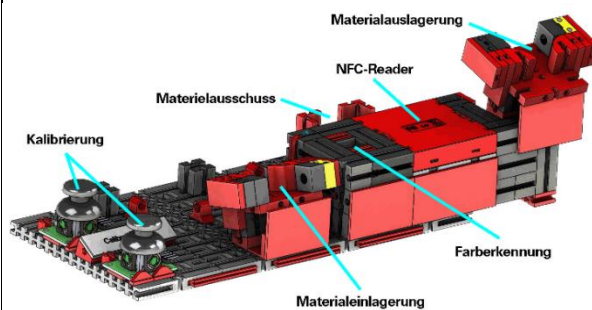
### Cinta de clasificación con reconocimiento de color (SLD):

La cinta de clasificación con reconocimiento de color sirve para la separación automatizada de las piezas de trabajo de diferentes colores. Para ello, los componentes geoméricamente iguales, pero de diferentes colores son conducidos hacia un sensor de color con ayuda de una cinta transportadora, y luego son clasificados en función de su color.



### Estación ambiental con cámara de control (SSC):

Sirve para el registro de valores de medición dentro de la fábrica. La estación de cámara está montada en la estación de multiprocesamiento y sirve para controlar la instalación de manera óptica.



### Estación de ingreso (insumos) y salida (producto terminado) con reconocimiento de color y lector NFC:

Está compuesta, por 4 áreas de trabajo:

- Unidad de ingreso y salida.
- Reconocimiento de color.
- Lector NFC.
- Estación de calibración para el manipulador



### Indicador de estado de la fábrica:

Verde indica que todas las estaciones se encuentran en estado de espera. Amarillo indica que al menos una estación está activa. Rojo indica un error que debe ser confirmado en el panel de control en la nube, para que la fábrica de aprendizaje continúe con los procesos.

**Análisis del Proceso Actual (45 minutos):**

La Fábrica de Entrenamiento en Industria 4.0 descrita en el texto es un sistema de simulación y aprendizaje que busca comprender, experimentar y aplicar los conceptos de la Industria 4.0 en un entorno controlado antes de su implementación a gran escala. A continuación, se analizan los aspectos clave de cómo funciona esta fábrica:

**Objetivo y Enfoque:** La fábrica tiene como objetivo principal enseñar sobre la digitalización y los procesos de la Industria 4.0. Proporciona un entorno de aprendizaje para simular y entender los diferentes aspectos de la producción industrial en un entorno controlado y pequeña escala.

**Simulación Física y Aprendizaje:** La fábrica utiliza modelos físicos y componentes reales para simular procesos industriales. Los usuarios pueden interactuar con estos componentes y aprender cómo funcionan en conjunto.

**Flexibilidad y Modularidad:** La fábrica está diseñada de manera modular y flexible, lo que permite simular una variedad de procesos y configuraciones. Los componentes pueden ser reconfigurados y reorganizados para representar diferentes escenarios industriales.

**Componentes de la Fábrica:** La fábrica incluye varios componentes clave, como robots industriales, manipuladores, estaciones de procesamiento, cintas transportadoras y más. Cada componente tiene un propósito específico en el proceso de producción.

**Robots Industriales y Manipuladores:** La fábrica incorpora robots industriales con movimientos programables y manipuladores que realizan tareas de ensamblaje y manipulación. Estos robots son fundamentales para la automatización de tareas repetitivas y precisas.

**Almacenamiento Automatizado:** La fábrica cuenta con un almacén automatizado con un sistema de administración asistido por computadora. Esto permite el almacenamiento y retiro eficiente de mercancías y productos.

**Estaciones de Procesamiento y Simulación:** La fábrica incluye estaciones donde las piezas de trabajo pasan por procesos automatizados y simulados. Esto proporciona una visión detallada de cómo los procesos pueden ser digitalizados y optimizados.

**Tecnologías de Identificación:** Se utilizan tecnologías como lectores NFC y reconocimiento de color para identificar y rastrear las piezas de trabajo a lo largo del proceso.

**Control y Monitoreo:** La fábrica tiene un indicador de estado que informa sobre el estado de cada estación. Esto permite el monitoreo y control de los procesos. Los estados de espera, actividad y errores se visualizan mediante luces de colores.

Aplicaciones Educativas y Empresariales: La fábrica se utiliza como una herramienta educativa en entornos universitarios, centros de investigación y desarrollo, así como en contextos empresariales. Proporciona una forma práctica de entender los conceptos de la Industria 4.0 y experimentar con ellos.

### **Marco Teórico**

Los métodos y tiempos son aspectos fundamentales en la gestión eficiente de la producción industrial. Estos se enfocan en analizar y mejorar los procesos productivos, aumentar la productividad, optimizar el uso de recursos y reducir costos. Con la llegada de la Industria 4.0, la integración de tecnologías digitales y la interconexión de sistemas están transformando la forma en que se aplican los métodos y tiempos en el ámbito industrial.

**Métodos y Tiempos Tradicionales.** Los métodos y tiempos tradicionales implican el estudio detallado de cada etapa del proceso de producción para determinar la secuencia óptima de actividades, el tiempo requerido para cada una y la asignación adecuada de recursos. Esto incluye técnicas como el Estudio de Tiempos (MTM, MOST), que descomponen las operaciones en elementos básicos y establecen tiempos estándar. Además, se emplean herramientas como el Diagrama de Flujo, Diagrama de Proceso, entre otros.

**Industria 4.0 y Métodos y Tiempos:** La Industria 4.0 introduce la digitalización, automatización e interconexión de sistemas en la producción. Esto tiene un impacto significativo en la aplicación de los métodos y tiempos:

**Recopilación de Datos Automatizada:** Sensores y dispositivos IoT recopilan datos en tiempo real sobre los procesos. Esto permite una recopilación más precisa de información sobre tiempos, movimientos y uso de recursos.

**Análisis de Big Data.** La gran cantidad de datos generados por los sistemas industriales modernos puede ser analizada para identificar patrones, ineficiencias y oportunidades de mejora en los procesos.

**Simulación y Modelado:** La simulación digital permite crear modelos virtuales de procesos y analizar diferentes escenarios. Esto es útil para predecir los tiempos y optimizar el flujo de trabajo antes de implementar cambios en la producción real.

**Robótica y Automatización Avanzada:** Los robots y sistemas automatizados optimizan las tareas repetitivas y aceleran los procesos. La planificación y asignación de tareas a robots requiere un análisis preciso de los métodos y tiempos.

**Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV):** Estas tecnologías pueden ser utilizadas para capacitar a los trabajadores en métodos y procesos, así como para visualizar y analizar los procesos en tiempo real.

**Gemelos Digitales:** La creación de gemelos digitales, es decir, réplicas virtuales de sistemas y procesos, permite el monitoreo constante y la optimización en tiempo real de los métodos y tiempos.

**Sistemas MES y ERP Avanzados:** Los sistemas de ejecución de manufactura (MES) y planificación de recursos empresariales (ERP) se integran con la recopilación de datos en tiempo real, lo que mejora la planificación y programación de la producción.

**Beneficios de la Integración en la Industria 4.0.** La relación entre métodos y tiempos y la Industria 4.0 conlleva varios beneficios:

Mayor precisión en la medición y análisis de tiempos.

Optimización en tiempo real de procesos.

Identificación más rápida de cuellos de botella y problemas.

Mayor flexibilidad en la adaptación de procesos a cambios.

Reducción de errores humanos.

Aumento de la eficiencia global y la productividad.

**Diagrama de flujo:** Muestra el camino recorrido por un componente, desde la recepción de los insumos, pasando por: el almacenamiento, la fabricación, el subensamble, el ensamble final, en empaque final, el almacenamiento de producto terminado, hasta el embarque para la disposición final.

Los diagramas de flujo se trazan sobre la disposición física de cada planta, sus procedimientos no necesariamente tienen una única forma para ser representados y el objetivo es evidenciar cada una de las distancias recorridas por cada uno de los componentes de uno o varios productos, según sea el caso. Esto con el ánimo de identificar formas de optimizar los procesos.

Un diagrama de flujo se elabora en base a la hoja de ruta que detalla la secuencia de fabricación y ensamble de cada uno de los componentes de un producto determinado. De igual forma se consideran balanceos de línea de ensamble y planos a disposición.

**Diagrama de operaciones:** Dispone de un círculo por cada operación requerida en el proceso de fabricación de cada uno de los componentes de un producto, así mismo para su ensamble final y empaque de producto terminado. Incluye todos los pasos de la producción (Tareas y componentes).

**Diagrama de procesos:** Muestra todo el manejo, inspección y operaciones, incluyendo el almacenamiento los retrasos de cada componente, desde la recepción de los insumos, hasta el embarque de productos terminados.

Para su elaboración, se utilizan símbolos convencionales, reconocidos y aceptados por organizaciones profesionales que realizan estudios de tiempos y movimientos.

El procedimiento para la preparación de un diagrama de procesos implica: 1. Iniciar con un diagrama de operaciones, 2. Completar el diagrama de procesos de cada componente y 3. Combinar el diagrama de operaciones con el diagrama de procesos (Incluyendo todos los componentes). [4]

Es así como el principio de tiempos y movimientos implica: El estudio de movimientos para el mejoramiento continuo en función de la productividad, la seguridad y la calidad de la producción. De igual forma, el estudio de tiempos, que consiste en la medición del tiempo que requiere completar un proceso, actividad o tarea. [5]

## Evaluación y análisis

**Objetivo: Comprender el alistamiento del equipo para su correcta utilización.**

¿Cuáles son los pasos clave para el alistamiento del equipo de simulación en la planta de entrenamiento Industria 4.0?

Enumera al menos tres elementos que debes considerar al preparar el equipo para su utilización.

¿Por qué es importante el correcto alistamiento del equipo antes de iniciar el ejercicio de simulación?



**Objetivo: Observar un ejercicio de funcionamiento del equipo para identificar de manera práctica las diferentes etapas del proceso.**

Describe las etapas principales del proceso que se simula en la planta de entrenamiento Industria 4.0.

<p>¿Cuáles son los componentes clave involucrados en cada etapa del proceso?</p> <p>¿Qué tipos de tareas se llevan a cabo durante la etapa de generación de valor en el proceso de simulación?</p> <p><b>Objetivo: Replicar el ejercicio de funcionamiento del equipo para documentar los diferentes movimientos presentes durante todo el proceso de simulación.</b></p> <p>¿Por qué es importante documentar los diferentes movimientos durante el ejercicio de simulación?</p> <p>¿Cómo podrías asegurarte de que la documentación de los movimientos sea precisa y detallada?</p> <p>¿Qué herramientas o métodos podrías utilizar para facilitar la documentación de los movimientos?</p> <p><b>Objetivo: Realizar medición de tiempos para cada uno de los movimientos identificados, por medio de la utilización de un cronómetro.</b></p> <p>¿Cuál es el propósito de medir los tiempos en cada uno de los movimientos durante el ejercicio de simulación?</p> <p>¿Qué precauciones debes tomar para garantizar mediciones precisas de tiempos utilizando un cronómetro?</p> <p>Si un movimiento implica varios pasos secuenciales, ¿cómo abordarías la medición de tiempos para este caso?</p> <p><b>Pregunta de Integración:</b></p> <p>Explica cómo la caracterización de los diferentes procesos de simulación en la cadena de abastecimiento cumple con el objetivo general de la práctica y cómo se relaciona con la comprensión de los conceptos de métodos y tiempos en el contexto de la Industria 4.0.</p>
<b>Anexos</b>
<b>Conclusiones</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7. Guía didáctica 2.**

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p><b>Introducción TIA Portal y programación en Ladder</b></p>	
<p><b>Objetivo</b></p>		
<p>La evolución tecnológica en la automatización industrial ha dado lugar a herramientas y plataformas que permiten una programación más eficiente y una gestión más inteligente de los sistemas automatizados. En este contexto, el TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) ha surgido como una solución integral que revoluciona la forma en que los ingenieros diseñan,</p>		

configuran y programan sistemas de automatización. Esta guía está diseñada para proporcionar una introducción completa al TIA Portal y al lenguaje de programación Ladder, sentando las bases para comprender y aplicar eficazmente estas tecnologías en el mundo de la automatización industrial.


#### Equipo Utilizado:



En el mundo en constante evolución de la educación y la formación técnica, las herramientas y tecnologías didácticas juegan un papel esencial para brindar experiencias de aprendizaje efectivas y prácticas. El Módulo IMS Lucas Nülle 3.0 se destaca como una solución innovadora diseñada para proporcionar a estudiantes, instructores y profesionales una plataforma integral y versátil que abarca diversas áreas de la formación en tecnología e ingeniería. El Módulo IMS (Integrated Manufacturing System) de Lucas Nülle 3.0 es una combinación de hardware y software de vanguardia, diseñada para sumergir a los estudiantes en un entorno de aprendizaje que simula escenarios industriales reales. A través de una amplia gama de módulos y componentes, esta plataforma permite comprender y aplicar conceptos clave en automatización, mecatrónica y procesos industriales.

