

ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS ACTUALES DE LA AUTOMATIZACIÓN
APLICADA A CONTEXTOS Y SERVICIOS ACADÉMICOS EN LA FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA

Investigadores:
DAVID ORLANDO ROJAS ARCINIEGAS
ROBINSON CHACÓN ROCHA

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERIA MECATRÓNICA
BOGOTÁ D.C
2023

ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS ACTUALES DE LA AUTOMATIZACIÓN
APLICADA A CONTEXTOS Y SERVICIOS ACADÉMICOS EN LA FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA

Investigadores:
DAVID ORLANDO ROJAS ARCINIEGAS
ROBINSON CHACÓN ROCHA

Anteproyecto de monografía de grado para optar el título de:
INGENIERO MECATRÓNICO

Director:
ANDREA KATERINE PINEDA TORRES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERIA MECATRÓNICA
BOGOTÁ D.C
2023

Tabla de Contenido

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS.....	7
3.1. Objetivo general.....	7
3.2. Objetivos específicos.....	7
4. MARCO REFERENCIAL	8
4.1. ESTADO DEL ARTE	8
4.2. MARCO HISTÓRICO.....	12
4.3. MARCO CONCEPTUAL.....	14
4.4. MARCO TEÓRICO	18
4.4.1. La automatización	18
4.4.1.1. Generalidades.	19
4.4.1.2. Clasificación.....	20
4.4.1.2.1. Automatización fija.....	20
4.4.1.2.2. Automatización programable	21
4.4.1.2.3. Automatización flexible.	23
4.4.1.3. Elementos en el entorno.	24
4.4.1.3.1. Sensores	24
4.4.1.3.2. Actuadores	30
4.4.1.3.3. Controladores.	33
4.4.1.3.3.1. Clasificación de controladores.	33
4.4.1.4. Programación.	37
4.4.1.4.1. Lenguajes de programación de bajo nivel.....	37
4.4.1.4.2. Lenguajes de programación de alto nivel.....	39
4.4.2. La producción.....	42
4.4.2.1. Generalidades.	42
4.4.2.2. Clasificación	45
4.4.2.3. Procesos de Manufactura.	50

4.4.2.3.1.	Generalidades	50
4.4.2.3.2.	Clasificación	51
4.4.2.4.	Líneas de transporte.....	59
4.4.2.5.	Empaquetado.....	62
4.4.2.6.	Distribución y servicio.....	63
4.4.2.6.1.	Distribución.....	64
4.4.2.6.2.	Servicio.....	65
4.4.3.	Tecnologías en la industria 4.0.....	67
4.4.3.1.	Generalidades.....	68
4.4.3.2.	Tendencias y aplicaciones de la industria 4.0.....	69
4.4.3.2.1.	Inteligencia Artificial.....	69
4.4.3.2.2.	Big data.....	72
4.4.3.2.3.	Fabricación aditiva.....	74
4.4.3.2.4.	Internet de las Cosas (IoT).....	77
4.4.3.2.5.	Robótica.....	79
4.4.3.2.6.	Realidad virtual.....	81
4.4.3.2.7.	Realidad aumentada.....	82
4.4.3.2.8.	Integración horizontal y vertical.....	83
4.4.3.2.9.	Cloud Computing.....	85
4.5.	MARCO LEGAL.....	86
5.	DISEÑO METODOLÓGICO	90
5.1.	Tipo investigación	90
5.2.	Enfoque de la investigación.....	90
5.3.	Población y Muestra.....	91
5.4.	Técnicas de recopilación de datos.....	91
5.4.1.	Análisis documental.....	91
5.4.2.	Recopilación de información mediante observación y práctica.....	92
5.5.	Análisis de datos.....	92
5.6.	Limitaciones del estudio.....	92
5.6.1.	Limitaciones en la generalización.....	92
5.6.2.	Dependencia de la documentación disponible.....	93

5.7. Etapas y procedimientos de la investigación.....	93
6. RECURSOS DISPONIBLES	96
6.1. Recursos propios.....	96
6.2. Recursos de la institución.	96
7. CRONOGRAMA.....	98
8. BIBLIOGRAFÍA	99

Tabla de Figuras.

Figura 1. Revisión documental.....	8
Figura 2. Línea del tiempo de la historia de la automatización.....	12
Figura 3. Control de un proceso automatizado.	18
Figura 4. Pirámide de la automatización.	19
Figura 5. Estaciones de trabajo en líneas de mecanizado.	21
Figura 6. Línea automatizada programada para cada tipo de producción.....	22
Figura 7. Depósito de Intersurgical en Lituania, que presenta un mayor volumen de producción, con la aplicación de la automatización flexible.....	23
Figura 8. Esquema que representa como mediante un sensor se puede recibir una señal física y acondicionarla para sacar una señal eléctrica, y poder ver un valor representado deseado.	24
Figura 9. Clasificación de los sensores.....	25
Figura 10. Sensor final de carrera, encontrado en un catálogo de venta de componentes electrónicos.	26
Figura 11. Simbología de los sensores de proximidad.....	26
Figura 12. Representación física y explicativa del funcionamiento de un sensor inductivo.	27
Figura 13. Demostración explicativa de un sensor capacitivo.	28
Figura 14. Representación física de un ultrasónico de distancia, extraído de un catálogo de venta de componentes.	29
Figura 15. Ejemplo de un sensor magnético, que detecta mediante la atracción o repulsión de polos magnéticos.....	30
Figura 16. Clasificación de los actuadores.....	31
Figura 17. Representación física de los actuadores neumáticos.	32
Figura 18. Composición mecánica de un motor hidráulico.	32
Figura 19. Relevé eléctrico (Relé).....	33
Figura 20. Jerarquía del controlador en la automatización.....	34
Figura 21. Ejemplo de un controlador PLC en la industria.	35
Figura 22. Controlador DCS en la industria.	36
Figura 23. Controlador PAC en la industria.....	37
Figura 24. Programación en Lista de Instrucciones (IL) y comparativa con LD y FBD.	38

Figura 25. Ejemplo de programación en texto estructurado (ST).	39
Figura 26. Ejemplo de programación en escalera.	40
Figura 27. Ejemplo de programación de bloques funcionales.	40
Figura 28. Ejemplo de Programación en SFC.....	41
Figura 29. Ejemplo de programa en CFC.	42
Figura 30. Producción de envases de la empresa TME junto con Festo.....	43
Figura 31. Diagrama de la clasificación de la producción.....	45
Figura 32. Producción panadera, empleando el sistema por lotes.	46
Figura 33. Producción por flujo continuo de una línea de producción.	48
Figura 34. Línea de producción de tubos de acero.	49
Figura 35. Producción en masa de cajas para cereal.	49
Figura 36. Ilustración de una de las primeras máquinas de manufactura de sistema híbrido, el telar mecánico.	50
Figura 37. Clasificación por tipo de proceso, en la manufactura.	51
Figura 38. Proceso paso a paso de la fundición para una pieza de metal.....	52
Figura 39. Proceso de moldeo mediante inyección.....	52
Figura 40. Proceso automatizado de inyección de plástico.	53
Figura 41. Prensa hidráulica para procesos de corte.	53
Figura 42. Proceso de formado mediante la técnica de rodillos.	54
Figura 43. Proceso de mecanizado de una pieza.	55
Figura 44. Tratamiento térmico de piezas de metal.	55
Figura 45. Diagrama del proceso de Fundición y colada en realización de losas..	56
Figura 46. Línea de ensamblaje automotriz.	57
Figura 47. Esquema de categorización de la clasificación y tipos de soldadura....	58
Figura 48. Impresora 3D de la marca Ultimaker.....	58
Figura 49. Control de calidad de un vehículo de forma automatizada.	59
Figura 50. Cinta de banda transportadora.	60
Figura 51. Banda transportadora por rodillos.	60
Figura 52. Banda transportadora por cadena.....	61
Figura 53. Representación de una banda transportadora de listones.	61
Figura 54. Ejemplo de la representación física de una transportadora aérea.....	62

Figura 55. Los 3 procesos básicos de empaquetado.	62
Figura 56. Logística en la distribución de productos en la industria.	64
Figura 57. Establecimiento en la organización para un servicio empresarial.	66
Figura 58. Componentes de la Industria 4.0.	67
Figura 59. Cadena de suministro de la industria 4.0.	68
Figura 60. Herramientas tecnológicas de la industria 4.0.....	69
Figura 61. App para crear, visualizar y editar redes de deep learning.....	70
Figura 62. Comparación de las 3V de la big data.	72
Figura 63. Estructura de la big data.	73
Figura 64. Software de impresión 3D permite laminar archivos CAD para imprimirlos en 3D.....	74
Figura 65. Esquema de una impresora para procesos de SLA	75
Figura 66. Esquema básico del funcionamiento de una impresora 3D por modelado SLS	75
Figura 67. Esquema básico del funcionamiento de una impresora 3D por modelado por deposición fundida	76
Figura 68. Esquema sobre el funcionamiento de la tecnología Binder Jetting	76
Figura 69. Esquema funcional de la técnica PolyJet	77
Figura 70. Tabletas industriales.	77
Figura 71. Brazo robótico industrial.	80
Figura 72. Robot industrial de la empresa Adept Technology, Inc.	80
Figura 73. Entorno de realidad virtual, para el ensamblaje de una pieza.	82
Figura 74. Tablet que implementa la realidad aumentada para el mantenimiento de una unidad.....	83
Figura 75. Aplicación de un esquema de la integración vertical y horizontal.....	84
Figura 76. Esquema Cloud Computing.	85

Índice de Tablas.

Tabla 1. Fases o etapas para el desarrollo de la investigación.	93
Tabla 2. Generalidades en los recursos propios de los estudiantes.....	96
Tabla 3. Generalidades en los recursos proporcionados por la institución.	97
Tabla 4. Cronograma de actividades para la realización del ante proyecto de monografía.	98

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La automatización se refiere a sistemas capaces de reaccionar de manera autónoma en diversos contextos. En el ámbito industrial, estos sistemas operan en líneas de producción, ejecutando múltiples procedimientos que transforman una materia prima en un producto final. Por lo tanto, la automatización industrial se define como la supervisión y control de sistemas de producción, utilizando tecnologías que permiten la optimización de procesos y la posibilidad de controlarlos de manera autónoma y remota (Mohammad, S. M., & Surya, L. 2018).

Con el paso de los años, la automatización industrial ha ido en creciente evolución, transformándose en el concepto que conocemos en la actualidad. Esta búsqueda constante de mejoras en la productividad ha planteado desafíos que han estimulado la creatividad humana. Se ha traducido en ventajas sustanciales, como la posibilidad de pasar de un proceso de producción individual a una producción en masa. No obstante, este avance ha venido acompañado de desafíos, como el aumento de costos y la reducción de la mano de obra (Salado, M. Á. G. 2019), que las empresas deben considerar. Además, la tendencia hacia sistemas de automatización aún más autónomos ha impulsado la integración de nuevas tecnologías en la automatización industrial (Oasys, 2023).

En sus inicios, el control de máquinas implicaba la realización de múltiples conexiones para supervisar y dirigir los dispositivos utilizados. No obstante, con el propósito de simplificar y reducir costos asociados a estas conexiones, se ha avanzado hacia el control y monitoreo remotos de dichos dispositivos. Este enfoque ha permitido optimizar la eficiencia de la automatización industrial.

Entre las tecnologías más destacadas en el contexto de la automatización industrial, cabe mencionar el Controlador Lógico Programable (PLC). El PLC es un equipo ampliamente utilizado en diversos sectores de la industria, desempeñando un papel fundamental en la automatización de procesos periódicos y de secuencia. Su capacidad para aplicar lógica de computación programada brinda una gran versatilidad al manejo de procesos industriales, permitiendo una optimización y control precisos (Industrias GSL, 2021), sin embargo, este presenta sus limitaciones dando que para sacar el máximo rendimiento en la industria es contando con personal capacitado, algo que se encuentre escaso en la actualidad según dicta el Ministerio de Trabajo, entre 2015-2019, la tasa de cualificación de empleados en los diferentes sectores de la automatización dan que en el nivel alto de capacitación se

cuentan con un promedio del 13.6% a diferencia de los niveles medio-alto, medio y medio-bajo que cuentan respectivamente con el 26.1%, 14.1% y el 46.2% respectivamente (Ministerio de Trabajo, 2021).

El PLC, desempeña un papel esencial en la capacidad de la industria para gestionar una amplia variedad de sectores y sistemas. Un ejemplo destacado de su versatilidad es su aplicación en la electroneumática, una disciplina que utiliza aire comprimido para activar diferentes sistemas eléctricos. Estos sistemas electroneumáticos tienen como objetivo principal la realización de acciones de carácter mecánico de manera precisa y eficiente, aun así, los altos costos de implementar los controladores, y más en procesos pequeños, además que estos suelen tener dificultades en la correcta conexión con otros sistemas y dispositivos, que se requieren otros softwares para visualización y recopilación de datos de una producción, dan a que los PLCs tienen sus limitaciones a la hora de una empresa llegar a implementarlo (EOC, 2018).

En el contexto de la electroneumática, el PLC desempeña un papel esencial al coordinar y controlar meticulosamente la secuencia de eventos. A través de programas lógicos personalizados, el PLC tiene la capacidad de activar válvulas, cilindros y otros dispositivos que operan con aire comprimido. Esto confiere a la electroneumática una versatilidad excepcional, ya que puede ser aplicada en una amplia gama de aplicaciones industriales, desde la automatización de líneas de ensamblaje hasta el control de maquinaria pesada. Gracias a la funcionalidad del PLC, surge la necesidad de explorar la integración de herramientas tecnológicas que potencien al máximo la eficiencia en la automatización industrial. Este enfoque se alinea perfectamente con el concepto de la Industria 4.0, que aprovecha la tecnología inteligente para ofrecer soluciones optimizadas en los procesos industriales a medida que avanzamos en la cuarta revolución industrial.

A medida que la automatización industrial, la programación de PLC y la electroneumática avanzan, también emergen desafíos críticos que exigen una atención meticulosa. Uno de los desafíos más destacados es la creciente inquietud en torno a la pérdida de empleos tradicionales debido a la automatización. Esto plantea cuestiones significativas relacionadas con la seguridad laboral y la urgente necesidad de desarrollar y mantener competencias actualizadas en estos campos. Además, con la llegada de la Industria 4.0, se presentan nuevos desafíos que implican comprender y aplicar estas tecnologías de vanguardia, lo que requiere una adaptación ágil para no quedar rezagados en el competitivo mercado global. La transición hacia la Industria 4.0 trae consigo la necesidad de una formación y

actualización constante para garantizar que las empresas y los profesionales estén preparados para aprovechar al máximo las oportunidades y afrontar los desafíos que conlleva esta revolución industrial (Deloitte España, s.f.).

Además, la ciberseguridad en el contexto de la automatización industrial, especialmente cuando se combina con la electroneumática, se convierte en un elemento esencial para resguardar la integridad de los sistemas y la confidencialidad de los datos en un mundo altamente interconectado. La protección contra amenazas cibernéticas se vuelve aún más crucial a medida que la automatización avanza, garantizando que la evolución tecnológica no comprometa la seguridad ni ponga en riesgo la privacidad de la información crítica en el ámbito industrial (IBM, s.f.); amenazas que a la actualidad se ven comúnmente en las industrias, puesto que los sistemas de protección, resultan aún ineficaces, tanto por la pobre adopción de contramedidas, como la capacitación y concientización de la importancia de la seguridad cibernética (MECOtech, 2022).

En este contexto, resulta esencial como estudiantes el comprender y analizar estas tecnologías habilitadoras, y su aplicación en diversos sectores industriales. Este análisis se toman puntos importantes en cada técnica en relación sobre los beneficios y desafíos que la automatización dentro de la Industria 4.0, respaldada por estas tecnologías, puede presentar. A medida que la automatización se expande y se vuelve más omnipresente en la industria, es fundamental examinar detenidamente cómo estas tecnologías están transformando la producción y cuáles son las implicaciones en términos de eficiencia, costos y el mercado laboral. Se propone abordar estas cuestiones de importancia crítica, brindando un análisis exhaustivo de cómo la automatización y la Industria 4.0, en conjunción con estas tecnologías, están redefiniendo los procesos industriales y sus consecuencias en la sociedad y la economía.

Finalmente, este estudio fomenta el dar una profundización al tema y poder dar un mayor entendimiento, siendo necesario un análisis desde nuestra calidad de estudiantes como futuros profesionales en Ingeniería Mecatrónica dándonos a cuestionar:

¿Cómo es posible monitorear y controlar de forma remota los procesos automatizados aplicados en la industria, en el ámbito académico?

2. JUSTIFICACIÓN

La automatización industrial, en su estrecha relación con la cuarta revolución industrial conocida como Industria 4.0, desempeña un papel esencial en la evolución de los procesos manufactureros. Esta interconexión busca no solo agregar un valor significativo a la industria, sino también satisfacer la creciente necesidad de flexibilidad en los procedimientos industriales actuales. La implementación de las diferentes tecnologías es fundamental para lograr esta flexibilidad, permitiendo la optimización y el máximo aprovechamiento de los recursos (Iberdrola, s.f.).

La automatización industrial, en particular a través de la programación de Controladores Lógicos Programables (PLC), desempeña un rol central en la evolución de los procesos industriales. Permite a las empresas automatizar tareas y procesos, mejorando la eficiencia operativa, la precisión y la calidad de la producción. La interconexión de sistemas industriales a través de la Internet de las Cosas (IoT) y la recopilación y análisis de datos en tiempo real permiten la toma de decisiones basada en datos, optimizando los procesos de una manera sin precedentes. Además, la electroneumática agrega una dimensión versátil a la automatización al combinar elementos eléctricos y neumáticos, permitiendo un control más preciso de sistemas y máquinas.

La robótica, como una de las tecnologías habilitadoras clave, desempeña un papel central en la automatización industrial. Los robots industriales son utilizados en tareas de líneas de producción que requieren ejecuciones complejas y repetitivas, lo que permite una mayor precisión y eficiencia en los procesos (J. López, 2017).

La inteligencia artificial, por otro lado, juega un papel fundamental al habilitar la rápida adquisición de habilidades y la toma de decisiones autónomas en procesos industriales complejos. Estas dos tecnologías se complementan para optimizar la producción, mejorar la calidad de los productos y reducir costos y tiempos de inactividad (IBM, s.f.).

La revolucionaria tecnología del Internet de las Cosas (IoT), que facilita la interconexión de dispositivos y sistemas, permitiendo la recolección y análisis de datos en tiempo real. El IoT no solo se limita a la adquisición de datos, sino que también posibilita el control y la toma de decisiones autónomas, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa y en la capacidad de anticiparse a las necesidades de producción (J. López, 2017).

La Industria 4.0 está redefiniendo por completo la forma en que las empresas diseñan, producen y entregan productos y servicios. En el núcleo de esta transformación se encuentran la automatización industrial, la programación de Controladores Lógicos Programables (PLC) y la electroneumática, tres pilares tecnológicos que están desempeñando un papel decisivo en la revolución industrial en curso. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es explorar la importancia de estos aspectos, permitiendo abordar los beneficios y desafíos cruciales que acompañan a su implementación.

Además de estos aspectos mencionados, es fundamental porque considera la influencia de la automatización en la creación de empleo especializado. A medida que la automatización se integra con la robótica y la inteligencia artificial, se están desarrollando sistemas autónomos capaces de aprender y adaptarse de manera autónoma. Esto tiene un impacto profundo en la fabricación, la logística, la atención médica y muchos otros sectores. La comprensión de cómo estas tecnologías habilitan la Industria 4.0 es fundamental para la evolución de los procesos industriales y la adaptación a una economía global en constante cambio.

La implementación de la automatización industrial, en el marco de la Industria 4.0, se dirige a una transformación integral de los procesos manufactureros. Este enfoque no solo busca mejorar la eficiencia operativa, la precisión y la calidad de la producción, sino que también aspira a añadir un valor estratégico sustancial a la industria en su conjunto. La interconexión de tecnologías avanzadas, tales como Controladores Lógicos Programables (PLC), Internet de las Cosas (IoT), Electroneumática, Robótica e Inteligencia Artificial, no solo tiene como objetivo la optimización de recursos, sino que también pretende satisfacer la creciente necesidad de flexibilidad en los procedimientos industriales contemporáneos.

No se trata simplemente de mejorar procesos, sino de abordar de manera proactiva los desafíos emergentes y capitalizar las oportunidades que estas tecnologías avanzadas ofrecen. La investigación y aplicación de estas innovaciones se perfilan como impulsores esenciales para la evolución de la Industria 4.0, permitiendo a las empresas adaptarse a un entorno empresarial dinámico y competitivo.

Las principales beneficiarias de esta revolución industrial son las empresas, desde pequeñas y medianas hasta grandes corporaciones. Los profesionales y expertos en el campo, contribuyen al conocimiento y desarrollo de estas tecnologías, mientras que empresas líderes como IBM establecen pautas y ejemplos a seguir en la implementación de la automatización industrial.

Además, ingenieros, programadores, analistas de datos y profesionales en campos interdisciplinarios desempeñan un papel crucial en la aplicación exitosa de estas tecnologías.

La colaboración entre diferentes actores del ecosistema industrial, incluyendo fabricantes, proveedores de tecnología y profesionales de la investigación, se vuelve fundamental para la adopción generalizada de estas tecnologías. La comprensión y participación activa de estos grupos son esenciales para maximizar los beneficios y superar los desafíos asociados con la implementación de la Industria 4.0.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general.

- Analizar las tendencias actuales de la automatización en la industria, aplicada a contextos y servicios académicos en la UNIAGRARIA.

3.2. Objetivos específicos.

- Identificar las diferentes tecnologías de automatización utilizadas en la Industria 4.0.
- Investigar casos de estudio y ejemplos concretos de sistemas de automatización, para el sector académico.
- Evaluar los beneficios de la aplicación de la automatización en el sector académico.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. ESTADO DEL ARTE

A continuación, se realiza una revisión de los documentos investigativos más relevantes que aportan al desarrollo del presente proyecto, véase Figura 1.

Figura 1. Revisión documental.