Este módulo representa una solución completa que va más allá de la teoría, permitiendo a los estudiantes experimentar y explorar directamente los principios técnicos y operativos detrás de la automatización y la producción. Desde la creación de secuencias de control hasta la simulación de sistemas industriales complejos, el Módulo IMS Lucas Nülle 3.0 fomenta el aprendizaje interactivo y práctico, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo industrial moderno.

A lo largo de esta guía, exploraremos en profundidad las características, los componentes y las ventajas que ofrece el Módulo IMS Lucas Nülle 3.0. Desde la configuración y la programación hasta la implementación y la resolución de problemas, te embarcarás en un viaje

	<p>educativo que te permitirá adquirir habilidades prácticas esenciales para tu futuro en la industria. Ya sea que seas un estudiante, un instructor o un profesional en busca de mejora continua, este módulo te brindará una experiencia de aprendizaje enriquecedora y una visión integral de los sistemas de automatización y producción modernos.</p>
<p><b>Duración:</b> 2 horas</p>	
<p><b>Preparación Previa:</b></p>	
<p>La tecnología de automatización adquiere una importancia cada vez mayor debido a que su desarrollo en los procesos industriales avanza constantemente. Existe, además, una estrecha imbricación con otras áreas, por ejemplo, con la tecnología de accionamientos, el control en bucle cerrado y la informática. Gracias a su rápido desarrollo, esta tecnología se ha convertido en una de las más innovadoras y, a su vez, efímeras de la ingeniería eléctrica</p>	
<p><b>Pasos:</b></p>	
<p>Para iniciar la operación de fábrica, inicie las aplicaciones en los cuatro controladores tal como se describe a continuación: Estación de multiprocesamiento (TxtFactoryMPO), Sistema de clasificación (TxtFactorySLD), Almacenes con techo alto (TxtFactoryHBW, Manipulador de aspiración al vacío con estación de almacenamiento de entrada y salida (TxtFactoryVGR).</p> <p>Es importante atender las siguientes tareas en orden para aprender a operar el equipo de forma correcta, de lo contrario este puede entrar en un mal funcionamiento por falla en los procesos correspondientes.</p>	
<p>Introducción</p> <p>El software que se va a utilizar en este trabajo es el TIA Portal (Totally Integrated Automation) de Siemens. Éste salió al mercado con la versión v10.5 en el año 2009, desde esa fecha se ha ido mejorando y añadiendo más funcionalidades, así como hardware incluido hasta la versión que presentamos en este trabajo, la v13. A día de hoy ya está disponible la nueva versión v14 en el mercado, añadiendo ésta más funcionalidades así como hardware disponible. Cabe destacar no obstante, que el entorno de trabajo, opciones, etc. sigue siendo igual, con lo cual esta pequeña guía de funcionamiento no se quedaría para nada obsoleta, ni con la versión v14 ni posteriores.</p>  <p>Figura. Tia portal v13</p> <p>La principal innovación que aporta dicho software, es el aunar varias herramientas dentro del mismo entorno de trabajo; esta podría parecer una cuestión menor para alguien que no esté inmerso dentro del</p>	

mundo de la automatización pero nada más lejos de la realidad, esto aportará un importante ahorro de horas de desarrollo y formación, además de una mayor claridad y sencillez de las aplicaciones tanto a la hora de la creación de las mismas como en su posterior fase de mantenimiento.

De esta manera podremos realizar, tanto la configuración de los distintos componentes como la programación/parametrización<sup>11</sup> necesaria en cada caso.



Figura. Herramientas en TIA Portal.

Se habla de programación para la parte de controlador y visualización, y de parametrización cuando para referirse a la configuración del funcionamiento del variador dado que este, está compuesto por un listado de parámetros.

Antes de comenzar a presentar las diferentes herramientas más al detalle, se procede a enumerarlas:

- STEP 7:

Es la herramienta principal con la cual se realiza tanto la configuración hardware como la programación de los controladores. En el pasado, Siemens disponía de dos software diferentes para las tareas de control de la automatización. Por la parte de micro automatización (o automatización de menores prestaciones), se posicionaba el autómatas S7-200 y el software STEP 7 Microwin.

Las aplicaciones de mayor calado se resolvían con los controladores S7 300/400 los cuales se podían utilizar indistintamente con el mismo software, el STEP 7 (ahora llamado STEP 7 clásico).

Con la irrupción del TIA Portal, el anteriormente mencionado S7-200 fue sustituido por el nuevo controlador S7-1200 y más recientemente fue incorporado el S7-1500 al portfolio de la marca germana. Así pues, a día de hoy, se encuentran los cuatro controladores (S7-1200, S7-300, S7-1500, S7-400) coexistiendo dentro del mismo entorno<sup>12</sup>, en el paquete STEP7 para TIA Portal. Siemens sigue diferenciando la parte de micro automatización o automatización de bajas prestaciones de la gama media/alta y por ello ofrece dos licencias diferentes, una licencia basic para trabajar con S7-1200 y otra licencia professional para trabajar con el paquete de controladores al completo.

Los S7-300 y S7-400 con versiones anteriores a octubre de 2007 (versión de firmware <2.6) no se podrán utilizar en TIA Portal

- WinCC:

Cuando se habla de WinCC, es referido a la herramienta HMI<sup>13</sup> de Siemens, desde la cual se configuran las diferentes imágenes que compondrán la pantalla de visualización del estado de la planta.

En esta herramienta se realiza por un lado la configuración del hardware de los componentes de visualización (pantallas y/o PCs), así como también la programación de los diferentes elementos de



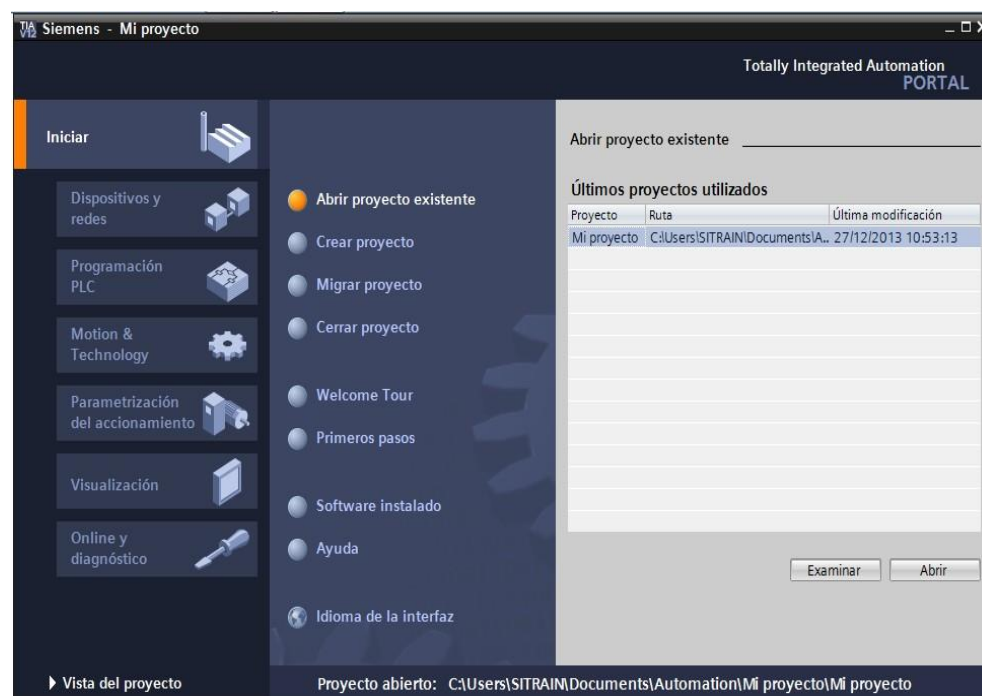
control y visualización de la aplicación, a esta se le conoce como Runtime; desde esta, el operador podrá interactuar con la máquina y/o el sistema.

Anteriormente Siemens disponía de dos software diferentes para las tareas de visualización: Uno más limitado en lo que respecta a prestaciones, como son por ejemplo el número de variables a utilizar, las topologías permitidas, opciones de configuración, etc.; y el otro mucho más versátil, ampliable y con la posibilidad de realizar diferentes topologías de configuración.

## TIA Portal

Como ya se ha comentado anteriormente, la mayor ventaja que aporta este software es el disponer de un entorno común para la configuración así como programación/parametrización de los principales elementos utilizados en automatización. En este punto se detallarán las áreas de trabajo así como la utilización de las mismas.

En primer lugar se debe mencionar que al abrir el software, se observará una primera vista llamada vista del portal.



Las opciones de la izquierda son las denominadas portales; una primera vez y sin haber creado un proyecto, sólo estarán disponibles los portales iniciar y online y diagnóstico. Desde este último es posible realizar una conexión online con un dispositivo sin necesidad de crear un proyecto. Esta opción es muy interesante por ejemplo, para observar el estado en que se encuentra la instalación y realizar el diagnóstico pertinente en caso de un comportamiento inesperado.

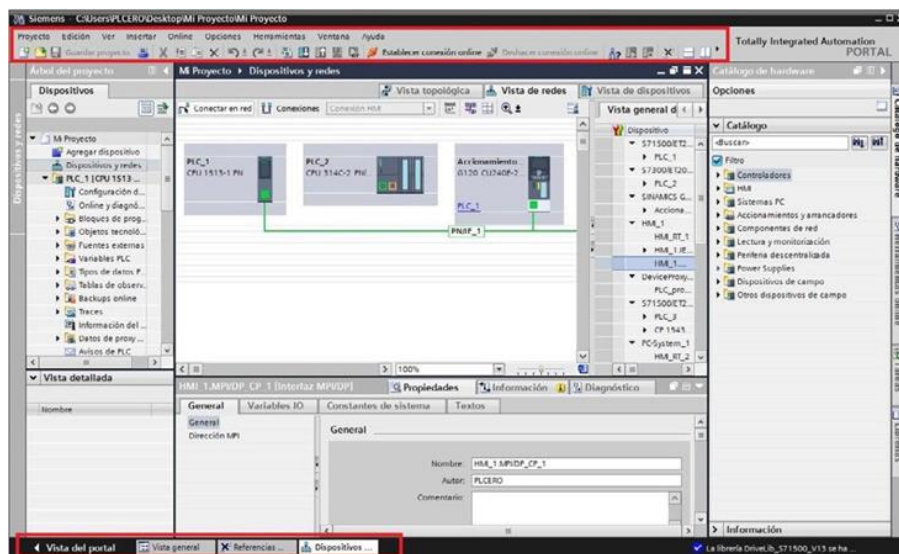
Seleccionando el portal de inicio (iniciar) es posible crear un nuevo proyecto, abrir un proyecto ya existente en el ordenador, comprobar qué paquetes de software hay instalados así como cambiar el idioma de visualización del software. También cabe destacar la opción de migrar proyecto, la cual va a permitir actualizar el proyecto de STEP7, WinCC Flexible o de versiones anteriores a la actual de TIA Portal.

Para cambiar a la vista del proyecto existen varias opciones, una primera vez y sin ningún dispositivo añadido, se selecciona la opción vista del proyecto, mostrada en la parte inferior izquierda. Esta opción

aparecerá siempre por defecto y conmutará la visualización del entorno se tenga o no un proyecto creado, dado que es posible su creación desde la vista del proyecto.

El resto de opciones del portal estarán disponibles al tener un proyecto abierto y será para acceder o crear las diferentes opciones. Estas tareas también se pueden realizar desde la vista del proyecto, por tanto no tendrán mayor relevancia.

En la vista del proyecto se van a observar diferentes zonas.

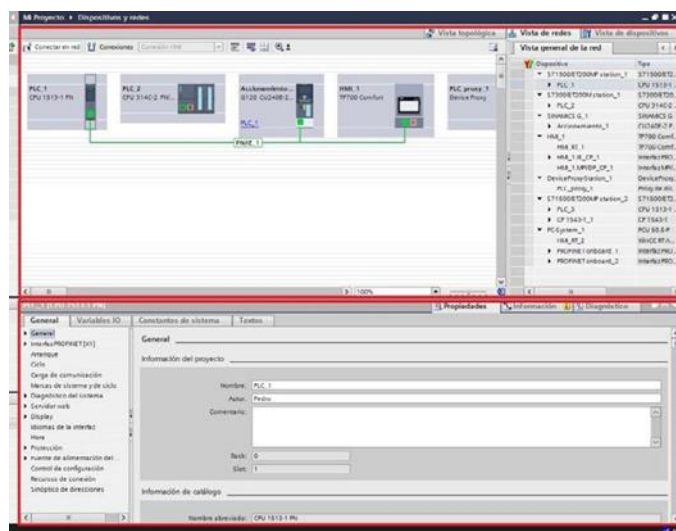


A la izquierda se observa el árbol del proyecto, zona en la que aparecerán todos los dispositivos existentes, pulsando sobre cada uno de ellos se desplegarán las diferentes opciones de configuración/programación, estas variarán dependiendo del tipo de dispositivo, aunque se observará que algunos menús serán comunes para todos y así será mucho más intuitiva la utilización.