Título	Autor	Año	Libro o PDF	Cita
Industry 4.0 reference architectures	Eisa Yumi Nagawa, Pablo Oliveira, Frank Schnicke, Rafael Capilla, Thomas Kuhn, Peter Liggesmeyer	2021	Libro	Los rápidos cambios en las demandas de los clientes y las complejas cadenas de suministro exigen entornos de producción flexibles que puedan adaptar los bienes producidos de forma rápida y eficaz a las demandas del mercado.
The industrial internet of things"(IIoT). An analysis framework	Hugh Boyes, Tim Watson, Bilal Hallaq, Joe Cunningham	2018	Artículo	Los sistemas de control y automatización industrial (IACS) solían operar de manera aislada de las redes digitales convencionales, empleando arquitecturas zonificadas con cortafuegos para garantizar la seguridad. Sin embargo, la creciente adopción de tecnologías de Internet de las cosas (IIoT) está transformando la arquitectura de estos sistemas, incrementando la conectividad con los entornos industriales y generando cambios significativos en los Sistemas de Información de Control Industrial (SIC).
The Second Machine Age	Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee	2014	Libro	A pesar de los beneficios evidentes de la automatización industrial en la Industria 4.0, se enfrenta a desafíos críticos. La sustitución de trabajadores en tareas repetitivas plantea cuestionamientos sobre la seguridad laboral y destaca la necesidad de desarrollar competencias en áreas más especializadas y de supervisión.
The Industrial Internet of Things: An Evolution to a Smart Manufacturing Enterprise"	John Conway	2016	Artículo	La Internet Industrial de las Cosas (IIoT) no implica reemplazar los sistemas de automatización existentes, sino enlazarlos con los sistemas empresariales para planificación y ciclo de vida de productos. Este artículo explora cómo establecer esta conexión a lo largo de la cadena de valor para mejorar el control empresarial.
Tecnologías de la industria 4.0 implementadas en la gestión de almacenes en Latinoamérica	Deisy Yolima González Vera	2019	Artículo	El enfoque de este trabajo se concentra en llevar a cabo una investigación sobre las herramientas tecnológicas que impulsan la Industria 4.0 y su aplicación en la automatización de empresas en América Latina, incluyendo casos como CCT en Colombia, Sinterplast en Argentina y Schmalz en México. El objetivo de esta investigación es mejorar los sistemas de gestión, planificación, ejecución y control.
The fourth industrial revolution: A panoramic view	A. Ustundag y E. Covkcan	2017	Artículo	El proyecto examina la evolución industrial hasta la Industria 4.0, destacando avances tecnológicos. La Industria 4.0, surgida en Alemania, introduce conceptos como comunicación en redes, robótica adaptativa, ciberseguridad y análisis de datos. Aunque promete mayor productividad, enfrenta desafíos en la adaptación y carece de una hoja de ruta clara. Destaca la necesidad de integrar principios de diseño y tecnologías para desarrollar productos y procesos inteligentes.
Intelligent automation: Structure, evolution, and significance in various applications	A. K. Tyagi, T. F. Fernandez, S. Mishra y S. Kumari	2020	Artículo	La transformación digital en el siglo XXI, clave para mejorar la vida y eficiencia empresarial, se apoya en la combinación de inteligencia artificial (IA) y el Internet de las cosas (IIoT). La integración de tecnologías como Blockchain y la informática avanzada facilita este proceso. La Automatización Inteligente, que utiliza la IA para automatizar procesos comerciales, destaca como elemento central en esta evolución, especialmente en la industria.

Fuente: Propia de los autores.

Los rápidos cambios en las demandas de los clientes y las complejas cadenas de suministro exigen entornos de producción flexibles que puedan adaptar los bienes producidos de forma rápida y eficaz a las demandas del mercado. Además, los requisitos de calidad y documentación son cada vez mayores. (Elisa Yumi Nagawa, Pablo Oliveira, Frank Schnicke, Rafael Capilla, Thomas Kuhn, Peter Liggesmeyer, "Industry 4.0 reference architectures", 2021).

Los sistemas de control y automatización industrial (IACS) han estado en gran medida aislados de las redes digitales convencionales, como los entornos TIC empresariales. Cuando se requería conectividad, se adoptaba una arquitectura zonificada, con cortafuegos o zonas desmilitarizadas para proteger los componentes principales del sistema de control. La adopción y el despliegue de las tecnologías del "Internet de las cosas" (IoT) están provocando cambios en la arquitectura de los SIGC, incluida una mayor conectividad con los sistemas industriales. En este artículo se analiza qué se entiende por IoT industrial (IoT) y su relación con conceptos como los sistemas ciber físicos y la Industria 4.0. (Hugh Boyes, Tim Watson, Bil Hallaq, Joe Cunningham, "The industrial internet of things"(IIoT): An analysis framework, 2018).

Desafíos de la Automatización Industrial: A pesar de los beneficios innegables de la automatización industrial, no está exenta de desafíos críticos que deben abordarse en la Industria 4.0. La automatización puede llevar a la sustitución de trabajadores en tareas repetitivas, lo que plantea interrogantes importantes sobre la seguridad laboral y la necesidad de desarrollar competencias en áreas más especializadas y de supervisión. (Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee, "The Second Machine Age", 2014).

La Internet Industrial de las Cosas (IIoT) no consiste en arrancar los sistemas de automatización actuales para sustituirlos por otros nuevos. El potencial reside en la capacidad de vincular los sistemas de automatización con los sistemas empresariales de planificación, programación y ciclo de vida de los productos. Este artículo analiza cómo puede implantarse esta conexión en toda la cadena de valor de la empresa para permitir un mayor control empresarial. (John Conway, "The Industrial Internet of Things: An Evolution to a Smart Manufacturing Enterprise", 2016).

El enfoque de este trabajo se concentra en llevar a cabo una investigación sobre las herramientas tecnológicas que impulsan la Industria 4.0 y su aplicación en la automatización de empresas en América Latina, incluyendo casos como CCL en Colombia, Sinteplast en Argentina y Schnellecke en México. El objetivo de esta investigación es mejorar los sistemas de gestión, planificación, ejecución y control (Deisy Yolima González Vera, “Tecnologías de la industria 4.0 implementadas en la gestión de almacenes en Latinoamérica”, 2019).

El proyecto presenta un panorama de la evolución industrial desde la Revolución Industrial hasta la actualidad, destacando la importancia de la Industria 4.0. La Revolución Industrial trajo mejoras significativas en la fabricación y los servicios, impulsados por avances tecnológicos. La sinergia entre la tecnología de la información, los servicios y la fabricación aumentó la productividad en ambos campos. Sin embargo, se han presentado desafíos para las empresas debido a conceptos disruptivos como la comunicación en redes, sistemas integrados, robótica adaptativa, ciberseguridad, análisis de datos e inteligencia artificial, y fabricación aditiva. La Industria 4.0, originada en Alemania, se ha convertido en un término clave que destaca una nueva revolución industrial. Aunque promete sistemas más productivos, la adaptación adecuada y los criterios de medición de su éxito siguen siendo inciertos, y falta una hoja de ruta estructurada. El trabajo subraya la importancia de vincular los principios de diseño y las tecnologías en el desarrollo de productos y procesos inteligentes como un marco conceptual para la Industria 4.0. (Ustundag, A., & Cevikcan, E. 2017).

En el siglo XXI, la transformación digital es fundamental para mejorar la vida humana y la eficiencia de las empresas e industrias. La combinación de inteligencia artificial (IA) y el Internet de las cosas (IoT) se ha convertido en una necesidad para la próxima década. La integración de tecnologías como Blockchain y la informática de punta simplifica aún más esta transformación. La automatización inteligente, que utiliza la IA para automatizar procesos comerciales, desempeña un papel central en esta evolución. Este documento se centra en la Automatización Inteligente, su estructura, evolución y su importancia en diversas aplicaciones, con un enfoque en la Industria 4.0. Se discute su aplicación en la atención médica electrónica y su potencial para revolucionar la industria y salvar vidas (Tyagi, A. K., Fernandez, T. F., Mishra, S., & Kumari, S. 2020).

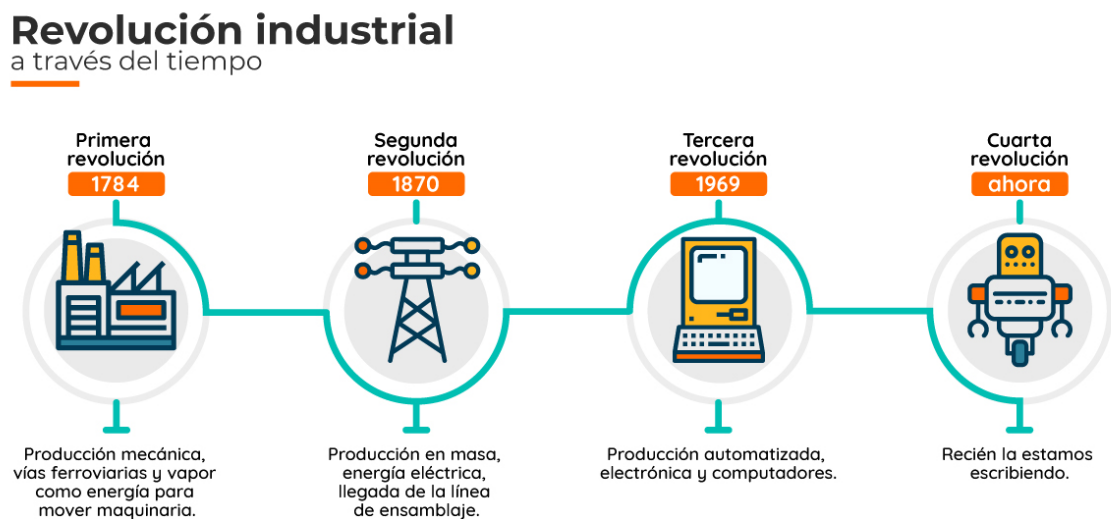
El concepto de Industria 4.0, también conocido como la cuarta revolución industrial, plantea un nuevo desafío en el desarrollo industrial, particularmente en países desarrollados que buscan la digitalización de procesos para mejorar la eficiencia, seguridad y calidad de productos. Se realizaron búsquedas de publicaciones entre 2016 y 2021, encontrando 30 referencias. Esta revisión resalta la necesidad de investigar la participación de la Industria 4.0 en la optimización de procesos productivos en el contexto colombiano (Paredes, N. 2021).

El estudio se enfoca en el establecimiento de un plan de implementación de tecnologías asociadas a la industria 4.0, tales como internet de las cosas, computación en la nube y analítica de datos para el proceso de tintorería de la empresa Encajes S.A. Colombia, tomando como punto de partida diferentes investigaciones en el ámbito académico que involucran el alcance de la cuarta revolución industrial en el sector de la manufactura (Valero, C. Casas, I. Fagua, L. Mendoza, P, 2021).

4.2. MARCO HISTÓRICO

A continuación, se muestra una figura la cual representa una línea del tiempo resumiendo los acontecimientos históricos más relevantes en la historia de la automatización.

Figura 2. Línea del tiempo de la historia de la automatización.



Fuente: (Valois, 2019).

Línea del tiempo que abarca 4 hitos importantes para la evolución de la automatización a lo largo de los años.

La automatización industrial, un proceso evolutivo que ha revolucionado la forma en que se producen bienes y servicios, se ha forjado a lo largo de los siglos en respuesta a la creciente necesidad de aumentar la eficiencia y la productividad en diversas industrias. Se explora detenidamente el desarrollo histórico de la automatización industrial, destacando hitos clave, tecnologías influyentes y desafíos significativos que han marcado su evolución.

El punto de partida de la automatización industrial se encuentra en la Revolución Industrial, un período que abarca desde finales del siglo XVIII hasta mediados del siglo XIX. En esta época, las fábricas experimentaron una transformación fundamental con la mecanización de procesos y la introducción de

maquinaria que reemplazó en gran medida la mano de obra humana y animal. Las innovaciones como el telar mecánico de Edmund Cartwright y la máquina de vapor de James Watt sentaron las bases para la automatización futura al permitir la producción en masa y la eficiencia en la manufactura (Automatización industrial 360, s.f.).

A medida que avanzaba el siglo XIX, la invención del telar Jacquard por parte del ingeniero francés Joseph-Marie Jacquard marcó un hito significativo en la automatización. Este dispositivo utilizaba tarjetas perforadas para controlar los patrones de tejido, lo que representó uno de los primeros ejemplos de programación de máquinas y sentó las bases para desarrollos posteriores en control automático (Agudelo N, Tano G, Vargas C, 2020).

Ya en el siglo XX, la electrónica comenzó a desempeñar un papel crucial en la automatización industrial. La introducción de sensores, relés y sistemas de control eléctrico permitió el monitoreo y la regulación de procesos de manera más precisa y eficiente (Agudelo N, Tano G, Vargas C, 2020).

Uno de los desarrollos más influyentes en la automatización industrial fue la invención del Controlador Lógico Programable (PLC). Estos dispositivos programables permitieron la automatización de procesos periódicos y secuenciales en una amplia gama de aplicaciones industriales. Los PLC se convirtieron en una parte fundamental de la infraestructura industrial y son ampliamente utilizados en la actualidad (Manufactura Latam, 2014).

La robótica industrial se convirtió en una parte integral de la automatización industrial a partir de la década de 1960. Los robots industriales, inicialmente diseñados para realizar tareas peligrosas y repetitivas en la manufactura, se han convertido en una fuerza impulsora detrás de la eficiencia y la calidad en diversos sectores industriales, incluyendo la automotriz, la electrónica y la industria alimentaria (Dickson, 2023).

Con el auge del Internet y las tecnologías de comunicación, la interconexión de sistemas y la comunicación a larga distancia se volvieron más accesibles. Esto llevó a la supervisión y el control remoto de sistemas industriales, permitiendo un nivel aún más alto de automatización y eficiencia (Rocketbot, 2022).

La Industria 4.0, o la cuarta revolución industrial, representa la fase más reciente de la automatización industrial. En esta etapa, la automatización se combina con tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT) y el análisis de datos para permitir una mayor eficiencia, personalización y flexibilidad en la producción industrial. Los sistemas se vuelven más autónomos y se adaptan a las demandas cambiantes del mercado (Rocketbot, 2022).

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo e investigación del proyecto, es necesario reconocer algunos de los conceptos que se implican en este:

Automatización: Se define como la aplicación de tecnologías, programa, robótica o procesos para lograr resultados con la mínima interacción de la mano de obra humana (IBM, s.f).

CAD: El diseño asistido por computadoras conocido por CAD por sus siglas en inglés (Computer Aided Desing), hace referencia al uso de computadoras para la creación, análisis y modificación de procesos de forma automatizada, generando así prototipos a diferentes escalas para la posterior producción o fabricación de estos (Siemens, s.f).

CAE: Ingeniería asistida por computadora o por ordenador, consiste en el uso y configuración de un software como herramienta para la solución, mejora e implementación de nuevas soluciones para los diferentes problemas de la ingeniería y la industria (Siemens, s.f).

CAM: Sus siglas en ingles significa (Computer Aided Manufacturing) o por sus en español (Manufactura asistida por computadora), consiste en el uso de aplicaciones de software de control numérico (NC), se utiliza para diseñar y manufacturar prototipos y piezas de distintos materiales y formas, funciona generando trayectorias de herramientas que dirijan las máquinas para convertir los diseños en piezas físicas (Siemens, s.f).

Cloud Computing: Se define al concepto como la oferta de servicio a través de la conectividad a gran escala de internet; esta da acceso a diferentes recursos de software de nivel internacional. Finalmente, el cloud computing ofrece tanto individuos como empresas la capacidad de una pool de recursos de computación de forma remota, de fácil acceso, seguro y bajo demanda, tales como servidores, almacenamiento de datos y soluciones de aplicaciones (Salesforce, s.f).

CRM: Customer Relationship Management, se describe como una tecnología y estrategia que ha evolucionado gracias a una combinación de prácticas, estrategias y tecnologías, en que las empresas utilizan para gestionar y analizar las interacciones y los datos en la gestión de clientes (Kumar, V., & Reinartz, W. 2018).

Electroneumática: Como bien dice su nombre se trata de, sistemas que integran la electricidad y la neumática, permitiendo así el uso de componentes eléctricos que puedan accionar mediante sistemas de aire comprimido, una serie de actuadores con el fin de realizar un proceso determinado (Maliza Paladines, G. L., & Feijoo Román, B. F. 2019).

ERP: ERP son las siglas en inglés de "planificación de recursos empresariales", sirve para hacerse cargo de distintas operaciones internas de una empresa, desde producción a distribución o incluso recursos humanos. Un paquete ERP automatiza los procesos empresariales, aumentando la productividad y reduciendo los costes (tic Portal, 2023).

Hardware: Se refiere a todos los componentes físicos de un ordenador (placa base, procesador, unidades de almacenamiento, entre otros), además es quien soporta y aloja el software o programas que proporcionan instrucciones a mencionado ordenador para así completar las tareas fijadas (Armetrics, 2022).

HMI: "Human Machine Interface", es la interfaz de usuario o panel de control que combina software y hardware para ayudar al operario a comunicarse entre sistemas y máquinas (Sicma21, 2021).

Industria 4.0: Hace referencia a la implicación de una nueva revolución que combina técnicas avanzadas de producción y operaciones tecnológicas inteligentes que se integran en organizaciones, personas y activos (Deloitte, s.f).

Internet de las cosas (IoT): Es un proceso que permite conectar elementos físicos cotidianos al internet: desde objetos domésticos comunes, como bombillas de luz, hasta los recursos para la atención de la salud, como los dispositivos médicos; estos dispositivos IoT suelen estar dentro de dos categorías: Interruptores (que son los

que envían instrucciones a un objetivo) o sensores (encargados de recopilar datos y enviarlos a otro lugar) (RedHat, 2023).

Manufactura: La manufactura es el resultado de convertir materias primas en un producto elaborado por medio de un proceso industrial. De ese modo se obtienen los bienes terminados, listos para su venta en los distintos mercados (Sánchez, G. 2021).

MES: Un sistema de ejecución de fabricación, o MES, es un sistema de software integral y dinámico que monitorea, rastrea, documenta y controla el proceso de fabricación de bienes desde la materia prima hasta los productos terminados (SAP, 2023).

PLC: Conocido como Computador Lógico Programable (PLC), es un equipo comúnmente usado por aquellas industrias que buscan dar un paso en la automatización de procesos, esta computadora tiene como finalidad que las máquinas conectadas en su entorno desarrollen de manera efectiva los sistemas que la componen, siendo así para que puedan desarrollar procesos periódicos de reiteración (GSL, 2021).

Proceso productivo: Contempla un conjunto de operaciones que una empresa debe realizar con el fin de ofrecer un buen, servicio o producto. Abarca la totalidad de procedimientos que permiten transformar un recurso, idea o materia prima en el resultado final que la empresa ofrece (Chapoñan Valdivieso, J. 2018).

Programación: En el contexto de la informática, la programación se define como, herramienta porque impulsa la innovación, mejora la eficiencia y resuelve problemas (como la automatización, el análisis de datos y el desarrollo de software), consistiendo en el proceso de escribir instrucciones precisas y detalladas en un lenguaje de programación, para que una computadora pueda realizar una tarea específica (Sulbarán, I. 2023).

Red: Se define como un conjunto de equipos conectados por medio de cables, señales, o cualquier otro método de transporte de datos, que comparten información (archivos), recursos (CD-ROM) y servicios (internet) (Gorgona, s.f).

Robótica: Se define como la ciencia que aglutina varias ramas tecnológicas, con el fin de diseñar máquinas robotizadas que sean capaces de realizar tareas automatizadas (Revista de robots, 2023).

SCADA: SCADA es un acrónimo formado por las primeras letras del término “Supervisión, Control y Adquisición de Datos”. Es una tecnología que permite a un usuario recopilar datos de una o más instalaciones distantes y/o enviar instrucciones de control limitadas a esas instalaciones (Aghenta, L. O., & Iqbal, M. T. 2019).

Sensor: Un sensor se define como un dispositivo que detecta el cambio en el entorno y responde a alguna salida en el otro sistema. Un sensor convierte un fenómeno físico en un voltaje analógico medible (o, a veces, una señal digital) convertido en una pantalla legible para humanos o transmitida para lectura o procesamiento adicional (Maloy, G. 2020).

Software: Conjunto de reglas o programas que dan instrucciones a un ordenador para la realización de tareas específicas (Arimerics, 2022).

Visión Artificial: Es un campo de la IA que permite que computadoras y los sistemas tengan información significativa de imágenes digitales, videos y otras entradas visuales, y tomen acciones o recomendaciones, basadas en esa información (IBM, s.f).

4.4. MARCO TEÓRICO

Con el fin de mejorar cada vez más los diferentes procesos de producción y hacerlos de esa forma, más eficiente, el ser humano durante décadas en evolución de dichos procesos, así la tecnología como solución trae consigo el descubrimiento y aplicación a un método autónomo de producción en masa, lo que daría llegada al concepto de automatización.

4.4.1. La automatización

La automatización industrial se refiere a la aplicación de tecnologías, sistemas y procesos diseñados para controlar y supervisar de manera autónoma las operaciones en entornos de producción y manufactura. Estos sistemas automatizados permiten la ejecución eficiente y precisa de tareas, reduciendo la intervención de mano de obra humana en actividades repetitivas y peligrosas, y mejorando la productividad, la calidad del producto y la eficiencia de la producción en la industria (Martínez, 2019).

Figura 3. Control de un proceso automatizado.



Fuente: (Delgado, R. 2023).

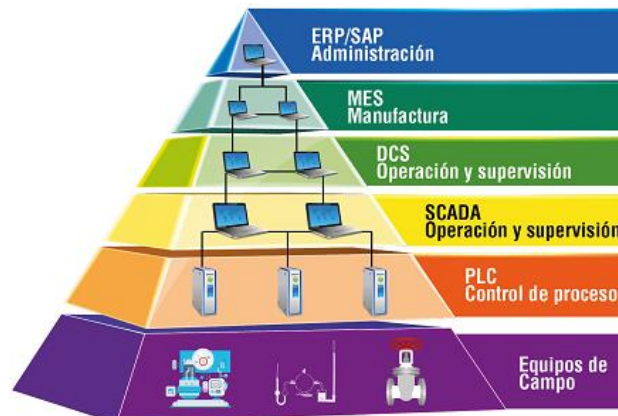
La automatización como una disciplina de la ingeniería, es más amplia que un mero sistema de control que abarcan la instrumentación industrial donde se incluyen los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos

industriales. Esto se lleva a cabo mediante el siguiente conjunto de técnicas: diseño (con ayuda del computador CAD), simulación (el diseño aplicado a la ingeniería CAE) y fabricación (desarrollo del producto aplicando el diseño y la ingeniería CAM (Groover, M. 1987).