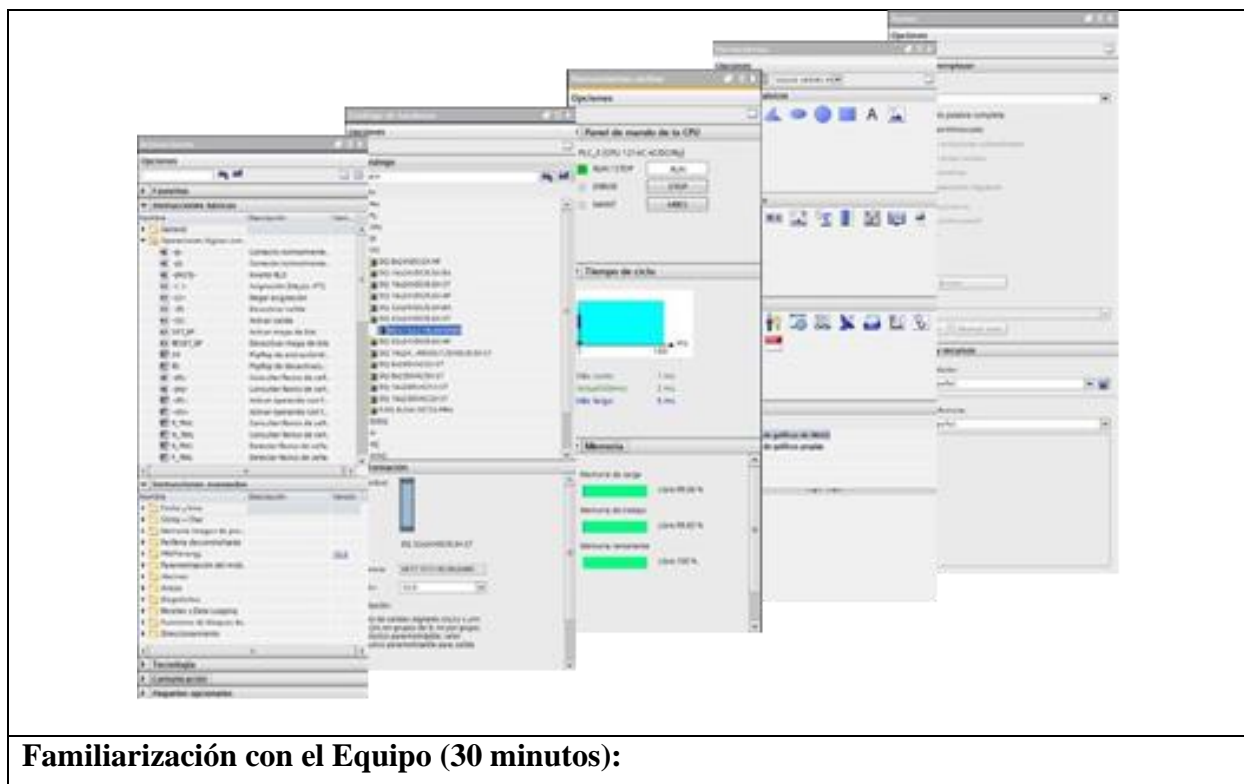
Debajo de ésta aparecen dos zonas que son completamente opcionales, esto quiere decir que se pueden mostrar u ocultar a elección del usuario. Desde proyectos de referencia se accede a elementos de otros proyectos, y desde vista detallada, a las diferentes señales existentes en el proyecto. Esta zona puede resultar de gran ayuda, dado que tendrá accesibles las variables para añadir al programa arrastrando directamente, sin cambiar la vista y ahorrando con ello tiempo.



La zona central muestra, por un lado en la parte superior, la conocida como zona de trabajo o de edición, la cual irá cambiando al ir haciendo doble clic sobre los diferentes elementos del árbol de proyecto. Esta será la zona de configuración del hardware y las redes, la zona de programación tanto de los bloques de PLC, como las diferentes imágenes de la parte de visualización así como las múltiples ventanas para la parametrización del variador.



Siguiendo en la zona central pero en la parte inferior, se encuentra la llamada ventana de inspección. Aquí se mostrarán las propiedades de los diferentes elementos seleccionados en la zona superior (zona de trabajo). La siguiente pestaña visualiza información del sistema, como por ejemplo los errores y/o advertencias generados al compilar un bloque de programación, una configuración o todo el proyecto. La última pestaña muestra el estado de diagnóstico así como los mensajes de los componentes.



**Familiarización con el Equipo (30 minutos):**

### Componentes individuales de la fábrica:

Basic HMI. Dentro de esta gama se encuentran tanto los “Key panels” o botoneras, como los “Basic panels”, denominados KP (key panel) o KTP (key touch panel), dependiendo de si sólo disponen de botonera o además es posible interactuar con la pantalla.

-Key panels: Hay dos tipos disponibles, botoneras de 8 o 32 pulsadores de membrana, es decir, no son botones mecánicos, esto permite tener un grado de protección IP65 al proteger dicha membrana la zona interna. Además ambas versiones disponen de un switch de PROFINET y de la posibilidad de cablear señales de seguridad integrada.



Basic panels: Existen versiones de 4, 7, 9 y 12 pulgadas con combinaciones de botoneras y paneles táctiles. Disponen de una pantalla capaz de reproducir 64.000 colores, dando lugar a una resolución u otra dependiendo del tamaño de la pantalla, y pueden comunicar en PROFIBUS o PROFINET, también disponen de interfaz USB como medio de almacenamiento.



Dentro de esta amplia familia hay dos divisiones a su vez, por un lado las Comfort panels, con sus diferentes versiones y los paneles móviles o mobile panels.

Comfort panels: Desde el punto de vista hardware, existen múltiples opciones en lo que respecta al formato del panel; formato estándar, de acero inoxidable, versión PRO con grado de protección IP65 para utilizar en el entorno de la instalación, paneles para utilizar en exteriores y versión SIPLUS para utilizar en ambientes con condiciones extremas.