4.4.1.1. Generalidades.

Con el objetivo de mejorar estos sistemas de producción, mediante la implementación de la automatización industrial, se establece un esquema jerárquico que divide el desarrollo productivo en cinco escalones (Los 5 Niveles de La Automatización Industrial, SEIKA Automation, s.f.). Este enfoque jerarquizado es esencial para comprender cómo la automatización industrial se integra en la estructura de producción y cómo puede contribuir a una gestión más eficiente de los procesos y recursos en el contexto de la Industria 4.0. Para que todo un sistema de automatización cumpla sus objetivos de forma óptima, se necesita de una organización bien estructurada, por ello a partir de la pirámide de la automatización se es capaz de entender mediante cada nivel el rol de todo un proceso que se llega a aplicar a nivel de una fábrica o industria.

Figura 4. Pirámide de la automatización.



Fuente: (Augusto, C. 2017).

El **primer nivel**, conocido como el nivel de campo, engloba aquellos elementos que interactúan directamente con los procesos industriales. Este nivel comprende actuadores y sensores que se encuentran ubicados en puntos específicos de una línea de producción, desempeñando un papel fundamental en la captura y ejecución de datos cruciales para el funcionamiento de la maquinaria (SMC, s.f).

El **segundo nivel**, denominado nivel de control, se dedica a supervisar y regular los procesos que ocurren en el nivel de campo. Un ejemplo destacado de esta categoría es el Controlador Lógico Programable (PLC), una tecnología ampliamente empleada en la industria que permite una gestión efectiva de múltiples tareas de automatización (SMC, s.f).

El **tercer nivel**, conocido como SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), tiene como tarea principal la supervisión y obtención de representaciones gráficas de los procesos industriales. Esto se logra mediante la comunicación con los controladores del nivel de control, que recopilan datos esenciales. Comúnmente, esta comunicación se facilita a través de protocolos como el "Objeto de Enlace y Embebido para el Control de Procesos" (OPC), que permite la interconexión de distintos softwares de aplicación (SMC, s.f).

El **cuarto nivel**, de integración y gestión, se enfoca en el control global de una planta de producción, en lugar de un proceso específico. Utilizando un sistema conocido como Sistema de Ejecución de Manufactura (MES), este nivel se encarga de coordinar y optimizar todos los procesos y recursos de la planta para lograr una producción eficiente y rentable (SMC, s.f).

Finalmente, el **quinto nivel**, conocido como ERP (Enterprise Resource Planning, o Planificación de Recursos Empresariales), opera como un software integral que abarca aspectos clave de la gestión empresarial. Esto incluye la contabilidad, la logística, la gestión de riesgos y proyectos, y la planificación de recursos de un sistema automatizado de producción (SMC, s.f).

4.4.1.2. Clasificación.

En la industria, la automatización puede clasificarse en fija, programable o flexible (Groover, M.P. 1987).

4.4.1.2.1. Automatización fija

En este tipo de automatización el objetivo se centra en la fabricación de un producto en concreto a volúmenes grandes durante un largo periodo de tiempo, debido a que su programación debe estar hecha para no sufrir ningún cambio durante el proceso de fabricación. En este nicho los sistemas suelen ser más económicos y efectivos, es decir, que en un inicio se opta por invertir un costo inicial

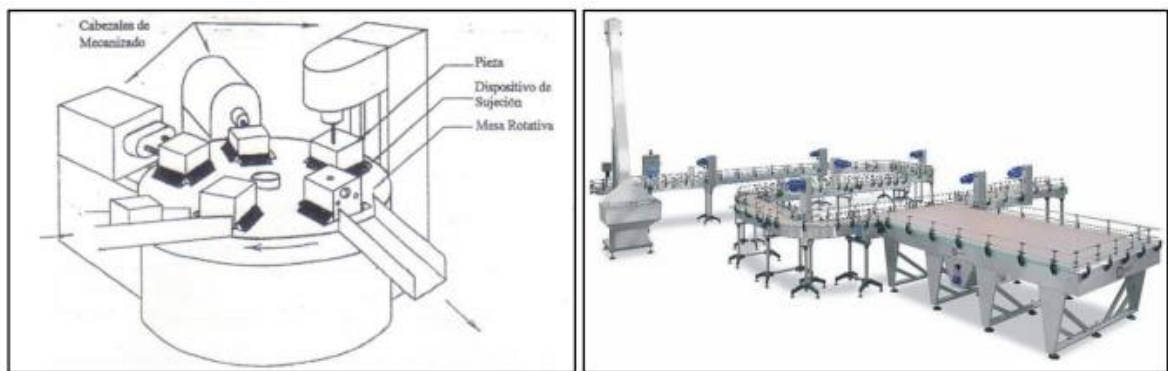
elevado para el equipo y que este tenga una configuración específica que referirá al proceso que realizará, y siendo así que al no sufrir cambios de ese punto en adelante el resto de los costos se mantendrán en un margen bajo (Neobotik, s.f).

En la industria algunas productoras como cervecera, bebidas, lácteos y automóviles son algunos de los ejemplos donde se suelen aplicar este tipo de automatización (Milenio, 2014).

Entre los sistemas de automatización fija se encuentran las líneas de mecanizado y las máquinas o líneas de transferencia. En las líneas de mecanizado el producto se mueve a lo largo de transportadores mecánicos, pero las estaciones de trabajo, que se encuentran a lo largo de los mismos, son operadas manualmente.

En las máquinas o líneas de transferencia, las partes se transportan automáticamente de una operación a la siguiente por medio de una mesa rotativa o de un transportador como se ve en las figuras 2a y 2b (Villada, O. & Hincapié, O. 2016).

Figura 5. Estaciones de trabajo en líneas de mecanizado.



A) Mesa rotativa.

B) con transportador Automático

Fuente: (Hoyos, H, 1995).

4.4.1.2.2. Automatización programable

En esta clasificación, hace uso de una programación por lotes, es decir, se destina a procesos de volúmenes de producción bajos, aun así, hay una gran

diversidad en la producción, por lo que al final los equipos están adaptados a las necesidades de cada tipología de pieza producida (SDI, s.f).

Las características que más representan a la programable se dan por la fuerte inversión del equipo, flexibilidad al momento de realizar cambios en la programación para pasar de un proceso a otro, y como se describe en un inicio la producción en masa y variable en los productos (Quinteros, Zurita, Zambrano & Manchay, 2020).

Mencionar la automatización programable, máquinas de control numérico, PLCs o robots industriales, son algunos ejemplos de aplican en la industria, para dichos procesos de bajo volumen y en gran diversidad (Domótica integrada, 2017).

Figura 6. Línea automatizada programada para cada tipo de producción.



Fuente: (Nexusintegra, 2023).

En estos procesos pueden actuar nuevos programas para producir nuevos productos, ya que el sistema es completamente flexible. se cuenta con la posibilidad de reconfigurar y ajustar el equipo tanto a nivel de software como de hardware, por lo que se es recomendable la aplicación de esta automatización en industrias con una producción baja, ya que al reprogramar una máquina para un nuevo proceso requiere de tiempos establecidos, motivo por el cual se suele aplicar en procesos de producción por lotes (Nexusintegra, 2023), como se describe al inicio.

4.4.1.2.3. Automatización flexible.

La automatización flexible se deriva de características presentes en las otras dos clasificaciones para aplicarlo a un proceso de automatización que permite obtener en buen tiempo diversidad de productos (Quinteros, Zurita, Zambrano & Manchay, 2020) es decir, permite configurar una máquina para adaptarse a un nuevo producto en poco tiempo. De esta manera, prácticamente no se pierde tiempo en el cambio de configuración de un artículo a otro, como con este tipo de automatización no se pierde el tiempo en reprogramar el sistema ni en alterar la configuración física de las máquinas, no hace falta que se lleven a cabo los productos en lotes separados (Nexusintegra, 2023).

Se basa principalmente en el uso de robots industriales, que son capaces de cambiar rápidamente el tipo de producción; esto permite que en la automatización flexible las máquinas permitan variación en sus rangos sin afectar los costos de conversión, y con la implementación de robots, presentan mayor beneficio como lo pueden ser en calidad y estabilidad en el proceso, tiempo de producción, energía, uso de materia prima (B2B Industry, 2020).

Figura 7. Depósito de Intersurgical en Lituania, que presenta un mayor volumen de producción, con la aplicación de la automatización flexible.



Fuente: (Mecalux, 2021).

4.4.1.3. Elementos en el entorno.

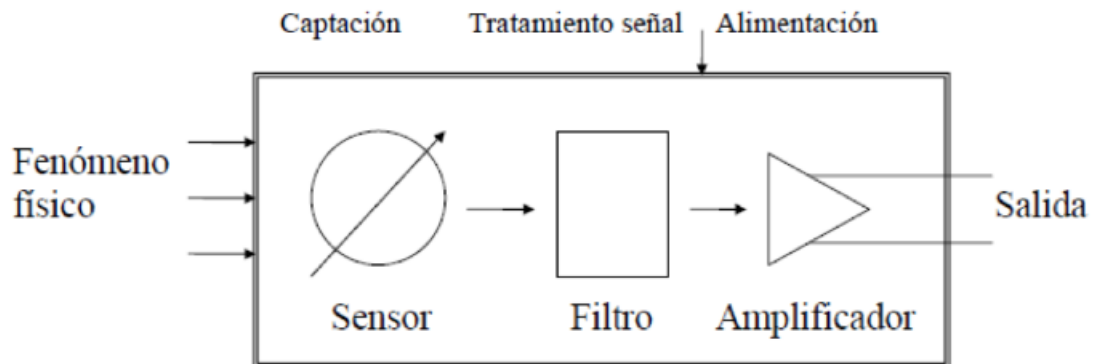
En los procesos de automatización, como se ha indicado anteriormente, se emplean máquinas capaces de llevar a cabo tareas específicas de manera autónoma. Sin embargo, para que estas máquinas puedan funcionar, requieren información y herramientas adecuadas. Por lo tanto, en este entorno es esencial el uso de sensores y actuadores que faciliten la identificación, monitoreo y ejecución de tareas, permitiendo así la finalización exitosa de las mismas.

4.4.1.3.1. Sensores

Dispositivo que tiene la capacidad de medir magnitudes físicas, que generalmente no tienen por qué ser eléctricas, siendo así el uso de los transductores.

Al hablar de un transductor, refiere a convertir señales no eléctricas a señales eléctricas, y así siendo necesario un acondicionamiento, filtrado y amplificación de la señal para poder recibir valores de salida deseados para la medición.

Figura 8. Esquema que representa como mediante un sensor se puede recibir una señal física y acondicionarla para sacar una señal eléctrica, y poder ver un valor representado deseado.

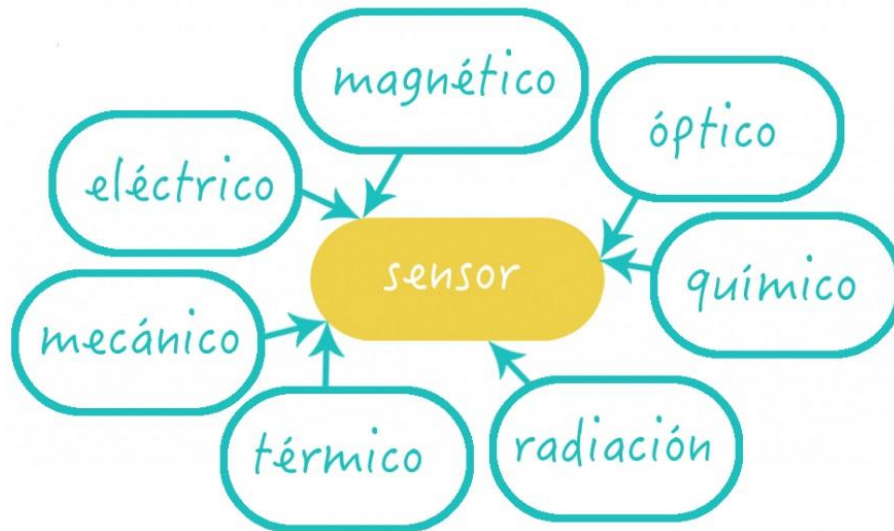


Fuente: (Brunete, A. Segundo, P. & Herrero, R. (2020).

4.4.1.3.1.1. Clasificación de los sensores.

Los sensores se pueden clasificar de acuerdo con diferentes criterios, ya sea la naturaleza de la variable de salida (análoga y digital), tipo de variable que se tiene a la salida (resistivos, capacitivos e inductivos) o por la variable que miden (temperatura, presión, humedad, distancia, etc.) (Weebly, s.f.).

Figura 9. Clasificación de los sensores.



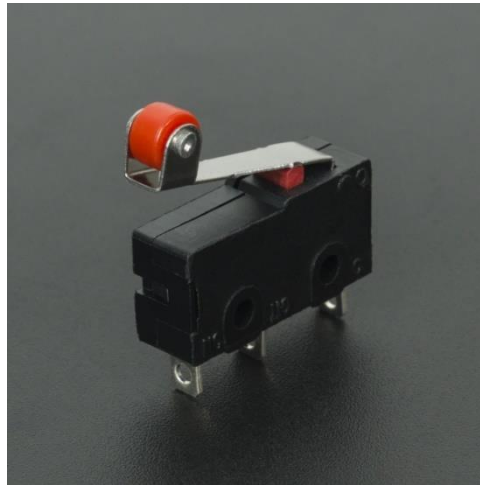
Fuente: (PrototipadoLab, 2018).

A continuación, se detallan los algunos tipos de sensores industriales, categorizados según su variable física de medición.

Interruptores de acción mecánica. Sensores que se activan mediante la acción por contacto y fuerza necesaria para recibir la señal, algunas de sus aplicaciones son los finales de carrera, que controlan el avance mecánico de algunas máquinas y robots.

Estos sensores se usan generalmente para desconectar, límites de carrera, el avance de bancadas en máquinas o herramientas como fresadoras, así como limitar el avance de los portaherramientas de los tornos, en montacargas, ascensores, entre muchos otros (Canto, C. 2023).

Figura 10. Sensor final de carrera, encontrado en un catálogo de venta de componentes electrónicos.

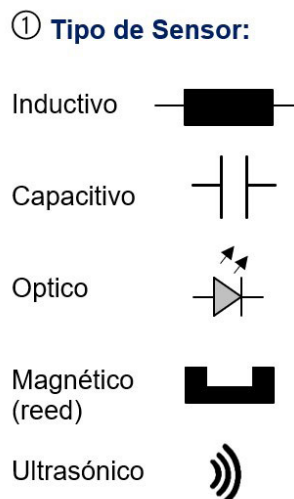


Fuente: (Vistrónica, s.f).

Las ventajas que se tienen en los interruptores de acción mecánica que se es posible de instalar en cualquier lugar que se requiera un posible contacto físico, en condiciones ambientales donde no rendirían bien ya sea un sensor óptico o inductivo (Canto, C. 2023).

Sensores de proximidad sin contacto: Se refiere a aquellos sensores capaces de detectar diversos objetos sin la necesidad de entrar en contacto con ellos, estos sensores se dividen en sensores inductivos, capacitivos y ultrasónicos.

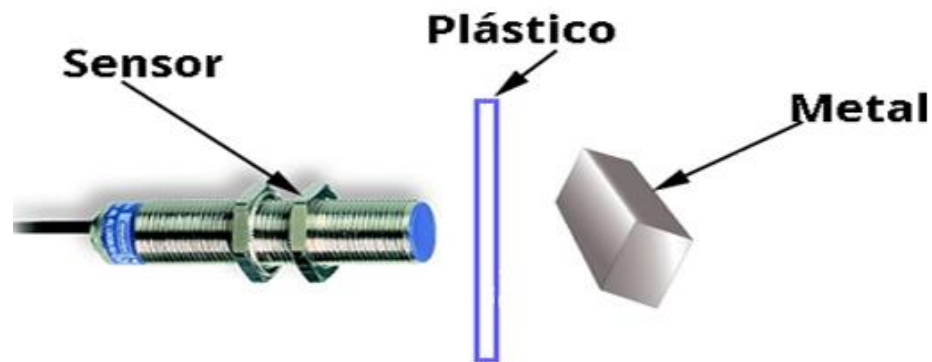
Figura 11. Simbología de los sensores de proximidad.



Fuente: (QB Profe, 2021).

Inductivos: Son capaces de la detección de materiales conductores sin necesidad de contacto físico que, mediante el campo magnético generado por algunos metales y semiconductores junto con la bobina del sensor para detectar así su presencia, por ende, pueden de detectar materiales tales como el acero, níquel, hierro colado, cobre, aluminio y latón (Rechner sensors, 2020).

Figura 12. Representación física y explicativa del funcionamiento de un sensor inductivo.



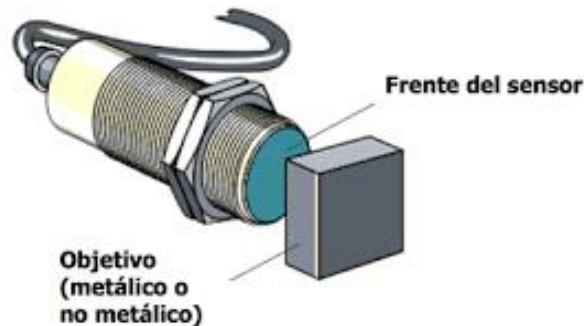
Fuente: (Ingeniería Mecafenix, 2022).

Se caracterizan por el hecho de que, al no ser de contacto, no van a desgastarse, presentan gran exactitud de conmutación y frecuencias de conmutación elevadas e insensibles frente a la suciedad, vibraciones, sacudidas y cortocircuitos (Rechner sensors, 2020).

Capacitivos: Se basan en la interacción producida entre el objeto y el campo electromagnético generado por el sensor, estos tienen un funcionamiento similar a los inductivos, solo que en vez de una bobina poseen un condensador (Ingeniería mecafenix, 2022).

Se destacan por su capacidad de detectar diferentes materiales en función de su constante dieléctrica, gracias al principio de un condensador de placas ideal. Cuando se trabaja con líquidos o material a granel, los sensores capacitivos ayudan a detectar niveles y proporcionan una visión general del proceso de producción en cualquier momento. La detección también es posible a través de materiales no metálicos y paredes de contenedores (QB Profe, 2021).

Figura 13. Demostración explicativa de un sensor capacitivo.



Fuente: (Antech Ingeniería, s.f.).

Para fines de detección, tales como conteo de botellas, cajas, paquetes o piezas, el sensor capacitivo dotado de ajuste de sensibilidad "T" es extremadamente versátil, resolviendo problemas de automatización, de difícil solución con sistemas convencionales (WEG, 2023). En una de sus aplicaciones se puede encontrar por ejemplo una estación de "Sorting" usado por Festo para uso didáctico, que tiene por objetivo la clasificación de piezas.

Ultrasónicos: Estos sensores consisten en señales sonoras que, mediante un elemento emisor y otro receptor mediante la transmisión por el aire logran determinar no solo la presencia de un objeto sino también la distancia a la que están (Dempro, 2022).

Entonces, entendiendo esta clase de sensores ¿cuáles son las razones de escoger un sensor ultrasónico? En las aplicaciones industriales, los sensores ultrasónicos se caracterizan por su fiabilidad y excepcional versatilidad. Los sensores ultrasónicos se pueden utilizar para realizar incluso las tareas más complejas relacionadas con la detección de objetos o mediciones de nivel con una precisión milimétrica, ya que su método de medición es fiable en casi todo tipo de condiciones (Dempro, 2022).

Figura 14. Representación física de un ultrasónico de distancia, extraído de un catálogo de venta de componentes.



Fuente: (Grainger, s.f.).

Así que, su provecho en la industria siempre será necesario, sobre todo en el desarrollo de procesos automatizados. Pueden ser usados en etiquetas para alimentos, embotellamiento, en puertas automáticas, administración de materiales, nivel de llenado, vidrio, plástico entre otros (Industrias GSL, 2021).

Sensores de Posición. Aquellos sensores destinados a detectar la posición física y/o velocidad de un objeto en un determinado momento, que posteriormente trasmite una información hacia un ordenador para el control de un sistema (Posital, s.f.).

Los sensores de posición se suelen encontrar en motores o instrumentos a implementar, algunos ejemplos son las articulaciones robóticas, máquinas de CNC y tornos (MecatrónicaLATAM, 2021).

Figura 15. Ejemplo de un sensor magnético, que detecta mediante la atracción o repulsión de polos magnéticos.



Fuente: (WEG, 2023).

Así que, gracias a su facilidad de montaje y a sus múltiples aplicaciones en el sector industrial, se llegan a encontrar en sectores como: la industria alimentaria, tecnología de envasado, construcción de maquinaria e instalaciones industriales, producción de papel y en la industria del plástico (Automation24, 2023).

4.4.1.3.2. Actuadores

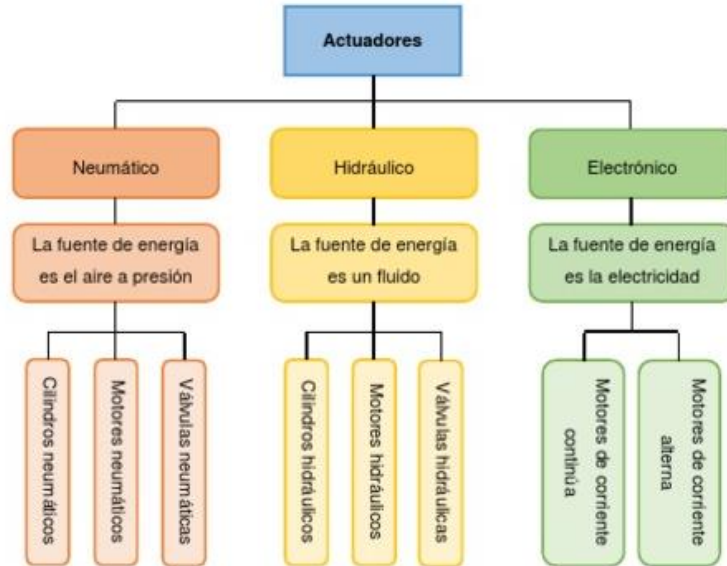
Estos trabajan convirtiendo la energía en movimientos lineales rectos para empujar o tirar, en rotativos para movimientos oscilatorios y se utilizan generalmente en válvulas, como las de mariposa o de bola (Perera, A, 2020).

Utilizados generalmente en las aplicaciones industriales y de manufactura. Dispositivos como válvulas, motores, interruptores y bombas dependen ampliamente de ellos. Cada tipo de actuador cuenta con distintas versiones y encontrándose en diferentes tamaños, estilos y modos de operación, de acuerdo con cada aplicación en específico (Especificicar, 2021).