Los tamaños de pantalla disponibles son 4, 7, 9, 12, 15, 17, 19 y 22 pulgadas, con las opciones de botonera (KP), táctil (TP) o híbrido (KTP). La resolución de estas es muy superior a la familia predecesora, llegando al formato 1920x1080 en la pantalla de 22 pulgadas, dado que toda la gama viene equipada con un display que trabaja con 16 millones de colores.

En lo que respecta a los interfaces de comunicación, todas las versiones disponen de, al menos, uno de PROFIBUS y otro de PROFINET, a partir de la versión de 7 pulgadas, todas vienen con switch integrado y a partir de la de 15 se incorpora otro interfaz más de Ethernet de alta velocidad (giga bit).

Sobre las interfaces de almacenamiento y/o salvaguarda/restauración, se encuentran varios interfaces SD y USB para estas tareas.

Y en las características software destacar la posibilidad de trabajar con al menos 400 alarmas (pudiendo llegar a 6000 en las versiones superiores), de 100 a 500 recetas, 1024 a 4096 variables y la posibilidad de agregar desde 50 a 200 scripts programados en visual basic, que amplían la funcionalidad de estos componentes.

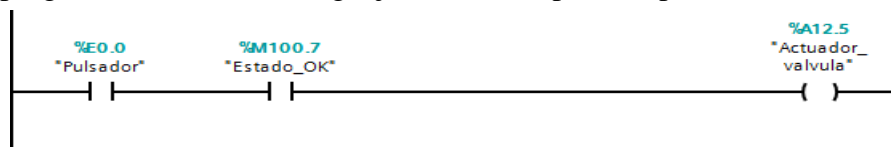


### **Análisis del Proceso Actual (45 minutos):**

#### **Marco Teórico**

Existen distintos lenguajes disponibles para realizar la lógica de control en los diferentes bloques de programación. Estos lenguajes son ahora mucho más potentes dado que a la hora de compilar<sup>6</sup> un bloque, se convierte directamente a código máquina sin pasar por el lenguaje de instrucciones (AWL), como sucedía con STEP7 clásico. Una idea de las opciones disponibles y sus características más importantes es la siguiente:

El lenguaje de contactos o **KOP**, como se le llama en Siemens, es uno de los más utilizados dada su similitud con los esquemas eléctricos, gracias a ello es más intuitivo diagnosticar bloques programados con este lenguaje. Por contrapartida, para tareas más avanzadas como



recorrer zonas de memoria, es menos potente y la programación resultante, si es que se pudiera realizar, sería más extensa.

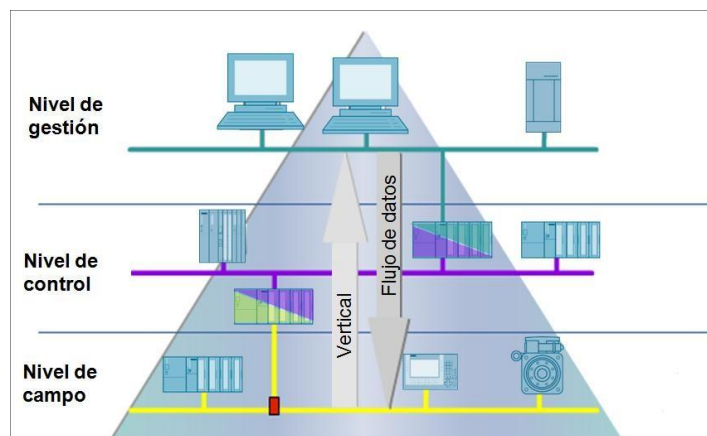
**FUP** es el lenguaje de funciones, equivalente por completo al de contactos (KOP), se visualizan las instrucciones en formato función, como su propio nombre indica, pero en lo que respecta a ventajas y limitaciones, serán las mismas que en KOP. Siempre se tendrá la opción de cambiar entre estos dos lenguajes, con un solo clic, a través de la opción, cambiar lenguaje de programación.



El **AWL** o lenguaje de instrucciones, era el más utilizado con S7-300/400, dada su mayor potencia con respecto a los lenguajes anteriormente comentados. No es compatible con S7-1200, por ello el S7-1500 está pensado a solventar las migraciones de ambos controladores.

1	U	"Pulsador"	%E0.0
2	U	"Estado_OK"	%M100.7
3	=	"Actuador_valvula"	%A12.5
4			

## Comunicaciones industriales



Desde la década de los 90, se viene hablando de la “pirámide” de automatización para referirse a las comunicaciones dentro del entorno industrial. En este gráfico se pueden distinguir tres niveles de comunicaciones; nivel de gestión, de control y de campo.

FIGURA 40. Niveles de comunicación en el entorno industrial.

Presentación de Siemens sobre comunicaciones industriales.

La parte de gestión comprende los sistemas de visualización y control de toda la instalación (sistemas SCADA) así como los servidores que almacenan datos de producción; la de control por su parte estará formada por los controladores (PLCs), los cuales enviarán las órdenes a su vez a los elementos conectados en el bus de campo.

Desde los comienzos de la implementación de los sistemas de gestión, se apostó por la comunicación Ethernet en este nivel, dado que el entorno era similar al de oficina, y ahí se había impuesto mayoritariamente el uso de este estándar.

Las primeras integraciones verticales, es decir, las comunicaciones entre los niveles de gestión y control, empezaron a realizarse con protocolos utilizados en el nivel de campo o incluso con protocolos sobre estándar Ethernet, pero era posible la realización de ambas formas dado que estas comunicaciones eran esporádicas y no requerían tasas de envío de datos muy elevadas. A medida que estos requerimientos fueron siendo mayores se acabó imponiendo también el uso de Ethernet por su mayor velocidad, más protocolos disponibles, además de la posibilidad de salir a internet y con ello abrirse la posibilidad de accesos remotos. También en el nivel de bus de campo se comenzaron a implementar protocolos basados en estándar Ethernet, facilitando con ello la integración total al disponer entonces de un medio común para comunicar toda la instalación.