4.4.1.3.2.1. Clasificación de actuadores

Los actuadores son los que constituyen la interfaz entre señales de control del dispositivo y el mismo proceso industrial, en esto se distinguen 3 tipos de actuadores, de tipo neumático, hidráulico y eléctrico (Brunete, A. Segundo, P. & Herrero, R, 2020).

Figura 16. Clasificación de los actuadores.



Fuente: (Scribd, 2018).

Actuadores neumáticos. Convierten la energía proporcionada por aire comprimido en trabajo mecánico, uno de los actuadores neumáticos más usados en la industria son los cilindros neumáticos, que en su caso representan movimientos lineales, ya sea un cilindro de simple efecto, que cuenta con una entrada para realizar una carrera en un sentido de trabajo, y los de doble efecto, que, con dos entradas son capaces de producir carreras de entrada y salida (Escalera, T. Rodríguez, A. s.f.).

Caracterizados principalmente por el fácil almacenamiento y transporte de la potencia mecánica, el hecho de que el fluido con el que se trabaja al ser compresible limita la calidad en los movimientos del actuador, y al tratarse de aire, no se necesita de un circuito de retorno por lo que la salida puede expulsarse al aire directamente (Brunete, A. Segundo, P. & Herrero, R, 2020).

Figura 17. Representación física de los actuadores neumáticos.

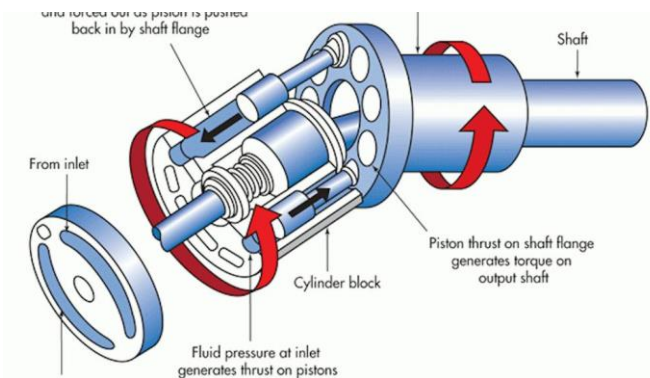


Fuente: (LiTeM, 2023).

Actuadores hidráulicos. A partir de la presión de un fluido, convierten esta energía generada en movimiento mecánico, en uso de potencias elevadas, un ejemplo son los motores hidráulicos, grúas y excavadoras (Brunete, A. Segundo, P. & Herrero, R, 2020).

Para su funcionamiento, estos fluidos suelen ser generalmente un tipo de aceite, el cual se encuentra en todo sistema, de forma herméticamente sellado, dando seguridad y eficacia a modo que no permita, el derrame del fluido contenido, que pueda concurrir en un riesgo y así tener mayor exactitud, y desempeño a bajas velocidades y mayor fuerza que lo que haría un actuador neumático. Por otra parte, los actuadores hidráulicos, suelen requerir bastante equipo para el suministro de energía, por lo que han de ser mantenidos en periodos recurrentes (Delgado, A. s.f.).

Figura 18. Composición mecánica de un motor hidráulico.



Fuente: (Powermotiontech, 2023).

Actuadores eléctricos. Mediante energía eléctrica, accionan cualquier dispositivo que aplaque fuerza, los cuales se encargan de almacenar información para transmitirla a un sistema de control, que se ocupa de hacer una conexión o desconexión. Un ejemplo muy comúnmente usado en el campo son los relés eléctricos (Brunete, A. Segundo, P. & Herrero, R, 2020).

Se suelen utilizar en la industria, como la automotriz para el transporte de vehículos sin necesidad de un operador, dispensadores y una selección en procedimientos de unión: Pegado, soldado y remachado (Norgen, 2022).

Figura 19. Relevé eléctrico (Relé).



Fuente: (Keen Control SAS, s.f.).

4.4.1.3.3. Controladores.

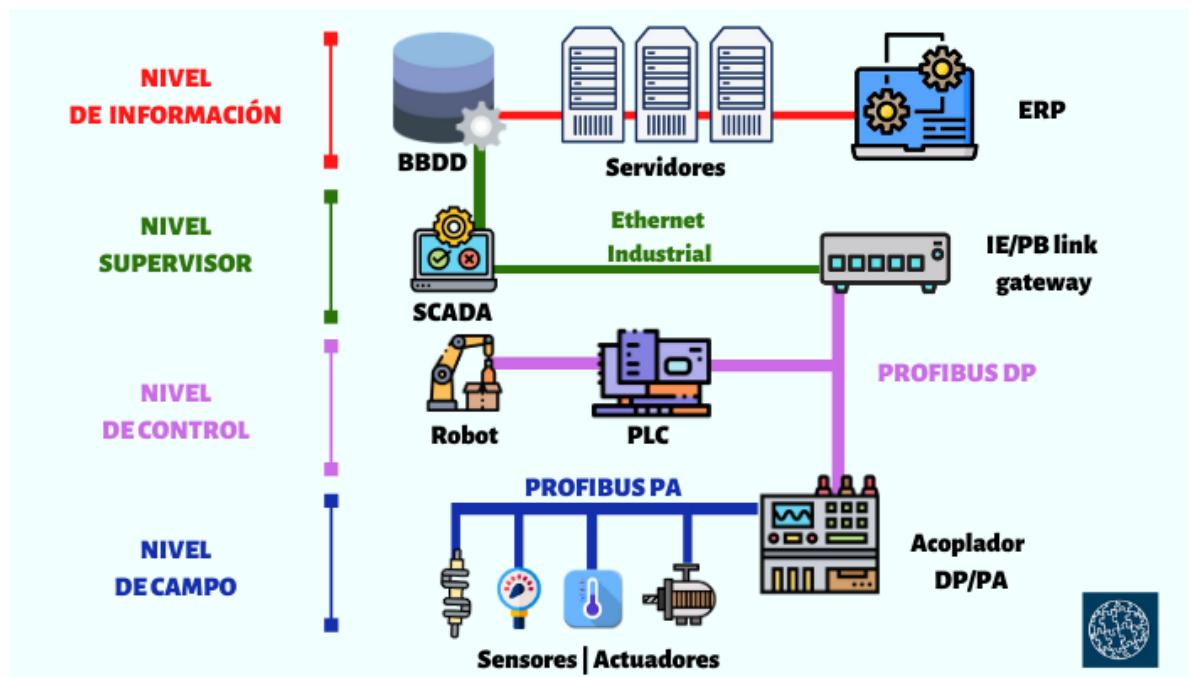
Los controladores como parte fundamental en la automatización se hacen cargo de las instrucciones hacia los elementos de entorno de un proceso, estos además son capaces de recibir y mostrar información relevante de cada proceso por lo que permite conocer la máquina, esto permite el poder optimizar la productividad y reducir el riesgo de fallos, todo de manera autónoma (SDI, s.f.).

4.4.1.3.3.1. Clasificación de controladores.

Según el proceso industrial, el sistema será más o menos complejo, por lo que al momento de controlar cientos de elementos conectados que dispongas los

sistemas, un controlador u otro será la elección que determine como llevar a cabo el seguimiento de estos. En la industria existen 3 tipos de controladores (ACD, 2020).

Figura 20. Jerarquía del controlador en la automatización.



Fuente: (Sicma21, 2021).

Controlador lógico programable (PLC). El PLC comenzó siendo un reemplazo en la lógica de usos de relés en la industria automotriz, posteriormente su lógica es más amplia abarcando varios lenguajes de programación y actualmente es el más usado en la industria por su gran diversidad en controlar un gran número de procesos, de diferentes tamaños y tipología (SDI,s.f).

Figura 21. Ejemplo de un controlador PLC en la industria.



Fuente: (Mecalux, 2023).

Es capaz de procesar a través de la información recibida en tiempo real los datos que este extrae para enviar información a los equipos de manutención, como por ejemplo en una línea, un transportador al trasladar una estiba hasta un elevador, pues el sensor de campo al detectar la llegada de dicha estiba, le envía información al PLC para decirle que llegó al punto de cambio a un elevador, por lo que le ordenará al sistema traspasarlo al siguiente nivel de forma automatizada (Mecalux, 2023).

Sistemas de control distribuido (DCS). Se desarrollaron para actuar como sistemas de control de procesos, como refinerías de petróleo y tratamiento de agua. Los DCS están enfocados especialmente en las pantallas de interfaz y sistemas de configuración de ingeniería, es decir, que se permite programar de manera coordinada (Universidad Profinet, s.f.).

Figura 22. Controlador DCS en la industria.

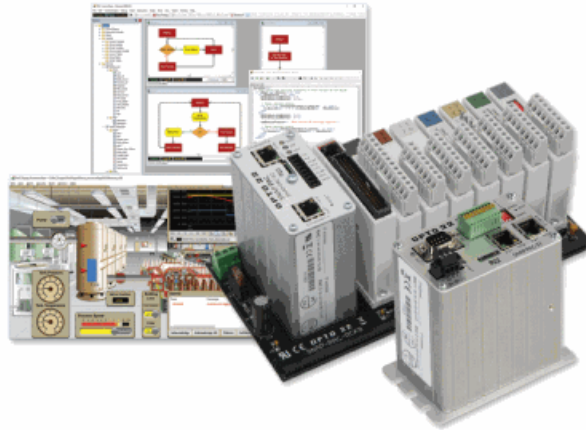


Fuente: (Sensoricx, s.f.).

Los primero DCS data de 1975, los cuales eran capaces de controlar procesos de hasta 5000 señales, esto gracias a que se caracterizan por la flexibilidad de extensión y ampliación en las capacidades del sistema, además de que los procesadores tienen capacidad de auto revisión y finalmente el ser adaptables y rentables en la industria (Villajulca, J.C. 2011).

Controladores programables de automatización (PAC). Tienen mucho en similitud con los PLC y DCS, pero lo que lo diferencia con respecto a los otros dos es que estas se asemejan más a computadores de escritorio y que en el entorno industrial son más robustos para soportar las condiciones de uso en una planta, por su alta resistencia y gran funcionalidad que este controlador provee (Universidad Profinet, s.f.).

Figura 23. Controlador PAC en la industria.



Fuente: (IC22, s.f.).

Esta combina la fiabilidad de control de un PLC junto a la flexibilidad de monitorización, cálculo y desempeño de un computador industrial; tienen una arquitectura abierta e incorporan diseño modular. Esto ayuda a una variedad de dispositivos, redes y sistemas a comunicarse y operar entre sí. Los PAC se utilizan para comunicar, monitorear y controlar equipos a través de múltiples redes y dispositivos. Esto es posible porque utilizan protocolos estándar y tecnologías de red como Ethernet, OLE para control de procesos (OPC) y lenguaje de consulta estructurado (SQL). Son particularmente útiles para sistemas con un alto porcentaje de I/O analógicas (IC22, s.f.).

4.4.1.4. Programación.

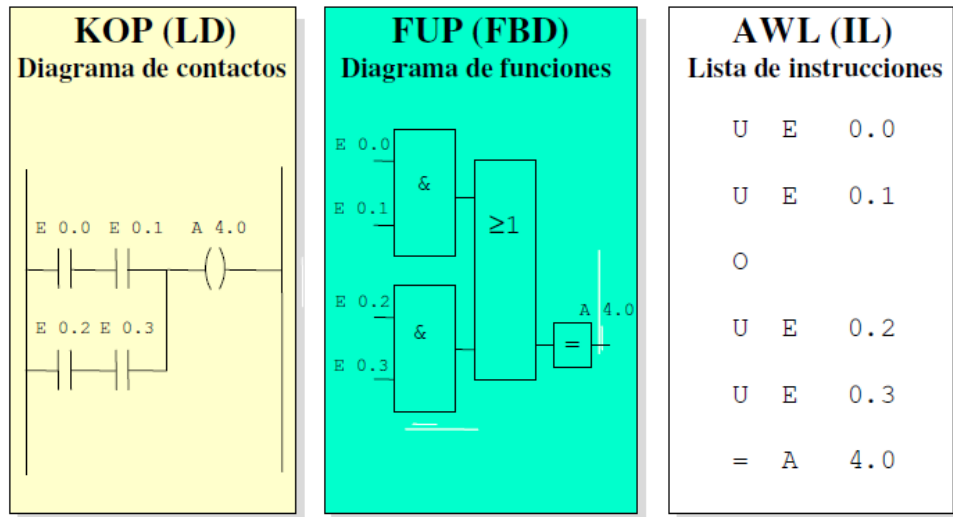
En la automatización la programación es importante, se trata de las instrucciones que se le dan a las maquinas, con el fin de realizar los procesos industriales de la mejor forma.

4.4.1.4.1. Lenguajes de programación de bajo nivel.

Es la programación utilizada para dar instrucciones mediante código escrito, usado especialmente en áreas de electrónica e informática.

Lista de instrucciones (IL): Un lenguaje que permite programar mediante código estructurado y compacto, que, desde cualquier otro lenguaje, al final también podrán ser convertido a una lista de instrucciones, pero no a la inversa.

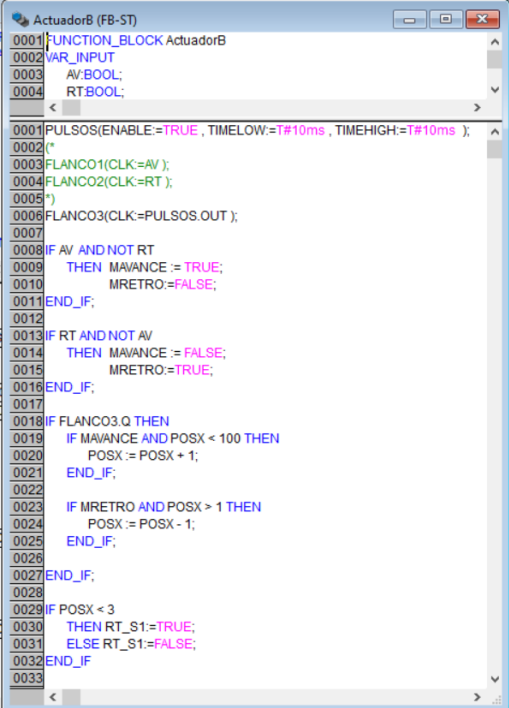
Figura 24. Programación en Lista de Instrucciones (IL) y comparativa con LD y FBD.



Fuente: (ProfeJCBG, 2020).

Texto estructurado (ST): Se dan instrucciones concretas al sistema dentro del entorno, programado mediante el uso de mayúsculas y minúsculas, y soportando instrucciones de tipo aritmético y ciclos de iteración.

Figura 25. Ejemplo de programación en texto estructurado (ST).



```
0001 FUNCTION_BLOCK ActuadorB
0002 VAR_INPUT
0003   AV:BOOL;
0004   RT:BOOL;
0005
0006 PULSOS(ENABLE:=TRUE, TIMELOW:=T#10ms, TIMEHIGH:=T#10ms );
0007 (*
0008   FLANCO1(CLK=AV);
0009   FLANCO2(CLK=RT);
0010 *)
0011 FLANCO3(CLK=PULSOS.OUT);
0012
0013 IF AV AND NOT RT
0014   THEN MAVANCE := TRUE;
0015   MRETRO:=FALSE;
0016 END_IF;
0017
0018 IF RT AND NOT AV
0019   THEN MAVANCE := FALSE;
0020   MRETRO:=TRUE;
0021 END_IF;
0022
0023 IF FLANCO3.Q THEN
0024   IF MAVANCE AND POSX < 100 THEN
0025     POSX := POSX + 1;
0026   END_IF;
0027
0028   IF MRETRO AND POSX > 1 THEN
0029     POSX := POSX - 1;
0030   END_IF;
0031 END_IF;
0032
0033 IF POSX < 3
0034   THEN RT_S1:=TRUE;
0035   ELSE RT_S1:=FALSE;
0036 END_IF
0037
```

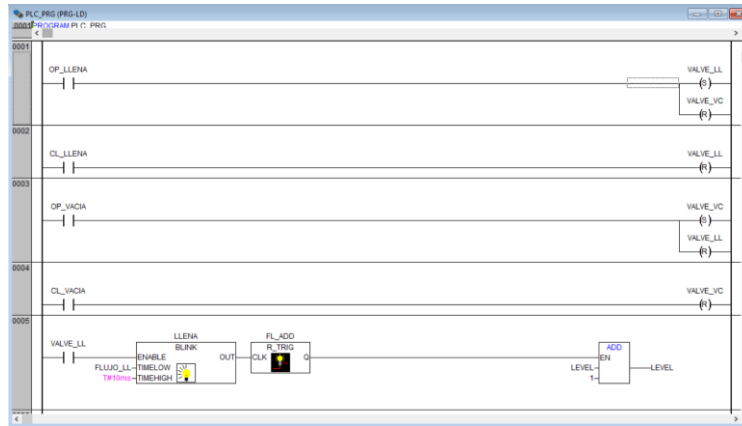
Fuente: Propia de los autores.

4.4.1.4.2. Lenguajes de programación de alto nivel.

Refiere a toda programación visual, es decir que mediante gráficos se pueda apreciar la lógica y que además se puedan crear esquemáticos y diagramas para ver y captar información de un sistema.

Escalera o Ladder (LD): Una programación en forma de escalera que línea por línea se van indicando instrucciones de entrada a salida del proceso.

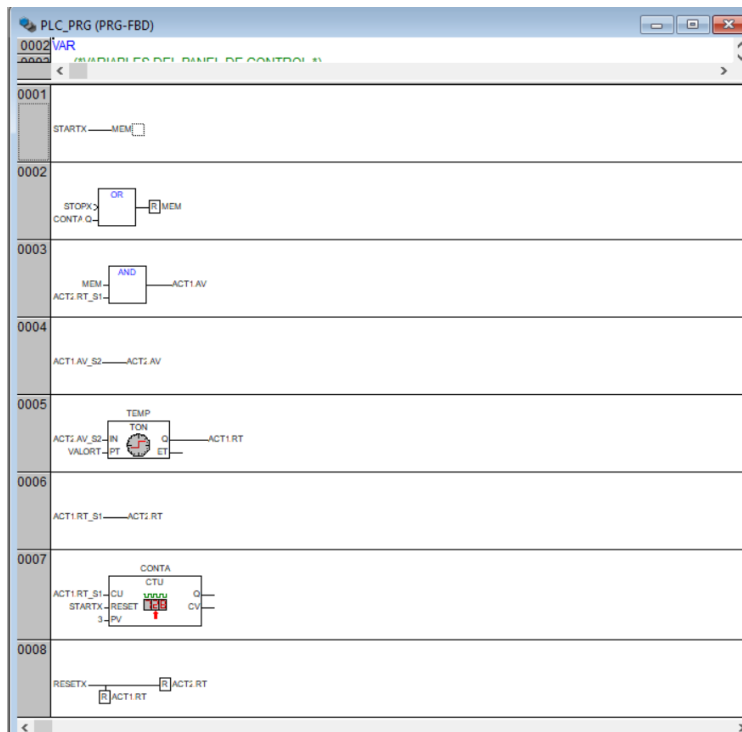
Figura 26. Ejemplo de programación en escalera.



Fuente: Propia de los autores.

Diagrama de bloques funcionales (FBD): Hace uso de diagramas lógicos programados en forma de escalera similar a la programación Ladder, línea a línea.

Figura 27. Ejemplo de programación de bloques funcionales.

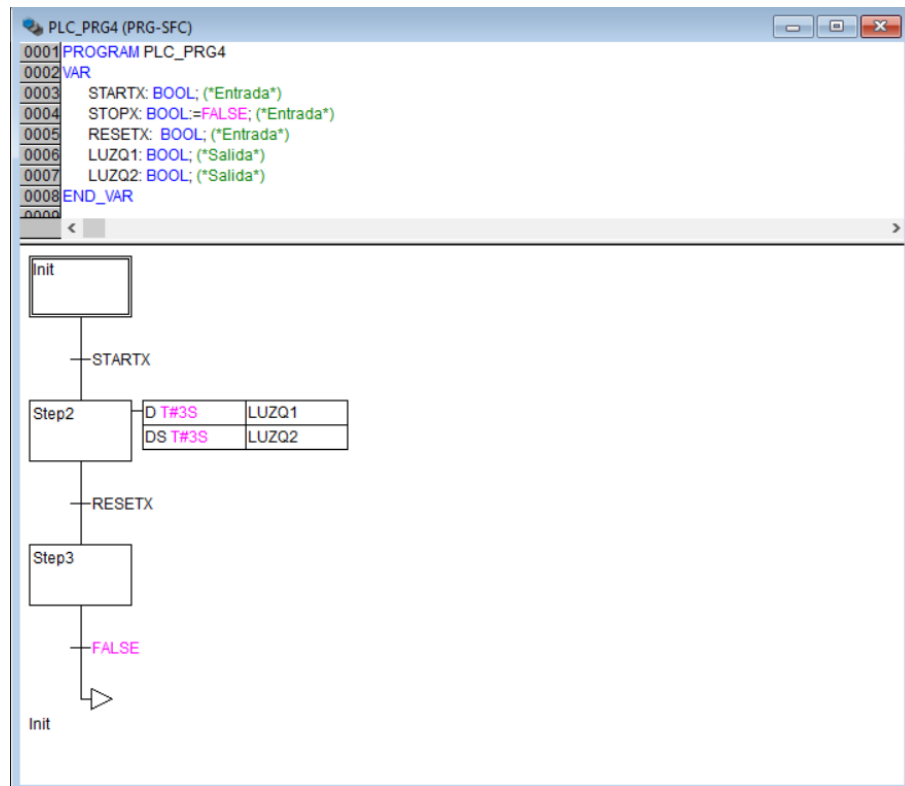


Fuente: Propia de los autores.

Diagrama de bloques algorítmicos (SFC y CFC): Mediante diagrama de bloques, se programan las instrucciones y pasos a seguir de una secuencia.

SFC: El diagrama funcional secuencial (SFC) es un lenguaje orientado gráficamente que describe el orden cronológico de acciones concretas en un programa. Estas acciones están disponibles como objetos de programación independientes, y están escritas en cualquier lenguaje de programación disponible. En SFC, esas acciones se asignan a elementos de paso y los elementos de transición controlan la secuencia de procesamiento (Schneider Electric, 2019).

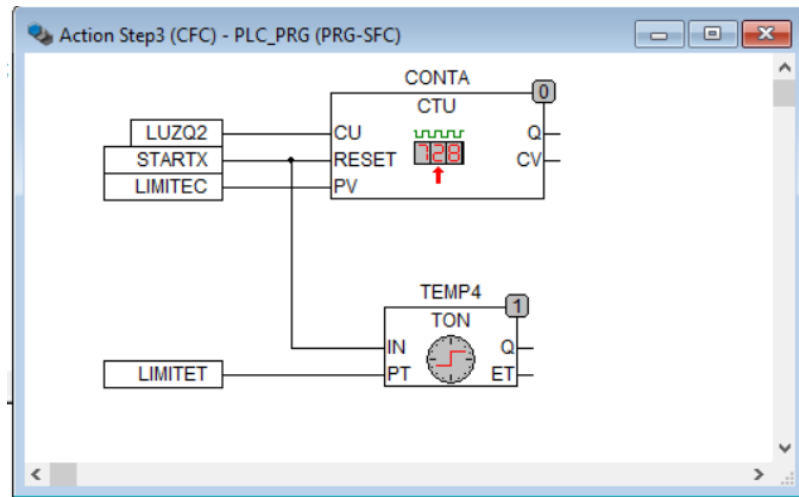
Figura 28. Ejemplo de Programación en SFC.



Fuente: Propia de los autores.

CFC: Es un lenguaje de programación gráfico basado en el lenguaje de diagrama de bloques de funciones (FBD). Sin embargo, en contraposición al lenguaje de FBD, no hay redes. CFC permite colocar libremente los elementos gráficos, lo que a su vez permite que haya lazos de realimentación (Schneider Electric, 2019).

Figura 29. Ejemplo de programa en CFC.



Fuente: Propia de los autores.

4.4.2. La producción.

La automatización industrial ha tenido un impacto significativo en la producción, mejorando la eficiencia, la calidad y la seguridad. Los sistemas automatizados pueden realizar tareas repetitivas de manera más rápida y precisa que los humanos, lo que puede conducir a un aumento de la productividad. Además, los sistemas automatizados pueden ayudar a garantizar que los productos se fabriquen con las mismas especificaciones cada vez, lo que puede mejorar la calidad. Por último, los sistemas automatizados pueden ayudar a eliminar los riesgos asociados con las tareas peligrosas, lo que puede mejorar la seguridad (Instrumentation & Control Systems, s.f).

4.4.2.1. Generalidades.

Un sistema de producción se concibe como un conjunto meticulosamente organizado de actividades interconectadas y coordinadas con el propósito principal de transformar materias primas y recursos en productos terminados. Desde una perspectiva industrial, un sistema de producción abarca todos los procesos involucrados en la conversión de materias primas en productos finales,

ejemplificado, en la manufactura de un chasis destinado a la producción de un vehículo automotor (Carro Paz & González Gómez, 2012).

Figura 30. Producción de envases de la empresa TME junto con Festo.



Fuente: (Festo, 2023).

Este enfoque integral asegura una gestión eficiente de los recursos, el control de calidad y la optimización de los procesos en la cadena de producción. Dentro de un sistema de producción, cada etapa está intrincadamente interconectada, lo que facilita una transición sin inconvenientes de una fase a otra, garantizando la eficiencia y la entrega de productos de alta calidad. La coordinación y sincronización de las actividades en un sistema de producción son de importancia crítica para lograr una operación eficaz y satisfacer las necesidades del mercado de manera efectiva (Quiroa, 2020).

El dominio en la producción industrial es necesario de cara a la planificación y optimización de procesos. Si bien en algunos casos las circunstancias de mercado no hacen posible esta elección, siempre es conveniente ampliar la perspectiva mediante la formación necesaria para poder adquirir una visión global más completa que resultará decisiva en la toma de decisiones (EAE, 2023), que junto a la automatización repercutirán en aspectos tales como:

Eficiencia y Productividad. Mejorar la eficiencia y la productividad de los procesos de producción. Gracias a los sistemas automatizados, estos pueden trabajar las 24 horas del día, los 7 días de la semana, sin pausas ni errores

humanos, lo que se traduce en una mayor producción en menos tiempo (Carro Paz & González Gómez, 2012).

Reducción de Costos. La automatización puede llevar a una significativa reducción de costos a largo plazo. Aunque la inversión inicial en sistemas automatizados puede ser alta, a menudo se amortiza a través de la reducción de costos laborales, la disminución de los desperdicios de material y la eficiencia energética (McKinsey & Company, 2022).

Mejora de la Calidad. La automatización industrial permite un control preciso y constante de los procesos de producción. Esto conduce a una mejora en la calidad de los productos, ya que se minimizan los errores humanos y se mantienen los estándares de calidad de manera consistente (Universidad de Stanford, 2023).

Flexibilidad. La automatización no solo se trata de sustituir la mano de obra, sino también de permitir una mayor flexibilidad en la producción. Los sistemas automatizados pueden adaptarse rápidamente a cambios en la demanda del mercado y producir diferentes productos sin necesidad de cambiar drásticamente las líneas de producción (Foro Económico Mundial, 2023).

Integración de Sistemas. En la automatización industrial, la producción se optimiza mediante la interconexión de sistemas, como sensores, controladores y software de gestión. Esto permite la recopilación de datos en tiempo real para tomar decisiones informadas y optimizar la producción. La integración de sistemas se basa en una serie de tecnologías, como la Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático. Estas tecnologías permiten a las empresas recopilar, analizar y actuar sobre los datos de producción de manera más eficiente, además la integración de sistemas puede ayudar a las empresas a mejorar la seguridad de los trabajadores. Al automatizar tareas peligrosas o repetitivas, las empresas pueden reducir el riesgo de accidentes laborales (Rockwell Automation, 2023).

Seguridad. La automatización industrial también tiene en cuenta la seguridad de los trabajadores. Los robots y sistemas automatizados pueden realizar tareas peligrosas o monótonas, reduciendo el riesgo de accidentes laborales (Organización Internacional del Trabajo, 2023).

Tecnologías Emergentes. La producción en la automatización industrial se beneficia de tecnologías emergentes como la Internet de las cosas (IoT), la

inteligencia artificial, la realidad aumentada y la nube. Estas tecnologías permiten un mayor control y análisis de los procesos de producción (McKinsey & Company, 2022).

Formación y Capacitación. La producción en un entorno de automatización industrial requiere trabajadores con habilidades especializadas en tecnología. Esto destaca la importancia de la formación y la capacitación continua de los empleados para operar y mantener los sistemas automatizados (Carro Paz & González Gómez, 2012).

Impacto Social y Económico. La producción automatizada puede tener un impacto significativo en la economía y la sociedad, al influir en la disponibilidad de empleos, la competitividad de las empresas y la calidad de vida de los trabajadores (Carro Paz & González Gómez, 2012).

4.4.2.2. Clasificación

La producción al ser una transformación de materia prima en productos, existen diversas formas de llegar de un punto al otro, por lo que existen 4 tipos de producción en la industria, siendo por lotes, por flujo continuo, por trabajo y por producción en masa (Mitsubishi ASX, 2023).

Figura 31. Diagrama de la clasificación de la producción.



Fuente: Propia de los autores.

A continuación, se detallan los 4 procesos más usados en la producción industrial.

Producción por lotes.

Donde se utiliza para fabricar una cantidad baja de productos similares, trabajando así con plantillas o modelos para acelerar la producción (SimpliRoute, 2022).

En este tipo de producción, los artículos no pasan a la siguiente fase de valor añadido hasta que todos los demás productos del lote hayan pasado por el anterior. Para maximizar la eficiencia, tiene sentido alinear el número de artículos por lote entre los diferentes pasos. Por esta razón, es habitual que los fabricantes de lotes utilicen muchos equipos de máquinas y que los trabajadores intervengan sobre todo al principio y al final del proceso, y para el control de calidad (Lauri, K. 2022).

Figura 32. Producción panadera, empleando el sistema por lotes.



Fuente: (SafetyCulture, 2023).

En esta producción por lotes, al trabajarse en procesos tales como, los productos alimenticios, la ropa y productos eléctricos a destacar, por lo que en ellos se pueden encontrar ventajas tales como (Lauri, K. 2022):

Flexibilidad: Al poder utilizar una misma maquinaria destinada a la producción de diferentes productos similares, también en cierto grado, productos personalizados con un nivel muy bajo de cambios en estos; ya por último la flexibilidad que da, significa el poder responder ante fluctuaciones en la demanda.

Variantes: En esta clasificación, se pueden fabricar los productos en diferentes tamaños, colores y otros parámetros personalizables en grandes cantidades.

Control de calidad: Al ser una producción por lotes, que es decir se realiza en procesos paso a paso, agiliza y aumenta la eficacia a la hora de comprobar la calidad del producto entre etapas y realizar los cambios necesarios.

Producción por flujo continuo.

Se centra en la producción en masa de productos iguales, pero a diferencia de la producción en masa la maquinaria esta activa las 24 horas del día (MESbook, 2023).

Al contar con no va a haber ningún tiempo de inactividad en estos procesos, dan ventajas a la producción como (Ferremayoreo Elizondo, 2020):

Reducción de inventario: Evita la sobreproducción o retrasos en la fabricación.

Flexibilidad: Da mayor flexibilidad a las empresas ante los cambios que se presenten en el producto, esto debido que el flujo continuo ocupa menos tiempo de producción.

Reducción en defectos: Se mejora la calidad, por lo que, en cuanto se detecta algún defecto en un producto, se pueden tomar medidas correctivas en el menor tiempo posible para localizarlo y así evitar retrasos en la producción.

Figura 33. Producción por flujo continuo de una línea de producción.



Fuente: (Benjamin, R. s.f.).

Producción por trabajo.

Es la producción a demanda, de un solo producto en una temporada en específico o según requerimientos, esta se realiza generalmente, o en lotes o de manera individualizada (JOM, 2023).

Esta producción que inicia y termina en periodos de tiempo indefinidos, presentan características tales que, al ser a pequeña escala, no requiere que el capital humano y físico esté en constante funcionamiento. Igualmente es un sistema flexible, por tanto, los productos tienden a ser heterogéneos, incluso cuando son fabricados en el mismo proceso (Páez, G. 2021).

Dentro de la producción por trabajo se encuentran dos categorías o clasificaciones de este, las cuales son producción por proyecto y por lotes, que respectivamente refieren a una producción única asignada por el cliente y a una producción en masa, pero siendo más limitadas, aun así, teniendo flexibilidad al momento de la adaptación o personalización del producto y adaptación al cambio en las tendencias del mercado (Páez, G. 2021).

En la aplicación este sistema de producción por trabajo se suele ver en la fabricación de muebles, zapatos, libros o incluso tubos de acero (Marín, H. s.f.).

Figura 34. Línea de producción de tubos de acero.



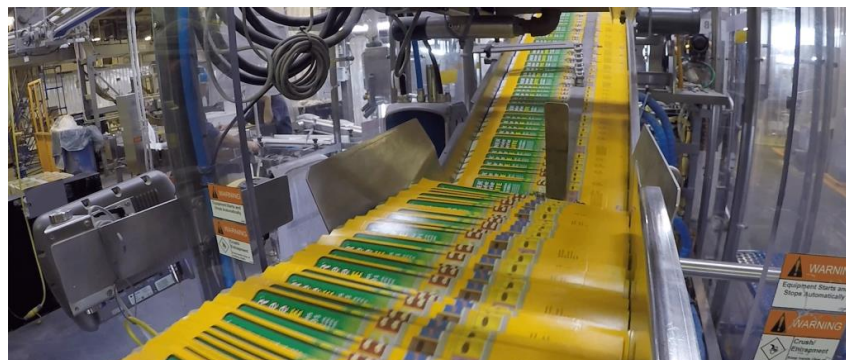
Fuente: (VH, 2021).

Producción por masa.

Se centra en una gran cantidad de productos similares entre sí, caracterizándose por tener una mayor automatización y menor cantidad de mano de obra (SimpliRoute, 2022).

Para que pueda ser implementada de forma correcta esta clase de producción es necesario tener en cuenta una alta fuerza en la demanda y frecuencia de la mercancía, de lo contrario la producción por masa dejaría un sobre stock en el proceso, por lo que quedarían productos sin vender. Un ejemplo de esta clase, es en los bienes de consumo, encontrados en el mercado, tales como las cajas de cereales (López, J.F. 2020).

Figura 35. Producción en masa de cajas para cereal.



Fuente: (Post Consume Brands, 2021).

4.4.2.3. Procesos de Manufactura.

El proceso de manufactura, refiere al conjunto de acciones que son realizadas con precisión, para transformar diferentes características de las materias primas y alcanzar la creación de un producto final, procesos que llevan acabo industrias manufactureras, las cuales suministran bienes y servicios, a medida que las empresas buscan mejorar la eficiencia, reducir costos y mantener altos estándares de calidad (Sulbarán, I. 2023).

4.4.2.3.1. Generalidades

Los procesos de manufactura, también conocidos ocasionalmente como industria secundaria, han experimentado una evolución significativa a lo largo del tiempo, desde los primeros días de la Revolución Industrial. En sus inicios, la manufactura era predominantemente manual, llevada a cabo en pequeños talleres o incluso en hogares por artesanos especializados en oficios específicos, como la sastrería (Bardahlindustria, 2020). Posteriormente, se produjo una transición hacia un sistema híbrido, *es decir procesos realizados en máquinas que requerían intervención humana*; marcado por el surgimiento de las primeras instalaciones manufactureras, lo que permitió a las personas abandonar la especialización en un único oficio y adaptarse con facilidad a diversas tareas con un mínimo entrenamiento. Finalmente, en la actualidad, estos procesos han evolucionado hacia la automatización completa (Aceromafe, 2022).

Figura 36. Ilustración de una de las primeras máquinas de manufactura de sistema híbrido, el telar mecánico.

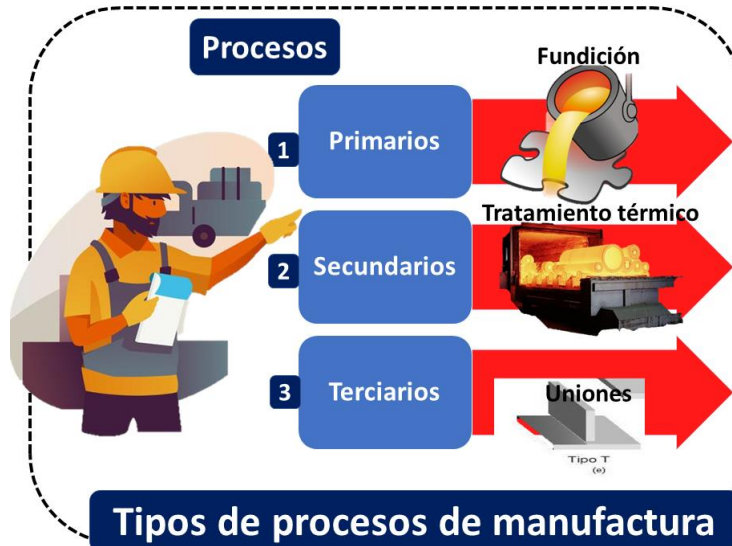


Fuente: (Meléndez, J. 2019).

4.4.2.3.2. Clasificación

Los procesos de manufactura se clasifican en primarios, secundarios y terciarios, siendo de la siguiente manera.

Figura 37. Clasificación por tipo de proceso, en la manufactura.



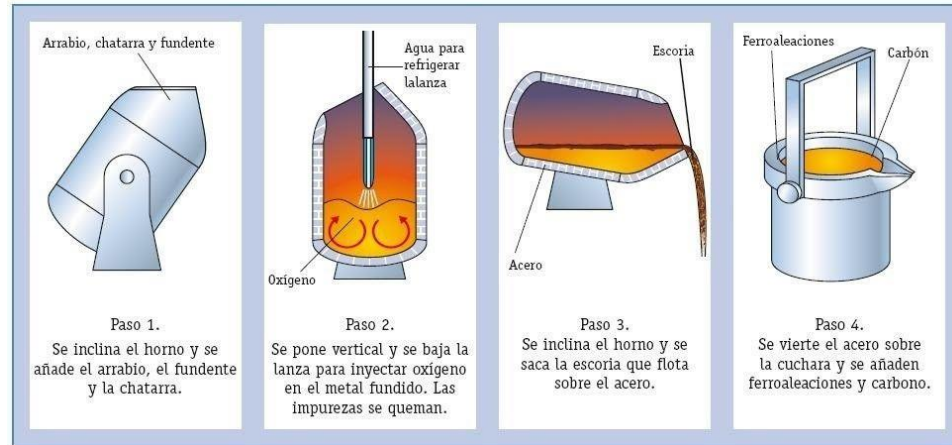
Fuente: (Quiroa, M. 2020).

Procesos primarios.

Donde se enfocan en la transformación de recursos naturales, en artículos que no alcanzan la forma final para su consumo, obteniendo materia prima (Sulbarán, I. 2023). Algunos de los procesos de manufactura primarios son:

Fundición. Este proceso consiste en llenar un material líquido en un molde con la forma deseada; se suelen utilizar metales o materiales de fraguado en frío como el hormigón, el yeso o la arcilla (Dassault Systèmes, s.f.), siendo así utilizado para la creación de piezas.

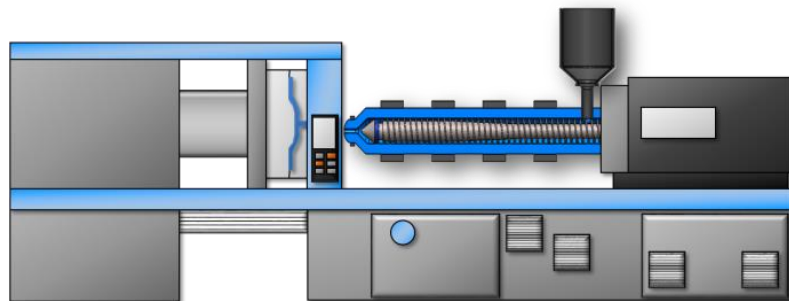
Figura 38. Proceso paso a paso de la fundición para una pieza de metal.



Fuente: (Wong, N. 2022).

Moldeo. También conocido como procedimiento de conformación sin pérdida de material, esto debido a que a lo largo de los procesos del moldeo no se desperdicia alguna parte del material con el que se llega a trabajar (Universidad Nacional del Rosario, s.f.). En estos procedimientos se realiza la transformación en la conversión de gránulos o polvo a productos de uso práctico.

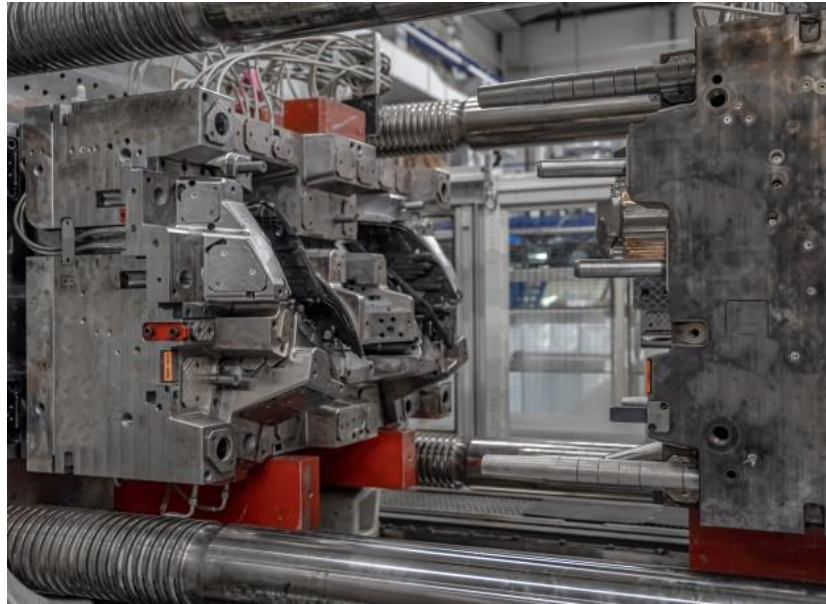
Figura 39. Proceso de moldeo mediante inyección.



Fuente: (Todo en plásticos, s.f.).

Inyección de Plástico. En la fabricación de componentes de plástico, la inyección de plástico es un proceso clave. Máquinas de moldeo por inyección automatizadas permiten producir piezas de plástico con alta precisión y eficiencia. Los sistemas automatizados controlan la temperatura, la presión y el tiempo de ciclo para garantizar la calidad del producto. Permitiendo que en la inyección de plástico haya una producción continua y consistente, lo que es vital en la fabricación de productos plásticos de alta calidad (movicontrol, 2020).

Figura 40. Proceso automatizado de inyección de plástico.



Fuente: (movicontrol, 2020).

Corte y Conformado. En la producción de láminas metálicas y componentes de metal, los procesos de corte y conformado son fundamentales. Máquinas como prensas hidráulicas y láseres CNC se utilizan en estos procesos para automatizar operaciones. Los procesos de corte se emplean a través de la interacción mecánica de una herramienta con una pieza. Esto provoca la separación del material en las partes de contacto, eliminando material a modo de viruta (Lacor, 2015).

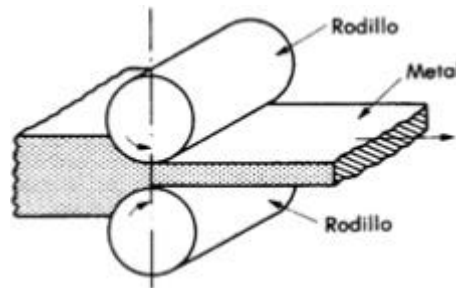
Figura 41. Prensa hidráulica para procesos de corte.



Fuente: (Atrial, s.f.)

Formado. Este proceso primario se trata de darle una forma determinada a un material siguiendo técnicas como: La laminación, que se realiza por medio de rodillos, extrusión, donde la maquina empuja el material a través de un orificio, el forjado, donde las fuerzas de compresión dan forma al material, la indentación, que se presiona una herramienta contra el objeto y el formado de matrices, donde una prensa estampa el material contra una matriz (Dassault Systèmes, s.f.).

Figura 42. Proceso de formado mediante la técnica de rodillos.



Fuente: (Todo ingeniería industrial, s.f.).

Procesos secundarios.

Consiste en todos aquellos procedimientos orientados a la realización de tratamientos térmicos o mecanizados. Su finalidad es llevar a cabo la modificación de la materia prima adquirida en el proceso anterior (Sulbarán, I. 2023).

Mecanizado. Es un proceso de fabricación que consiste en quitar material de una pieza para darle forma. Las máquinas CNC son herramientas esenciales para la industria, ya que pueden realizar tareas de manera precisa y eficiente gracias a un programa de computadora que les dice cómo mover la herramienta de corte. Esto permite que las máquinas CNC trabajen de manera continua y sin errores humanos, lo que aumenta la productividad y la calidad. Son esenciales para industrias como la aeroespacial y la automotriz, donde se requieren tolerancias muy ajustadas (Asociación de Fabricantes de Máquinas-Herramienta de América (AFM), s.f.).