La idea de la estandarización de la parte de comunicaciones, para poder integrar componentes de diferentes fabricantes en el bus de campo, viene desde los comienzos de la década de los 90. Siemens y otros muchos tomaron parte en la organización conocida a día de hoy como PROFIBUS and PROFINET International (PI), por entonces PROFIBUS International. Esta ha sido la encargada de desarrollar ambos protocolos para la comunicación en el bus de campo. A día de hoy se opta en la mayoría de los casos, por PROFINET, al ser una evolución de



PROFIBUS y ofrecer múltiples ventajas con respecto a este, pero se puede observar que en los nuevos controladores S7-1200/1500 existen tarjetas disponibles para seguir trabajando con PROFIBUS, además, las versiones superiores de S7-1500 incorporan un interfaz integrado en el propio PLC. Se detalla a continuación algunas de las características más importantes de ambos protocolos:

- PROFIBUS es un protocolo estándar creado a principios de los 90, para la comunicación en bus de campo a través de dos hilos. El cable sobre el que se monta es de color morado y los puertos a los que se conectan generalmente son RS485 de 9 pines. Permite trabajar con velocidades que van desde 9,6 Kbps hasta 12Mbps y con topologías de línea principalmente, es decir, cada elemento conectado al anterior y a su vez al siguiente. Esto puede propiciar a la postre que si el puerto de un elemento falla o el cable se rompe, los componentes posteriores tampoco podrán comunicar.

El sistema de direccionamiento es muy sencillo, todos los elementos tienen unos selectores para establecer la dirección, la cual ha de ser unívoca en la red, los PLCs no dispondrán de dichos selectores dado que la dirección se establece cargando la configuración hardware sobre ellos.

Se distinguen dos tipos de equipos en la red; maestros (PLCs) y esclavos (periferias y variadores principalmente). En base a ello se realizarán dos accesos al medio, el de comunicación de cada maestro con sus esclavos y seguidamente, el paso del testigo de un maestro a otro para ceder el turno de emisión en el bus.

- PROFINET es un protocolo estándar creado a principios del siglo XXI en base al funcionamiento de PROFIBUS y Ethernet, para la comunicación en bus de campo a través de cuatro hilos. El cable es de color verde por defecto, para diferenciarlo de otros, y los conectores generalmente son RJ45. La velocidad de comunicaciones estándar es de 100Mbps y al disponer de equipos concentradores de señales (switches), es posible realizar diferentes y muy variadas topologías, en línea como se realizaba antiguamente en PROFIBUS, así como conexiones en árbol o en estrella. Cabe destacar la posibilidad de utilizar protocolos de redundancia como MRP (Media Redundancy Protocol) o HRP (High Speed Redundancy Protocol) para, básicamente, realizar una conexión en anillo y que existan dos vías de comunicación con cada equipo, así en el caso de una desconexión o rotura del cable, el sistema seguiría comunicando sin problemas por la otra vía.

Dado que está montado sobre estándar Ethernet, todos los equipos en la red tendrán dirección una dirección IP, además se le otorgará un nombre a cada uno. La comunicación de PROFINET en tiempo real (RT) se realiza a través de ese nombre y al disponer de direccionamiento IP, también se puede acceder a otros servicios típicos de Ethernet, como sería por ejemplo el servidor web de un PLC.

Importante destacar también el desarrollo estándar de las comunicaciones seguras (safety) con PROFIsafe, las de control de movimiento con PROFIdrive y las de la información de energía de los componentes a través de PROFIenergy; estos estándares hacen que su configuración sea independiente de la red que se disponga, con lo cual daría exactamente igual tener PROFIBUS o PROFINET.

A día de hoy, con la idea de la Industria 4.0 emergente durante varios años, cada vez es más necesario el almacenamiento de múltiples datos sobre la producción, de cara a, por ejemplo,

poder realizar un control de calidad por unidades en vez de por lotes como hasta ahora, así como predecir errores futuros estudiando esos datos. La idea general es poder fabricar productos a medida para cada cliente, como si fueran hechos en serie, es decir, sin interrumpir el proceso. Con lo cual, la integración vertical, o lo que es lo mismo, la comunicación desde el nivel de gestión con cualquier elemento de la planta, ha pasado en los últimos años de ser ventajoso y deseable, a antojarse indispensable

### **Evaluación y análisis**

#### **Objetivo: Comprender el alistamiento del equipo para su correcta utilización.**

¿Cuáles son los pasos clave para el alistamiento del equipo de simulación en la planta de entrenamiento Industria 4.0?

Enumera al menos tres elementos que debes considerar al preparar el equipo para su utilización.

¿Por qué es importante el correcto alistamiento del equipo antes de iniciar el ejercicio de simulación?

#### **Objetivo: Observar un ejercicio de funcionamiento del equipo para identificar de manera práctica las diferentes etapas del proceso.**

Describe las etapas principales del proceso que se simula en la planta de entrenamiento Industria 4.0.

¿Cuáles son los componentes clave involucrados en cada etapa del proceso?

¿Qué tipos de tareas se llevan a cabo durante la etapa de generación de valor en el proceso de simulación?

#### **Objetivo: Replicar el ejercicio de funcionamiento del equipo para documentar los diferentes movimientos presentes durante todo el proceso de simulación.**

¿Por qué es importante documentar los diferentes movimientos durante el ejercicio de simulación?

¿Cómo podrías asegurarte de que la documentación de los movimientos sea precisa y detallada?

¿Qué herramientas o métodos podrías utilizar para facilitar la documentación de los movimientos?

#### **Objetivo: Realizar medición de tiempos para cada uno de los movimientos identificados, por medio de la utilización de un cronómetro.**

¿Cuál es el propósito de medir los tiempos en cada uno de los movimientos durante el ejercicio de simulación?

¿Qué precauciones debes tomar para garantizar mediciones precisas de tiempos utilizando un cronómetro?

Si un movimiento implica varios pasos secuenciales, ¿cómo abordarías la medición de tiempos para este caso?

#### **Pregunta de Integración:**

Explica cómo la caracterización de los diferentes procesos de simulación en la cadena de abastecimiento cumple con el objetivo general de la práctica y cómo se relaciona con la comprensión de los conceptos de métodos y tiempos en el contexto de la Industria 4.0.

### **Anexos**

### **Conclusiones**

Fuente: Elaboración propia

## 5 Conclusiones

La elaboración de un material didáctico para el laboratorio de manufactura asistida por computador en la Universidad Francisco de Paula Santander es una tarea esencial para brindar a los estudiantes de ingeniería industrial una formación que integre teoría y práctica en el contexto de la industria moderna. El objetivo es capacitar a los estudiantes con las habilidades y conocimientos necesarios para enfrentar los desafíos del mundo laboral y comprender las aplicaciones de la manufactura asistida por computador.

Para el desarrollo de este material didáctico, se han identificado elementos teóricos y prácticos clave que deben ser abordados. Se ha resaltado la importancia de integrar equipos como el "Training Factory Industry 4.0 24V" de fischertechnik y la "Celda de automatización 3.0 Lucas Nuelle", que ofrecen plataformas para el aprendizaje interactivo y práctico en la industria 4.0. Estos equipos permiten a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en un entorno realista, familiarizarse con tecnologías modernas y desarrollar habilidades prácticas.