Figura 43. Proceso de mecanizado de una pieza.



Fuente: (UMESAL, 2019).

Tratamiento térmico. Proceso controlado que se utiliza para modificar la microestructura de materiales, como metales y aleaciones, para aportar propiedades beneficiosas mayor dureza superficial, resistencia a la temperatura, ductilidad y fortaleza para la vida útil de un componente (Bodycote, 2023). Básicamente que el proceso involucre calentamiento o enfriamiento de piezas buscando alterar las propiedades físicas del elemento (Lora, A. 2022).

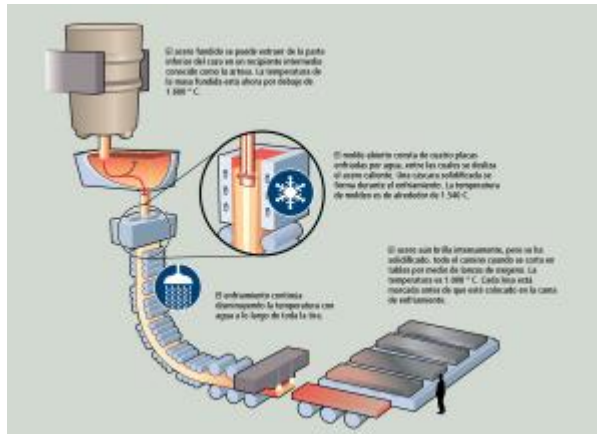
Figura 44. Tratamiento térmico de piezas de metal.



Fuente: (Lora, A. 2022).

Fundición y Colada. En la producción de piezas metálicas, los procesos de fundición y colada son fundamentales. Los sistemas automatizados controlan los hornos, el vertido y la extracción de piezas fundidas. El proceso mejora la consistencia y la calidad de las piezas fundidas (ABB, 1997).

Figura 45. Diagrama del proceso de Fundición y colada en realización de losas.



Fuente: (CarboSystem, 2023).

Procesos terciarios.

Este proceso busca unir los componentes en uno solo por medio de tratamientos superficiales, alcanzando un producto final listo para distribuirse a los usuarios (Sulbarán, I. 2023).

Algunos de los procesos en donde se buscan unir piezas, más comunes son.

Ensamblaje. La función básica de proceso de ensamble, (montaje) es unir dos o más partes entre sí, para formar un conjunto o subconjunto completo. La unión de las partes se puede lograr con soldadura de arco o de gas, soldadura blanda o dura o con el uso de sujetadores mecánicos o de adhesivos (Velasco, C. s.f.).

Muchas compañías pertenecen a este sector. El ensamble de productos electrodomésticos, de impresoras, computadoras, celulares, equipos de sonido, equipos médicos, autos, aviones, entre otros, son un ejemplo (GI Eicom, 2023).

Figura 46. Línea de ensamblaje automatizada.

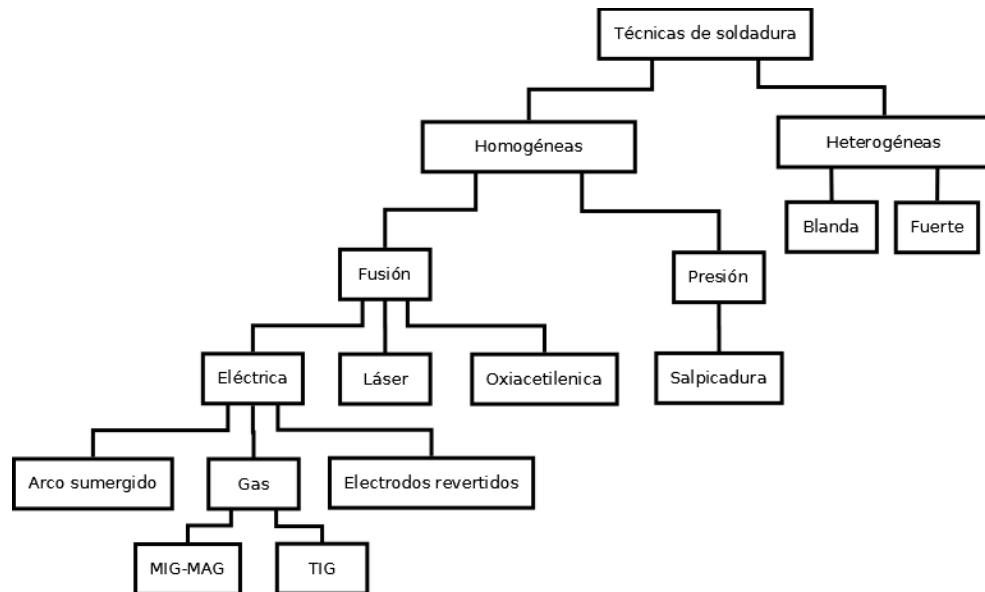


Fuente: (eWorkplace, 2022).

Soldadura. Proceso de fabricación que consiste en un metal fundido que une dos piezas de metal. Las piezas son adheridas al derretirse ambas, agregando un material de relleno (plástico o metal), también derretido, el cual posee un punto de fusión menor al de la pieza a soldar. La soldadura se puede llevar a cabo a través de diferentes métodos, que dependerán del tipo de material que se utilice, la fuerza que se desee obtener entre las uniones, entre otros. Puede ser con y sin aporte de material a las piezas unidas, donde el material de aporte es de igual o diferente tipo a las partes a unir (Danahé, S. 2022).

Los procesos de soldadura se dividen en dos, los heterogéneos (blanda y fuerte) y los homogéneos (fusión y presión), siendo esta segunda categoría donde se encuentran técnicas como laser, eléctrica, de salpicadura, entre otras (Texfire, 2021).

Figura 47. Esquema de categorización de la clasificación y tipos de soldadura.



Fuente: (Texfire. 2021).

Además, los procesos de manufactura acompañados de la automatización se pueden encontrar:

Impresión 3D Automatizada. La impresión 3D es el proceso de creación de objetos mediante el depósito de capas de material unas sobre otras. La impresión 3D se denomina fabricación aditiva (AM) en lugar de los métodos sustractivos tradicionales, como el fresado CNC, cuando se utiliza para la producción industrial (Dassault Systèmes, 2023).

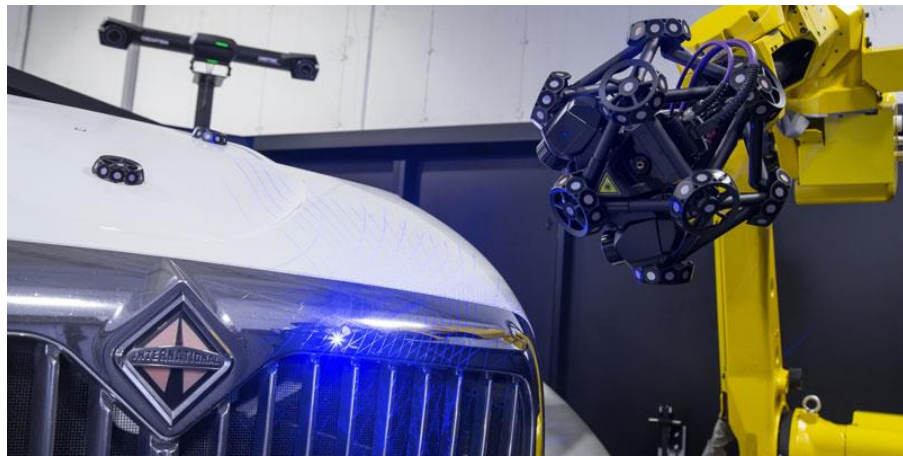
Figura 48. Impresora 3D de la marca Ultimaker.



Fuente: (Ultimaker, 2021).

Control de Calidad Automatizado. La automatización industrial también se aplica al control de calidad. Los sistemas de inspección por visión y las máquinas de medición por coordenadas son herramientas clave para garantizar que los productos cumplan con los estándares de calidad. La inspección automatizada puede identificar defectos de manera rápida y precisa, lo que es vital para garantizar la calidad del producto. La automatización del control de calidad reduce la dependencia de la inspección manual, lo que puede ser costoso y propenso a errores (Creaform, 2020).

Figura 49. Control de calidad de un vehículo de forma automatizada.



Fuente: (Creaform, 2020).

4.4.2.4. Líneas de transporte.

Las líneas de transporte se usan para transportar productos de un punto a otro, existen varios tipos de transportadores, desde una cinta transportadora, un transportador de cadena, de listones, aéreo, por lo que se utilizará una u otra según el proceso industrial que se realiza (Cablevey, 2023).

Producción por cinta transportadora. Usados idealmente para para el transporte de cualquier material, es sobre todo útil para transportar objetos pequeños y de estructura liviana, aunque compacta y resistente (Hernando, 2020).

Figura 50. Cinta de banda transportadora.



Fuente: (TAPYC, 2018).

Producción por transportador de rodillos. Usados para la reducción de tiempo de descarga, aumentando considerablemente la capacidad en el muelle, al tratarse de un sistema de banda por rodillos, esto permite impulsar el producto a lo largo del circuito, de forma controlada y segura (Mecalux, 2019).

Figura 51. Banda transportadora por rodillos.



Fuente: (Mecalux, 2019).

Producción por transporte de cadena. Se busca idealmente en el transporte que no se requieran productos de acumulación y elementos que no podría transportar una banda por rodillos. El uso más común es para mover pallets, contenedores industriales o racks. Al usarse de forma continua, la cadena se utiliza principalmente con cargas muy pesadas (Hernando, 2020).

Figura 52. Banda transportadora por cadena.



Fuente: (Venmir, 2020).

Banda transportadora de listones. Son plantas para el transporte de de virutas y piezas pequeñas. Se caracteriza por la recogida de virutas a un tramo superior de la cinta, e idóneas para transporte de procesos en húmedo y seco (Izaro, 2017).

Figura 53. Representación de una banda transportadora de listones.



Fuente: (Propelpak, 2019).

Banda transportadora aérea. Como dice el nombre se emplean transportadoras elevadas, donde se requiere en la industria transportar elementos con forma amorfa, algunos ejemplos de transporte aéreo son, autopartes en industrias automotrices, línea blanca e industrias de moda (GI Eicom, 2023).

Figura 54. Ejemplo de la representación física de una transportadora aérea.



Fuente: (GI Eicom, 2023).

4.4.2.5. Empaquetado.

En el empaquetado, importante en la industria para el transporte, brinda información importante mediante el etiquetado de estos. Industrialmente, “son unidades de carga en donde se agrupan partes o productos envasados de manera individual” (nasapack, 2021).

Figura 55. Los 3 procesos básicos de empaquetado.



Fuente: (filtext, 2019).

Es importante contar con técnicas especializadas de empaquetado ya que esto brindará mayor protección y conservación del producto durante el proceso de distribución y almacenaje, se usan tres procesos básicos efectivos de empaquetado (filtext, 2019).

Proceso primario. Es el primer envoltorio, es decir, el que está en contacto directo con el artículo y sirve para mantenerlo en condiciones óptimas, que tiene por ventaja la venta unitaria del producto (Mecalux, 2020).

Proceso secundario. Es el embalaje de varios productos empaquetados mediante el proceso primario, hasta llegar a una forma de unidad de carga (filtext, 2019).

Proceso terciario. Se usa en el empaque de grandes cantidades de productos, diseñada para proteger y facilitar el proceso durante la distribución y el almacenaje (nasapack, 2020).

4.4.2.6. Distribución y servicio.

Cuando se habla de distribución y servicio en la producción, habla de una alta proporción de la actividad económica. El sector tiene gran dinamismo y evoluciona con rapidez, y se observa una tendencia al desarrollo acelerado de nuevas formas de suministro, por ejemplo, a través del comercio electrónico (Organización Mundial del Comercio, 2023).

En la distribución y servicio se incluyen aquellos servicios comerciales al por mayor, al por menor, servicios de franquicia y de comisionistas, establece el indispensable vínculo entre productores y consumidores. La eficiencia del sector es decisiva para lograr que los consumidores tengan acceso a una gran variedad de mercancías a precios competitivos (Organización Mundial del Comercio, 2023).

4.4.2.6.1. Distribución

En la producción al hablar de distribución, hace referencia a todo proceso en el que se envía desde el fabricante hacia el minorista, para finalmente llegar al consumidor. Para ello se necesita de una planificación, ejecución y control del proceso, de los movimientos de las mercancías en espacio y tiempo (Lis, s.f.).

Eslabón esencial, conecta a las empresas de fabricación y a los proveedores con diversos negocios, contratistas, instituciones, minoristas y ahora cada vez más consumidores. Mediante diferentes métodos de distribución como la venta directa, la distribución de canales dobles o múltiples, la distribución intermediaria y la logística inversa (por ejemplo, el proceso de devoluciones). Cualquiera sea la estrategia o logística específica involucrada, el objetivo principal es tomar posesión de los bienes que se producen y entregarlos a los compradores de la manera más eficiente posible (infor, 2023).

Figura 56. Logística en la distribución de productos en la industria.



Fuente: (DispatchTrack, s.f.).

En la distribución se abarcan 4 áreas de problemas diferentes, con la finalidad de garantizar fiabilidad y flexibilidad en los sistemas de distribución (Lis, s.f.).

El lugar de producción y el lugar de la demanda suelen estar situados en lugares físicamente separados. En tal caso, deben determinarse los medios y rutas de transporte adecuados.

La producción y la demanda no suelen coincidir en el tiempo, por lo que el almacenamiento flexible es absolutamente necesario.

Los lotes de producción y las cantidades de demanda no siempre coinciden. En este caso, la solución es entregar cantidades parciales a diferentes clientes.

Los surtidos completos suelen producirse de forma descentralizada en varios lugares diferentes. Los productos individuales resultantes deben ser entregados desde los distintos lugares y centros de producción a uno o varios clientes.

Frente al abarque de cada área, el sistema de distribución en la producción da a aspectos positivos tales como, la simplificación de actividades como la planificación, el control y evaluación del producto, se reduce el espacio de fabricación, el tiempo de producción y el stock, finalmente gracias a la cercanía de las máquinas y a la coordinación del proceso en un solo espacio, se optimizan los procesos y las comunicaciones interdepartamentales (DispatchTrack, s.f.).

4.4.2.6.2. Servicio.

Los servicios en la producción industrial dan a un conjunto de actividades que se realizan con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente. En la mayoría de los casos estos servicios son los que llevan muchas empresas que se dedican a la transformación de materia prima en productos terminados, por ejemplo: Fabricación e instalación de piezas metálicas, colocación de tuberías para aire, gas y agua, reparación de piezas metálicas o incluso soldadura (SDI, 2022).

Figura 57. Establecimiento en la organización para un servicio empresarial.



Fuente: (SoftExpert ESM, s.f.).

En la industria según la empresa se pueden llegar a trabajar diferentes servicios los cuales incluyen, servicios al consumidor, servicios públicos y servicios empresariales.

El **servicio público** desempeña el papel en proveer diferentes suministros a entidades, son bienes y actividades de tipo esencial o básico, para garantizar una excelente calidad de vida (Westreicher, 2020). Tales ejemplos básicos como Agua potable, drenado, tratamiento y disposición de residuos, alumbrado y entre otras (Gobierno de México, 2015).

El **servicio al consumidor** se trata por su parte, de la relación entre la empresa y el cliente o consumidor, donde se busca brindar el mayor apoyo frente a las necesidades que este busque de la empresa (Gonzales Carachule, L. M., & Huanca Vilca, E. D. 2020).

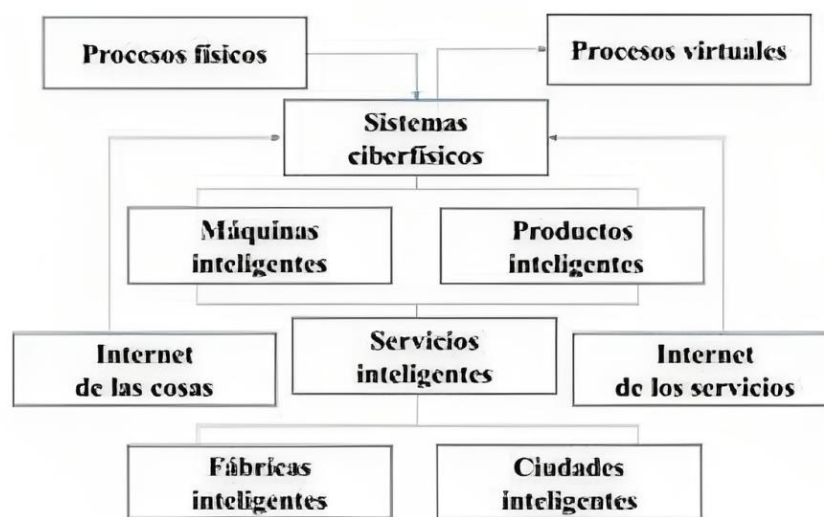
Los **servicios empresariales** son aquellos que incluyen la investigación y el desarrollo, a un enfoque integral que permite a las organizaciones agilizar y optimizar sus procesos de prestación de servicios en varios departamentos y para diferentes funciones (Gratas, B. 2023).

4.4.3. Tecnologías en la industria 4.0.

En el entorno actual de competencia global, desarrollo tecnológico e innovación, las empresas, sobre todo de manufactura, se ven forzadas a reconfigurar sus procesos. La industria 4.0 y la manufactura inteligente son parte de una transformación, en la que las tecnologías de fabricación y de la información se han integrado para crear innovadores sistemas de manufactura, gestión y formas de hacer negocios, que permiten optimizar los procesos de fabricación, alcanzar una mayor flexibilidad, eficiencia y generar una propuesta de valor para sus clientes, así como responder de forma oportuna a las necesidades de su mercado. Por lo que el interés de este artículo es explorar este entorno tecnológico, así como sus implicaciones y perspectivas futuras (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia, 2019).

Los principales resultados fueron la identificación de los componentes tecnológicos; su conceptualización y la determinación de las perspectivas e implicaciones futuras, así como las iniciativas realizadas en México sobre Industria 4.0. Como conclusiones se señalan la importancia de transitar hacia la adopción de estas tecnologías para la competitividad de las PyMES y la necesidad de recurso humano especializado para su desarrollo e implementación (Berenice, C. s.f).

Figura 58. Componentes de la Industria 4.0.



Fuente: (Izar, J.M. & Chacón, B. 2017).

4.4.3.1. Generalidades.

La Industria 4.0 representa una evolución significativa en la fabricación y la gestión de la cadena de suministro. En su esencia, se caracteriza por la convergencia de tecnologías avanzadas que impulsan la interconexión y la recopilación masiva de datos. Este enfoque integral busca optimizar la eficiencia y la competitividad empresarial a través de la digitalización de procesos (SAP, s.f.).

Como un nuevo modelo industrial para la auto-organización y la autogestión de sistemas de producción totalmente automatizados, donde aprenden autónoma e interactiva, así el auge de la industria 4.0 se encuentran en las nuevas tecnologías digitales y las tecnologías de Internet, por ello el papel de los humanos está limitado a su inicio, control y mantenimiento técnico, haciendo que la industria de la cuarta revolución industrial requiera nuevas competencias de especialistas industriales modernos, viniendo acompañado de cambios sociales (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia, 2019).

Figura 59. Cadena de suministro de la industria 4.0.



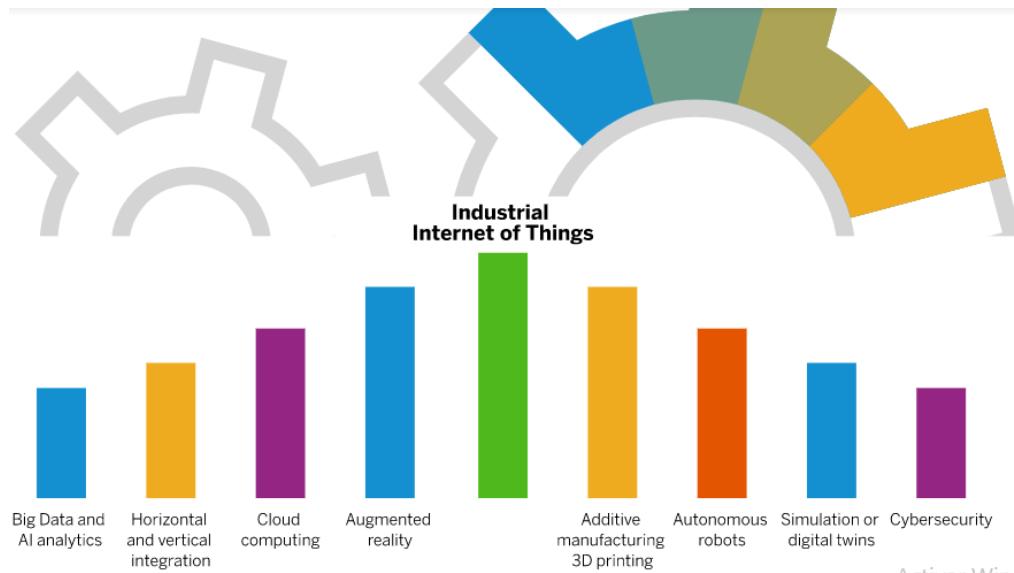
Fuente: (Gómez, A. 2017).

4.4.3.2. Tendencias y aplicaciones de la industria 4.0.

La industria 4.0 busca centrarse en la automatización de procesos industriales, en busca de optimizar sistemas de movilidad, con el uso de herramientas propias de la cuarta revolución industrial, herramientas que buscan tendencias en el beneficio del incremento las empresas y su inversión en la digitalización de procesos (addingplus, 2021).

Las tecnologías que dan tendencias a marcar esta industria 4.0, según define el Ministerio de economía de Argentina, se da en que: “Para poder transformarse en una industria 4.0, tu empresa debe iniciar un proceso de incorporación gradual de distintos componentes tecnológicos novedosos, provenientes de los dominios digital y físico. Por ejemplo: Inteligencia artificial, internet de las cosas, robótica, impresión 3D, cloud computing y ciberseguridad” (Ministerio de economía de Argentina, s.f.).

Figura 60. Herramientas tecnológicas de la industria 4.0.