La importancia de aplicar enfoques didácticos cambiantes y contextualizados se destaca en la creación de experiencias de aprendizaje auténticas. Se resalta la necesidad de involucrar a otros profesionales y estudiantes en el proceso para obtener diferentes perspectivas y garantizar la calidad del material didáctico. Se enfatiza la importancia de seleccionar elementos prácticos que reflejen situaciones reales en la industria, lo que ayuda a los estudiantes a comprender cómo los conceptos teóricos se aplican en el mundo laboral.

Se han identificado asignaturas clave que pueden beneficiarse de este material didáctico, como la planificación de la producción, automatización industrial y métodos y tiempos. Para cada asignatura, se resaltan los elementos teóricos y prácticos relevantes, así como autores y teorías que pueden brindar aportes valiosos.

Finalmente, se destaca la importancia de considerar factores críticos en el diseño del material, como la revisión curricular, el análisis de equipos, la evaluación de recursos, la metodología de enseñanza, la secuenciación de contenidos, la evaluación y retroalimentación, las referencias y fuentes, así como la innovación y actualización. Estos aspectos aseguran que el material sea completo, efectivo y adaptable a las necesidades cambiantes de la industria.

## **6 Recomendaciones**

Recomendaciones para la Elaboración de Material Didáctico en el Laboratorio de Manufactura Asistida por Computador en la Universidad Francisco de Paula Santander:

Enfoque Integrado Teórico-Práctico: Asegurar que el material didáctico combine de manera efectiva los conceptos teóricos con aplicaciones prácticas en la industria moderna. Esto proporcionará a los estudiantes una comprensión profunda y práctica de la manufactura asistida por computador.

Selección de Equipos Interactivos: Utilizar equipos como el "Training Factory Industry 4.0 24V" de fischertechnik y la "Celda de automatización 3.0 Lucas Nuelle" para crear experiencias de aprendizaje interactivas y realistas. Estos equipos permiten a los estudiantes experimentar con tecnologías modernas y aplicar teorías en un entorno práctico.

Enfoques Didácticos Contextualizados: Diseñar experiencias de aprendizaje auténticas al contextualizar los conceptos en situaciones de la industria real. Involucrar a profesionales y estudiantes de diferentes áreas para enriquecer la perspectiva y asegurar la calidad del material.

Selección de Elementos Prácticos Relevantes: Elegir ejemplos y situaciones prácticas que reflejen escenarios reales en la industria. Esto permitirá a los estudiantes comprender cómo los conocimientos teóricos se aplican y adaptan en entornos laborales cambiantes.

## 7 Bibliografía

ASD, I. (2022). *Mercado de la Industria 4.0: Tendencias globales de la industria, participación, tamaño, crecimiento, oportunidad y pronóstico 2022-2027*. New York: ASD.

Brookfield, S. D. (2015). *The Skillful Teacher: On Technique, Trust, and Responsiveness in the Classroom, 3rd Edition*. Mexico: Jossey Bass. Obtenido de <https://www.wiley.com/en-se/The+Skillful+Teacher%3A+On+Technique%2C+Trust%2C+and+Responsiveness+in+the+Classroom%2C+3rd+Edition-p-9781118450291>

Cañas, C. F., & Quintero, L. B. (2022). *Busines Intelligence: diseño de estrategias de enseñanza para el programa ingeniería industrial-UFPS mediante técnicas de Gamificación en ambientes Steam*. Universidad Francisco de Paula Santander. Cucuta: UFPS. Obtenido de <http://alejandria.ufps.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=57655>

- Cuadros, J. M. (2015). *Firmware y Bootstrapping*. Madrid. Obtenido de <http://www.fdi.ucm.es/profesor/mendias/psyd/docs/PSyDtema5.pdf>
- Deloitte. (2021). *Industria 4.0 en Colombia*. Obtenido de Industria 4.0 en Colombia: <https://www2.deloitte.com/co/es.html>
- Fernández, C. A., Macías, B. E., & Bermeo, J. M. (2021). *Diseño de un prototipo de laboratorio remoto para ser implementado en el laboratorio de automatización de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Bogotá*. Bogota: UCC.
- Fischertechnik Education. (2022). *Material didáctico de ayuda Fábrica de Formación Industria 4.0*. Obtenido de [https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/elearning/lehren/lernfabrik/fabrik\\_2019\\_spanisch\\_neu.ashx](https://www.fischertechnik.de/-/media/fischertechnik/fite/service/elearning/lehren/lernfabrik/fabrik_2019_spanisch_neu.ashx)
- Guapacasa, L. A., & Cabrera, J. D. (2022). *Desarrollo de una guía práctica de laboratorio para el sistema de producción modular MPS-500, empleando técnicas de diseño de instalaciones de manufactura*. Cuenca: UPS.
- Impulsa, G. (2021). *Transformación digital e industria 4.0*. Bogota: Mincomercio.
- ITCL, C. T. (2018). *Aplicaciones de sistemas de simulación en la industria*. Obtenido de Aplicaciones de sistemas de simulación en la industria: <https://itcl.es/blog/para-que-sirven-los-sistemas-de-simulacion/>
- Merrill, M. D. (2002). *First principles of instruction*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02505024>
- MinTic. (2022). *Aspectos de la Industria 4.0 en Colombia*. Bogota : Ministerios de la tecnología y la ciencia.

Nieto, E. C. (2016). Manufactura y automatización. *Revista ingeniería e investigación*, 120-128.

ORACLE. (2020). *Definición de planificación de recursos empresariales (ERP)*. Obtenido de

Definición de planificación de recursos empresariales (ERP):

<https://www.oracle.com/co/erp/what-is-erp/>

Pumahualca, F. E. (2017). *Instalación de equipos aplicando las buenas prácticas en*

*manufactura en una industria farmacéutica*. Lima: FUL.

Statista. (2020). *Industry 4.0 - In-depth Market Insights & Data Analysis*. New York: statista.

Torres, D. C., Jiménez, I. A., & Vargas, J. R. (2021). Desenho de uma ferramenta guia para a

implementação de Lean em laboratórios de ensino superior. *Revista Ingenierias*

*Universidad de Medellín*.

UIS, U. I. (2013). *Glosario de terminos Archivísticos*. Bucaramanga. Obtenido de

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/secretariaGeneral/direccionCertificacionGestionDocumental/documentos/glosarioArchivistico.pdf>