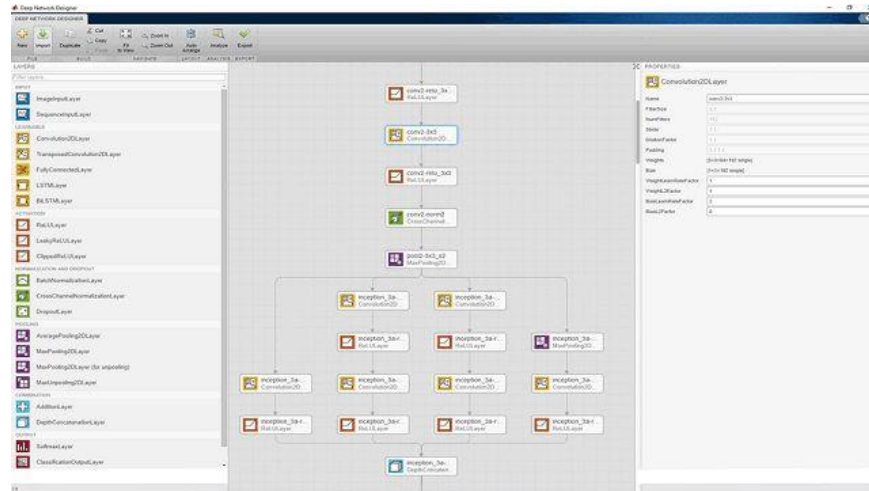
Fuente: (SAP, s.f.).

4.4.3.2.1. Inteligencia Artificial.

La inteligencia artificial (IA) nace de la necesidad de buscar que las computadoras logren realizar tareas y tomar decisiones en los procesos

automatizados, bajo su propio criterio, es decir, que esté a un nivel comparable al de la misma inteligencia humana (Epicor, 2023), es decir, la IA hace posible que las máquinas aprendan de la experiencia, se ajusten a nuevas aportaciones y realicen tareas como seres humanos (SAS, 2023).

Figura 61. App para crear, visualizar y editar redes de deep learning.



Fuente: (Mathworks. 2023).

La IA al estar relacionado con las computadoras y máquinas, abarcan un campo amplio de uso, como lo son la informática, el análisis de datos, la estadística, la ingeniería de hardware y software, la neurociencia, entre muchos otros, se es necesario técnicas de aprendizaje o mejor conocido como modelos de entrenamiento (Google Cloud, 2023), dichos modelos son:

Machine Learning: Se resume a la ciencia de desarrollo de algoritmos y modelos estadísticos que utilizan los sistemas de computación con el fin de llevar a cabo tareas sin instrucciones explícitas, en vez de basarse en patrones e inferencias (Amazon, 2023), para llevar a cabo modelos de machine learning, se debe de comenzar por un entrenamiento de aprendizaje, como pueden ser.

Aprendizaje supervisado: Se le conoce a este modelo como rama del “machine learning” en el que se usan algoritmos que aprenden iterativamente de los datos, pudiendo conseguir en los ordenadores localizar información sin la necesidad de programar cada uno de

dichos algoritmos, es decir, que a través de etiquetas de entrada y salida que se asignen al modelo, este tomará un histórico para al final llegar a una predicción (Inesdi, 2022).

Sus aplicaciones se suelen encontrar en problemas de clasificación como diagnósticos o detección de fraude de identidad o también en problemas de regresión, como las predicciones meteorológicas (Telefónica Tech, 2021).

Aprendizaje no supervisado: Por el contrario al supervisado, en este modelo no se cuentan con etiquetas para un entrenamiento que el algoritmo pueda aprender, solamente se suelen conocer los datos de entrada, por lo cual solo se puede describir la estructura de estos para intentar encontrar algún tipo de organización permitiendo simplificar el análisis del modelo. Sus aplicaciones se suelen usar en problemas de clustering o agrupamientos de co-ocurrencias (Telefónica Tech, 2021).

Por ejemplo, en un sistema de clasificación de frutas, la máquina no tendrá idea del concepto de fruta, por lo que no podrá etiquetar los objetos. Sin embargo, podrá agruparlos según sus colores, tamaños, formas y diferencias, es decir, será capaz de buscar similitudes, patrones, estructuras entre los datos obtenidos, para llegar a un aprendizaje óptimo que le permita llegar a una clasificación correcta, en este caso de las frutas (TIBCO, 2023).

Aprendizaje por refuerzo: Este modelo de la rama de machine learning se encarga de entrenar al software para tomar decisiones que conlleven a los mejores resultados posibles, utilizando procesos repetitivos de ensayo y error para lograr su aprendizaje (Amazon, 2023).

Comúnmente este aprendizaje es aplicado en brazos mecánicos de uso industrial, que el proceso es que al no ser “supervisado” o “no supervisado” donde hay una enseñanza paso a paso, acá se deja una única instrucción en el que el robot hará intentos “a ciegas” de acertar o no hasta llegar al punto de total aprendizaje (Sierra-García, J. E., & Santos, M. 2021).

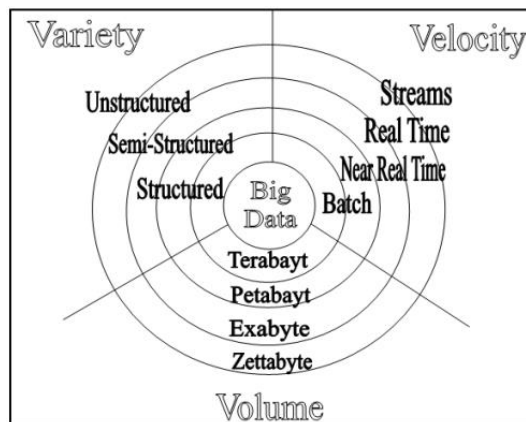
Deep Learning: Es una forma especializada del machine learning que se ocupa del desarrollo y uso de redes neuronales artificiales con múltiples capas ocultas, capaces de aprender representaciones jerárquicas de datos, manejando ampliamente la información adquirida para resolver problemas complejos con gran eficacia (Mathworks, 2023).

Algunos ejemplos del Deep learning aplicado incluyen la generación automática de subtítulos para imágenes, la traducción automática de idiomas y la conducción autónoma de vehículos (Walther, 2023).

4.4.3.2.2. Big data.

Caracterizada por el volumen, variedad y velocidad de los datos (3V) (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia, 2019), la gestión y análisis de 'Big Data' requiere un cambio en la manera en que se vinculan los objetivos de los equipos de marketing, los objetivos de negocio, la estrategia de la organización y la ejecución de esa estrategia. Se suele describir un proceso de recogida de grandes volúmenes de datos, así como su análisis inmediato para predecir problemas y tomar mejores decisiones, por lo que en el big data, no necesariamente hace que la cantidad sea lo importante, mientras se tenga lo necesario, estos grandes volúmenes de datos, se utilizan de acuerdo a las acciones estratégicas de negocios por parte de las empresas (SAS, 2023).

Figura 62. Comparación de las 3V de la big data.



Fuente: (Sagiroglu, S., & Sinanc, D. 2013).

En muchos casos el mejor empleo que se da en la big data, se encuentra en las empresas en combinación con datos estructurados de una aplicación comercial más convencional, como los ERP (Sistema de planificación de recursos empresariales) o los CRM (Gestión de Relaciones con el Cliente) (Powerdata, 2023).

Lo que da importancia a que los datos se puedan manejar y analizar en contenidos web como las redes sociales, en registros de facturas, información biométrica como las huellas digitales o el reconocimiento facial, y en información encontrada en correos electrónicos, llamadas telefónicas o chats de texto (Bello, M. 2022).

Figura 63. Estructura de la big data.



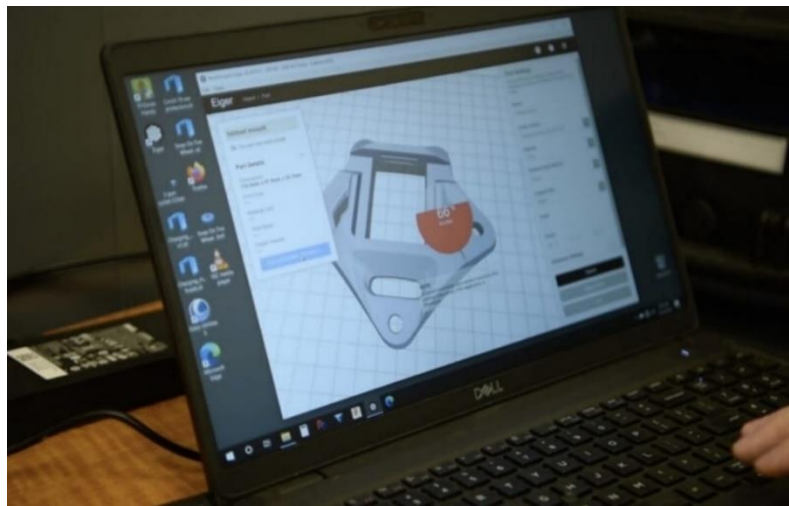
Fuente: (EDteam, 2019).

4.4.3.2.3. Fabricación aditiva.

Consiste en un conjunto de tecnologías que permiten producir pequeños lotes de productos con un alto grado de personalización al agregar en lugar de eliminar material de un bloque sólido, es decir, que se basa en un proceso que ligado a la industria 4.0, que permita crear modelos digitales en objetos tridimensionales, sin necesidad alguna del molde convencional, por lo cual uno de estos procesos y el más común a describir de la fabricación aditiva es la impresión 3D (Edimar, 2019).

La fabricación aditiva también emplea el CAD (Diseño asistido por ordenador), que permite a diferencia de un proceso convencional, la reducción de costos, eliminar errores y producción a mayor agilidad y precisión, contando con diferentes técnicas en los procesos de manufactura (Mecalux, 2021).

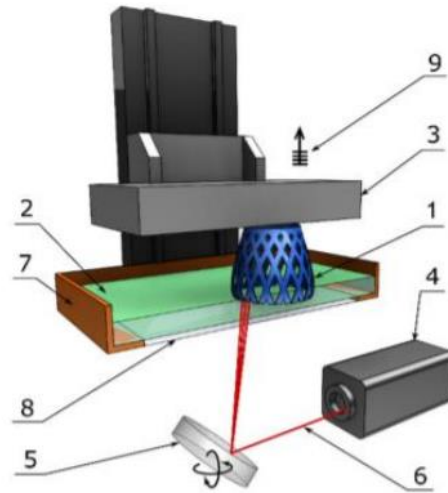
Figura 64. Software de impresión 3D permite laminar archivos CAD para imprimirlos en 3D.



Fuente: (Markoged, s.f).

Estereolitografía (SLA): De las primeras técnicas de la fabricación aditiva, creada en los años 80, el proceso consiste en verter una resina líquida y fotosensible en un tanque, por el que cura mediante un láser ultravioleta con precisión secciones transversales de fotopolímeros y convirtiéndolos de líquidos en sólidos (3D Systems, 2023).

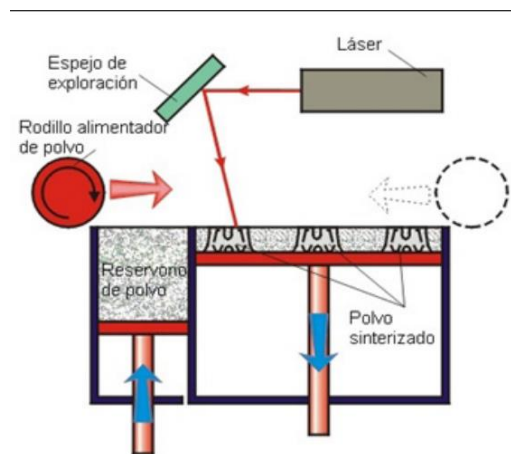
Figura 65. Esquema de una impresora para procesos de SLA.



Fuente: (Nuñez, M. 2021).

Sinterización selectiva por láser (SLS): El proceso de SLS consiste en una máquina que realiza un proceso de sinterización (tratamiento térmico) capa a capa en la geometría de una pieza en un lecho de polvo calentado a base de nilón mediante un láser, hasta fundir cada capa deseada hasta finalmente tener la pieza diseñada (Protolabs, 2022).

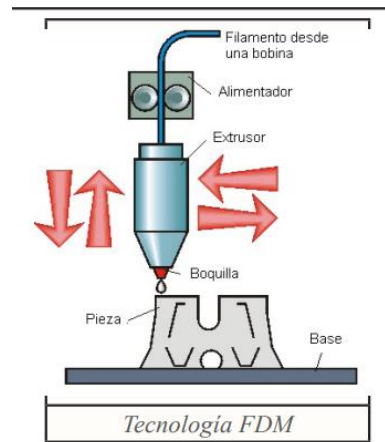
Figura 66. Esquema básico del funcionamiento de una impresora 3D por modelado SLS.



Fuente: (Cano, A. & Serrano-Aroca, A. 2021).

Modelado por deposición fundida (FDM): Esta técnica se da como lo menciona en su nombre en fundir un material (como por ejemplo el plástico) que al ser procesado se le conoce como filamento para crear un objeto 3D por capas (igus, 2023).

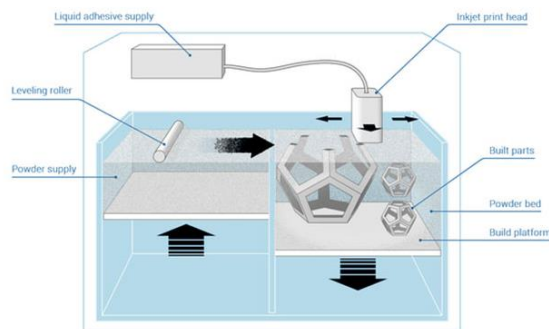
Figura 67. Esquema básico del funcionamiento de una impresora 3D por modelado por deposición fundida.



Fuente: (Cano, A. & Serrano-Aroca, A. 2021).

Inyección de aglutinantes (Binder Jetting): La técnica aditiva de inyección, consiste en pulverizar un aglutinante líquido sobre un lecho de polvo que posteriormente se solidifica, este proceso se realiza con un cabezal de impresión a chorro que se desplaza por el lecho, repitiendo el procedimiento hasta formar la pieza completa (Protolabs, 2023).

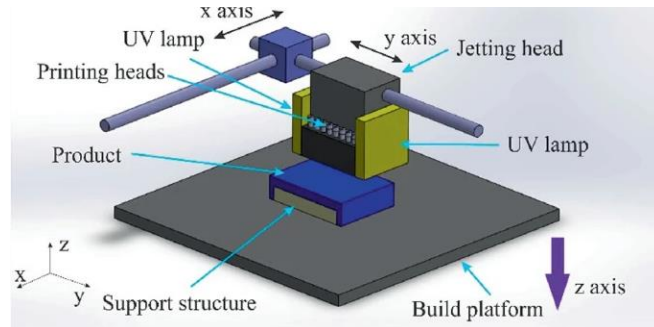
Figura 68. Esquema sobre el funcionamiento de la tecnología Binder Jetting.



Fuente: (Lucia, C. 2019).

PolyJet (Material Jetting): En esta técnica la máquina procede a pulverizar los filamentos fotopoliméricos sobre la superficie de producción, donde se usan boquillas pequeñas que van dispensando el material, en lo que el láser que realiza el proceso, va curando dicho fotopolímero de manera inmediata y en capas (Impresión3D, 2019).

Figura 69. Esquema funcional de la técnica PolyJet.



Fuente: (Godec, D. et al. 2022).

4.4.3.2.4. Internet de las Cosas (IoT).

La conectividad emerge como el elemento clave que impulsa la máxima expresión del potencial de la Automatización del Internet de las Cosas (IoT) en la optimización de las operaciones empresariales y la eficiencia. La comprensión adecuada y la aplicación acertada de este, se revelan como factores determinantes para lograr una exitosa adopción de esta tecnología innovadora en la actual era empresarial (RedHat, 2023)

Figura 70. Tabletas industriales.



Fuente: (Audiso, F. 2017).

La implementación del internet de las cosas (IoT), se ha podido ver actualmente en:

Coches: Gracias al IoT hace posible enlazar un vehículo y recolectar información como aceleración, frenado, velocidad, distancia recorrida, llantas y depósito de combustible, estos datos permiten en los coches su supervisión, que en casos como las empresas destinadas al alquiler de autos, puedan monitorearlos, para aumentar su eficiencia de uso y reducir costos. En otros casos también permite la circulación de información en tiempo real, como informes de accidentes de tránsito. También son usados en el cuidado de los vehículos, previniendo y prediciendo necesidades a tener en el coche, teniendo así, un control de mantenimiento mejor regulado (Amazon, 2023).

Hogar: Al igual que en los coches, en los hogares el IoT ayuda en la eficiencia y seguridad del hogar, aspectos como apagar dispositivos eléctricos que no se estén utilizando, pero generen un gastos de energía, automatizar tareas como el uso de algunos electrodomésticos, ya sea en limpieza o cocina (Amazon, 2023). En el contexto del hogar las energías renovables con tecnología IoT, se pueden monitorear y controlar la producción de energía a partir de fuentes renovables, como la energía solar y eólica (Agudelo, J.P. 2023).

Ciudades: La implementación ha hecho posible mejorar la planificación urbana y mantenimiento de infraestructuras, aspectos como consumo de energía, calidad de aire, niveles de radiación, son algunas de las tareas que permite mejorar la calidad de vida en la ciudad (Amazon, 2023).

La industria: También llamado el Internet industrial de las cosas (IIoT), es un aspecto importante en la actual industria 4.0, ofreciendo a las empresas el uso de dispositivos inteligentes que permiten la optimización y automatización de procesos industriales, en aspectos como los mantenimientos preventivos, o montajes industriales (Ramírez, L. 2023). El IIoT, como parte del proceso de transformación digital en la Industria 4.0, se resaltan aspectos beneficiosos, como la agilidad de negocio, mayor eficiencia en las estrategias, gestión de inventarios y optimización en el servicio al cliente por parte de la industria (SAP, s.f.).

4.4.3.2.5. Robótica.

Una nueva generación de robots industriales donde las máquinas y las personas trabajan de forma conjunta permite la alta productividad junto con flexibilidad y facilidad de programación, ayuda a mejorar su autonomía en los procesos industriales (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia, 2019).

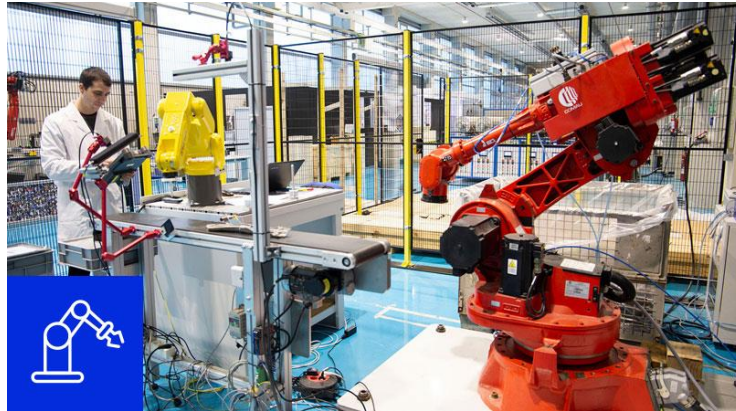
En la robótica existen diferentes tipos de robots, que se pueden clasificar según diferentes criterios como, estructura, arquitectura o en este caso funcionalidad (Revista de robots, 2023), como:

Robótica industrial: Este tipo de robótica se encuentran como bien dice, en la industria, se caracterizan por su trabajo eficaz en colaboración con la mano de obra humana, en procesos repetitivos, y que al ser bastante estable, es capaz de moverse a lo largo de ejes específicos para realizar procedimientos al mínimo detalle requerido, como lo es en la industria automotriz (knauf industries, 2023).

Robótica de servicios: En este tipo de robótica, los robots suelen asemejarse en cuanto a rasgos humanos se habla, por lo que están disponibles en el uso en diversos campos que ayuden directamente en el bienestar y apoyo de las personas, como lo puede ser en la medicina (cirugía cardíaca, pediátrica, neurocirugía, entre otras) (Universitat Politècnica de Catalunya, s.f.).

Nano-Robótica: Se centra en el estudio científico de la materia, por lo que se basa en robots de escala nanométrica, pese a que aún se optimiza en lograr una total autonomía y navegación. Los resultados son favorables, permitiendo el uso en aplicaciones biomédicas como por ejemplo el procedimiento de inyección en el torrente sanguíneo del ser humano y encontrando células que puedan significar enfermedades dentro del cuerpo; en el campo industrial es usado en la limpieza de derrames petrolífero (Universidad de Panamá, 2019).

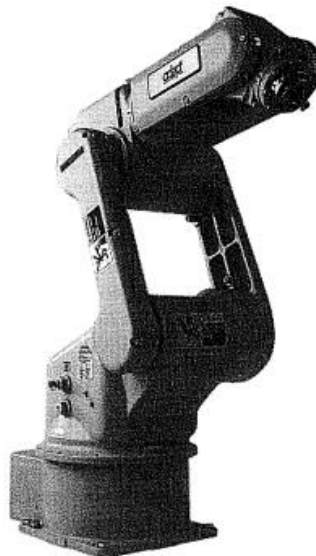
Figura 71. Brazo robótico industrial.



Fuente: (Tekniker, s.f).

Entre las ventajas clave de la robótica se encuentran los brazos robóticos industriales, que presentan versatilidad para ser compatibles con varios usos, desde los trabajos más simples hasta los más complejos en los entornos más seguros o más exigentes. La automatización de estos tipos de tareas no solo retira a los trabajadores humanos de las posibles situaciones peligrosas, sino que permite a esos trabajadores realizar tareas de gran valor (Intel, s.f), algunos de estos procesos donde se aplica la robótica son:

Figura 72. Robot industrial de la empresa Adept Technology, Inc.



Fuente: (Craig, J. J. 2006).

Paletizado: Se puede usar los brazos robóticos para automatizar el proceso de colocar los bienes o los productos en los palés. Si se automatiza el proceso, el paletizado se vuelve más preciso, rentable y predecible. Además, el uso de los brazos robóticos libera a los trabajadores humanos de realizar tareas que representan un riesgo de lesiones corporales (naeco, 2021).

Manejo de material: Los brazos robóticos que manejan materiales pueden transportar de manera segura y eficiente, los bienes encontrando fácilmente los materiales almacenados. La robótica en estos procesos puede acelerar la entrega de productos a los clientes, prevenir los accidentes en el lugar de trabajo y mejorar la eficiencia de una instalación (GI Eicom, 2021).

Soldadura: La soldadura es una tarea que los robots, gracias a su similitud con un brazo humano, pero teniendo una mayor cantidad de articulaciones, permitiendo más ejes de rotación, pueden realizar esta tarea en entornos industriales avanzados de manera autónoma, como por ejemplo la fabricación automotriz. Debido a su impacto fundamental en la calidad de los productos (EDS Robotics, 2021).

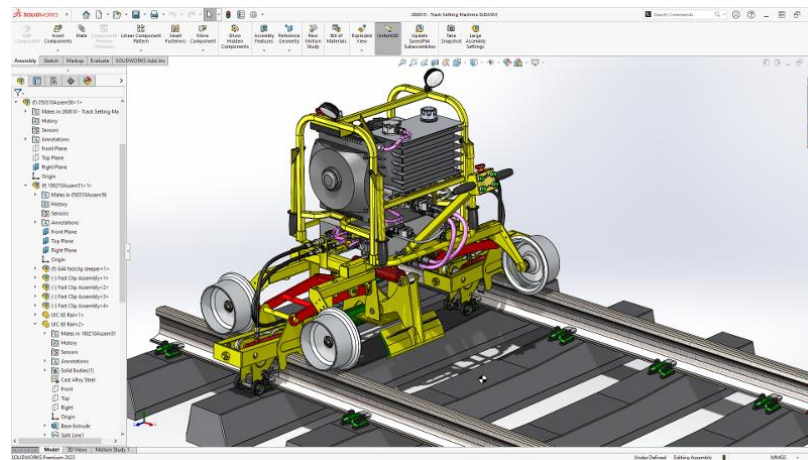
Inspección: Se suele realizar la inspección de calidad al final de una línea de producción, lo cual retrasa la detección de problemas de calidad en la producción. Si se mejoran los robots con sistemas de visión e IA, las empresas pueden obtener los beneficios de una inspección en tiempo real, lo que reduce las pérdidas y el tiempo de inactividad (Intel, s.f).

4.4.3.2.6. Realidad virtual.

La realidad virtual es de las tecnologías más conocidas, puesto que es capaz de sumergir en un entorno virtual generado por computador a una persona, además a nivel industrial y empresarial ayuda a descubrir errores humanos en la planificación de las instalaciones, mientras todavía haya tiempo para corregirlo, ya que en estos casos permite a los operadores familiarizarse con el entorno de producción y el proceso de forma tangible durante la capacitación, haciendo que esté familiarizado con el contexto donde desarrollará sus labores, tanto en el espacio físico como en las contingencias que pueden surgir (Cámara

de Comercio de Valencia, s.f.). Entre otras aplicaciones comúnmente usadas también se encuentran el desarrollo multimedia como los videojuegos o el entretenimiento como el cine 3D.

Figura 73. Entorno de realidad virtual, para el ensamblaje de una pieza.



Fuente: (Solidworks, 2023).

4.4.3.2.7. Realidad aumentada.

La realidad aumentada se trata de traer el mundo virtual a un entorno real, por ello requiere menos recursos para implementar y utilizar. Siendo necesaria sólo un dispositivo móvil (Smartphone), dispositivo de fácil acceso para cualquier operador. En contraparte, requiere de la existencia de un contexto real sobre el cual añadir los elementos simulados, bien sea un dispositivo o un espacio donde se instalará maquinaria o se realizarán tareas (presicion.cl, s.f).

Figura 74. Tablet que implementa la realidad aumentada para el mantenimiento de una unidad.



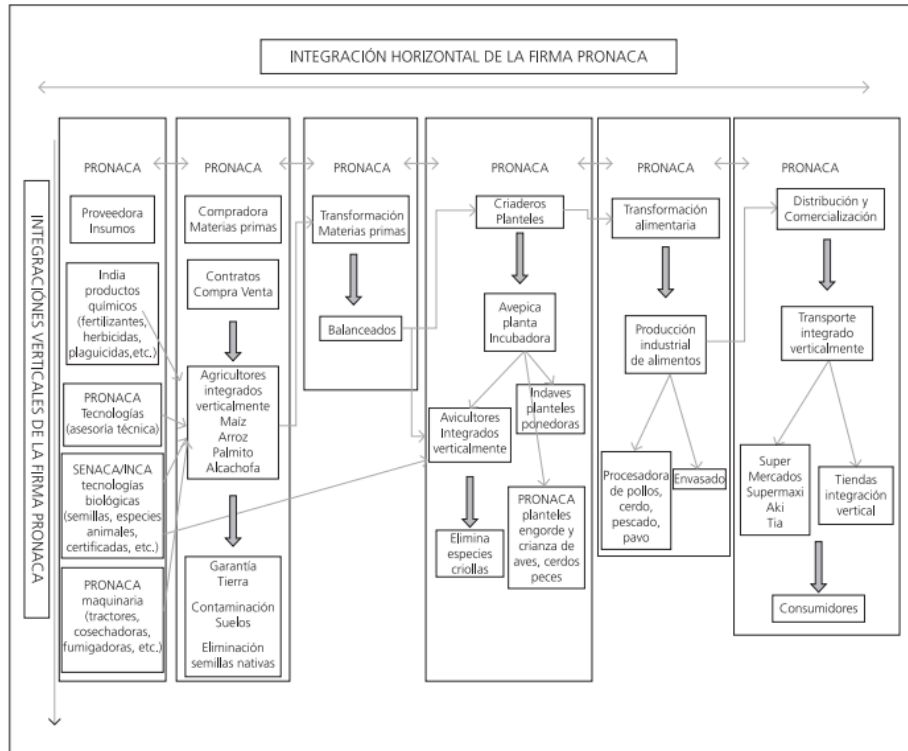
Fuente: (Precision, 2020).

Por en cambio, en el ámbito del consumidor, la realidad aumentada ha captado la atención de los vendedores, siendo reconocida como una herramienta que redefine la interacción entre los consumidores y los productos. La capacidad de los usuarios para visualizar productos en su entorno real antes de la compra representa un cambio significativo en la forma en que las decisiones de compra se llevan a cabo. Estudios demuestran respuestas favorables, como el caso de la búsqueda de gafas de sol, donde la experiencia del consumidor se mejoró sustancialmente al permitirles visualizar cómo los productos se adaptan a su rostro (Bello, C. 2017).

4.4.3.2.8. Integración horizontal y vertical.

La integración horizontal se refiere a la creación de una red de valor que integran y optimizan los procesos, flujos de información y bienes de las empresas entre terceros (como clientes y proveedores), por el cambio al referirse a la vertical se refiere a mantener su cadena de valor de forma interna, es decir, que integran las funciones de diferentes sistemas jerárquicos que emplea la empresa, desde el desarrollo de productos, su fabricación, marketing y finalmente ventas y distribución (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia, 2019).

Figura 75. Aplicación de un esquema de la integración vertical y horizontal.



Fuente: (Yumbla, M. 2011).

Así mismo la estrategia de integración vertical, puede producirse a través de diferentes niveles:

Hacia adelante: Es la estrategia utilizada en llegar a tener una mayor distribución y logística, al momento de una empresa adquirir una propiedad o fusionarse con otra empresa que funcionen como sus distribuidores (Quiroa, M. 2020).

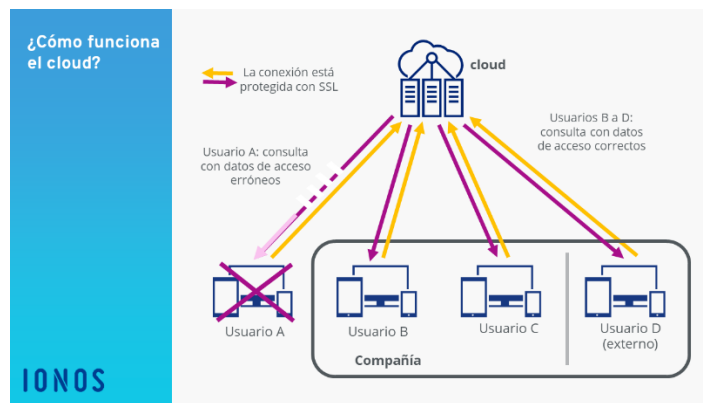
Hacia atrás: Se resume en que la empresa busca tener un control total sobre sus proveedores, que se traduce en obtener mayor suministro de materia prima, para su uso en sistemas de producción (Quiroa, M. 2020).

Equilibrada: Se trata de una integración combinada entre “hacia atrás” y “hacia adelante”, donde por ejemplo una empresa se fusiona tanto con una compañía que está antes de ella en la cadena de suministro, como con otra que está después, es decir, que hay un equilibrio entre la distribución y el provisto (Gomis, A. 2021).

4.4.3.2.9. Cloud Computing.

La computación en la nube es esencial para la Industria 4.0, ya que permite el almacenamiento y análisis de grandes cantidades de datos recopilados por dispositivos IoT. La nube también facilita la implementación de aplicaciones de inteligencia artificial y aprendizaje automático sin requerir una infraestructura costosa en las instalaciones. Esto brinda la flexibilidad necesaria para escalar recursos informáticos según las necesidades, lo que es especialmente valioso en un entorno de producción que cambia constantemente (Cesur, 2023).

Figura 76. Esquema Cloud Computing.



Fuente: (Ionos, 2023).

Este representa una transformación fundamental en la forma en que se fabrican productos y se gestionan las cadenas de suministro. La interconexión de sistemas, la robótica avanzada, el IoT y la computación en la nube. Siendo tecnologías clave que impulsan esta revolución, al adoptar estas tecnologías, las empresas pueden lograr una mayor eficiencia, una toma de decisiones más informada y una mayor competitividad en el mercado (Velásquez, N; Estevez, E & Mabel, P. 2022).

4.5. MARCO LEGAL

El marco legal en torno a la automatización abarca una variedad de áreas, desde la protección de datos y la privacidad hasta la seguridad laboral y la responsabilidad civil. La recopilación, almacenamiento y procesamiento de datos juegan un papel crucial en la automatización, lo que exige la implementación de leyes que salvaguarden la privacidad de los individuos y regulen el uso de información sensible.

- **Decreto 591 de 1991:** Por el cual se regulan las modalidades específicas de contratos de fomento de actividades científicas y tecnológicas. Artículo 2. (Ministerio de Ciencias, 1991).

Para los efectos del presente Decreto, entiéndase por actividades científicas y tecnológicas. 1. Investigación científica y desarrollo tecnológico, desarrollo de nuevos productos y procesos, creación y apoyo a centros científicos y tecnológicos y conformación de redes de investigación e información. 2. Difusión científica y tecnológica, esto es, Información, publicación, divulgación y asesoría en ciencia y tecnología. 3. Servicios científicos y tecnológicos que se refieren a la realización de planes, estudios, estadísticas y censos de ciencia y tecnología; a la homologación, normalización, metrología, certificación y control de calidad; a la prospección de recursos, inventario de recursos terrestres y ordenamiento territorial; a la promoción científica y tecnológica; a la realización de seminarios, congresos y talleres de ciencia y tecnología, así como a la promoción y gestión de sistemas de calidad total y de evaluación tecnológica. 4. Proyectos de innovación que incorporen tecnología, creación, generación, apropiación y adaptación de la misma, así como la creación y el apoyo a incubadoras de empresas, a parques tecnológicos y a empresas de base tecnológica. 5. Transferencia tecnológica que comprende la negociación, apropiación, desagregación, asimilación, adaptación y aplicación de nuevas tecnologías, nacionales o extranjeras. 6. Cooperación científica y tecnológica nacional e internacional.

- **Ley 143 de 1994:** Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, trasmisión, distribución y comercialización de electricidad en

el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética (Departamento Administrativo de la Función Pública, 1994).

- **Ley 1286 de 2009:** Conocida como la Ley del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), establece un marco legal sólido para promover y regular la ciencia, la tecnología y la innovación en el país. Este sistema se concibe como una estructura coordinada de instituciones gubernamentales y no gubernamentales encargadas de promover, coordinar y fortalecer la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en el país (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2009).

Artículo 1. Objetivo general. El objetivo general de la presente leyes fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y a Colciencias para lograr un modelo productivo sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, para darle valor agregado a los productos y servicios de nuestra economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional.

- **Ley 2069 de 2020:** Por medio de la cual se impulsa el emprendimiento en Colombia (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2020).

Artículo 1. Objeto La presente Ley tiene por objeto establecer un marco regulatorio que propicie el emprendimiento y el crecimiento, consolidación y sostenibilidad de las empresas, con el fin de aumentar el bienestar social y generar equidad.

Artículo 18. Teniendo en cuenta las nuevas tecnologías e importancia de la digitalización, el gobierno nacional reglamentará el uso de la firma electrónica y digital en el país, en un término no mayor a los siguientes seis (6) meses a partir de la vigencia de esta ley, para que se utilice en la suscripción de documentos de carácter privado y público, como una herramienta para facilitar la innovación y transformación digital.

- **Decreto de 2021:** Por el cual se reglamenta el artículo 18 de la Ley 2069 de 2020, en lo relacionado con el uso de la firma electrónica y digital como una

herramienta para facilitar la innovación y transformación digital (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2021).

- **Resolución 90708 de 2013:** Por el cual se expide el reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE (Ministro de minas y energía, 2013).

Considerando. Que según lo dispuesto en el literal c del artículo 4 de la Ley 143 de 1994, el Estado en relación con el servicio de electricidad deberá mantener y operar sus instalaciones preservando la integridad de las personas, de los bienes y del medio ambiente y manteniendo los niveles de calidad y seguridad establecidos. Así mismo, de conformidad con el parágrafo del citado artículo, los agentes económicos que participen en actividades de electricidad, deben sujetarse al cumplimiento de este objetivo.

- **ISO 9001:** La adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible (ISO, 2015).

Los beneficios potenciales para una organización de implementar un sistema de gestión de la calidad basado en esta Norma Internacional son:

a) la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables;

b) facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente;

c) abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos;

d) La capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados.

- **ISO 14001:** Que exige a la empresa crear un plan de manejo ambiental que incluya: objetivos y metas ambientales, políticas y procedimientos para lograr esas metas, responsabilidades definidas, actividades de capacitación del

personal, documentación y un sistema para controlar cualquier cambio y avance realizado. La norma ISO 14001 describe el proceso que debe seguir la empresa y le exige respetar las leyes ambientales nacionales. Sin embargo, no establece metas de desempeño específicas de productividad (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

- **ISO 16001:** La norma ISO 16001 sistematiza los requisitos que debe cumplir un Sistema de Gestión Energética con el objeto de optimizar el consumo de energía a través de una mejora en la eficiencia energética de todos sus procesos (ISO, 2018).

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. Tipo investigación

El presente estudio se enmarca en un enfoque de **investigación exploratoria**. Esta metodología se selecciona con el propósito de adentrarse en un área de conocimiento que requiere un mayor entendimiento y claridad, específicamente en lo relacionado con la automatización industrial en el contexto de la Industria 4.0.

Dado que esta área se caracteriza por ser relativamente novedosa y en constante evolución, la investigación exploratoria permitirá explorar sus aspectos fundamentales y las interacciones entre los distintos niveles de automatización.

A través de este enfoque, se busca generar una comprensión inicial y profunda que sienta las bases para investigaciones posteriores más específicas y detalladas. La investigación exploratoria nos permitirá definir y delinear de manera más precisa el alcance y los temas de interés, identificando los factores más influyentes en la automatización industrial y su relación con las tecnologías habilitadoras en la Industria 4.0.

5.2. Enfoque de la investigación.

El enfoque del proyecto es de **tipo cualitativo** centrándose en el estudio detallado de la automatización industrial en el contexto de la Industria 4.0, con un énfasis en las tecnologías, un ejemplo como lo podrían ser los Controladores Lógicos Programables (PLCs).

Esta investigación tiene como objetivo principal analizar y comprender a fondo el papel de la automatización industrial en la evolución de la Industria 4.0 y cómo las tecnologías habilitadoras influyen en la mejora de los procesos industriales.

Se abordarán temas clave relacionados con la automatización, incluyendo la integración de tecnologías como la robótica, la inteligencia artificial y el Internet de las Cosas (IoT), junto con los PLCs, en los procesos de fabricación y producción. Se explorarán las ventajas, desafíos y aplicaciones de estas tecnologías en diversos sectores industriales, y se analizará cómo contribuyen a la eficiencia, la calidad y la competitividad en la era de la Industria 4.0.

5.3. Población y Muestra.

Para este proyecto, la población se enfoca en general en la comunidad académica del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia, permitiendo como alcance llevar el conocimiento adquirido hacia procesos reales de la industria y las comunidades.

5.4. Técnicas de recopilación de datos.

Para llevar a cabo esta investigación de enfoque exploratorio sobre la automatización industrial en el contexto de la Industria 4.0, se utilizarán diversas técnicas de recopilación de datos que permitirán obtener una comprensión profunda y completa de los temas abordados. Las técnicas seleccionadas son las siguientes:

5.4.1. Análisis documental.

Se realizará un análisis exhaustivo de literatura científica, informes técnicos y documentación relevante relacionada con la automatización industrial y las tecnologías en la Industria 4.0. Esto incluirá la revisión de investigaciones previas, informes de empresas y publicaciones académicas para obtener una visión integral del estado actual de la automatización industrial, ya sea por medio de bases de datos, apoyo de herramientas tecnológicas como el internet, o libros de tesis y/o monografías que se puedan encontrar.

5.4.2. Recopilación de información mediante observación y práctica.

Cuando sea posible, se realizará la observación directa de procesos de automatización que se relacionan con entornos industriales específicos. Esto proporcionará información valiosa sobre cómo se aplican en la práctica las tecnologías habilitadoras, como los PLCs, y cómo impactan en la producción y la eficiencia. De esta forma, mediante prácticas de laboratorio y asistencia de un docente capacitado en el entorno en la UNIAGRARIA, ayudará a proveer información y conocimientos que logren ser captados y anotados como forma de investigación y profundización del trabajo de la monografía.

5.5. Análisis de datos.

Con los datos recopilados a través de la investigación utilizando fuentes bibliográficas, se lleva a cabo una serie de análisis que permiten comprender a fondo la automatización industrial y su relación e importancia con las tecnologías aplicadas en la industria 4.0.

5.6. Limitaciones del estudio.

Es importante reconocer y considerar las posibles limitaciones de esta investigación para mantener la integridad y la validez de los resultados. Algunas de las limitaciones que podrían influir en la investigación incluyen lo siguiente:

5.6.1. Limitaciones en la generalización.

Dado que esta investigación se enfoca en un conjunto específico de participantes y empresas, es posible que los resultados no sean completamente generalizables a todas las situaciones de automatización industrial en la Industria 4.0. Las diferencias en la industria, la ubicación geográfica y otros factores pueden influir en la aplicabilidad de los hallazgos.

5.6.2. Dependencia de la documentación disponible.

Finalmente, la investigación documental depende de la disponibilidad y la calidad de la documentación previamente existente, otro factor es considerar la veracidad de la documentación encontrada, ya que en la actualidad frente a la gran masa de información que se puede encontrar, muchas veces estas no llegan a contar con fuentes confiables o estudios comprobados que demuestre que dicha información presentada sea de carácter verídico. Limitaciones en la información disponible podrían restringir la amplitud del análisis y la interpretación de los resultados.

Es importante tener en cuenta estas limitaciones al interpretar los resultados de la investigación y al considerar la aplicabilidad de los hallazgos en contextos específicos. Estas limitaciones también pueden servir como punto de partida para investigaciones futuras que busquen abordar estos desafíos y expandir el conocimiento sobre la automatización industrial y la Industria 4.0.

5.7. Etapas y procedimientos de la investigación.

A partir de los objetivos establecidos se realiza un cuadro de procedimientos, en el cual se tiene por cada objetivo cumplir una secuencia de tareas, que completen y satisfagan los objetivos.

Tabla 1. Fases o etapas para el desarrollo de la investigación.

Objetivo General	Objetivos específicos	Etapas	Tareas
Analizar las tendencias actuales de la automatización en la	Identificar las diferentes tecnologías de automatización utilizadas en la Industria 4.0.	Análisis	Consultas bibliográficas
			Revisión de bases de datos
			Revisión de tecnologías existentes

Objetivo General	Objetivos específicos	Etapas	Tareas
industria, aplicada a contextos y servicios académicos en la UNIAGRARIA.	Investigar casos de estudio y ejemplos concretos de sistemas de automatización, para el sector académico.	Casos de estudio	Revisión de aplicaciones automatizadas
			Consulta de planos de implementaciones automatizadas
			Revisión de industrias aplicables a la automatización
	Evaluar los beneficios de la aplicación de la automatización en el sector académico.	Comprobación de tecnologías	Comparación de elementos del entorno
			Validación de costos de elementos del entorno
			Diagrama de causa y efecto de implementación industriales

Fuente: Propia de los autores.

Para comprender el desarrollo de la monografía, se describe de manera específica cada etapa de su elaboración, con el fin de alcanzar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Etapas de análisis: En esta etapa, se centra en proporcionar una comprensión profunda del concepto de automatización y su papel en la Industria 4.0. Aquí es donde puedes abordar aspectos teóricos, definiciones clave y tendencias históricas relacionadas con la automatización industrial. Además, destacar los beneficios y desafíos generales asociados con la implementación de tecnologías de automatización en entornos industriales.

Etapas de Casos de estudio: La siguiente fase, se busca respaldar el análisis teórico con ejemplos prácticos y casos de estudio

que ilustren la implementación exitosa de la automatización en la Industria 4.0. Cómo el desarrollo de algunas empresas específicas, sectores industriales o incluso países que hayan adoptado tecnologías de automatización de manera significativa.

Etapas de Comprobación de tecnologías: En la última etapa, se busca validar y consolidar las afirmaciones y hallazgos presentados en las etapas anteriores. Se llegan a incluir datos cuantitativos, encuestas o entrevistas para respaldar que puedan dar y respaldar a una serie de conclusiones. Finalmente, ofrecer recomendaciones para futuras investigaciones o acciones prácticas.

6. RECURSOS DISPONIBLES

6.1. Recursos propios.

Como recursos propios de la investigación se cuentan con herramientas tecnológicas que permiten el uso de la red en busca de documentación bibliográfica existente que permita desarrollar el estudio del proyecto.

Tabla 2. Generalidades en los recursos propios de los estudiantes.

RECURSOS DEL ESTUDIANTE					
Cantidad	Rubro	Detalles	Unidad	Valor c/u	Total
2	Personal	Estudiante, investigador	Hora	\$19.350	\$38.700
2	Herramienta	Computadores	Unitario	\$3.500.000	\$7.000.000
				Valor Total	\$ 7.038.700,00

Fuente: Propia de los autores.

6.2. Recursos de la institución.

Para el estudio se cuenta con el Curso de profundización de Automatización industrial, que permite la adquisición de conocimientos que ayuden en la investigación, así como la asesoría de docentes y prácticas mediante uso de softwares para dar un contexto a lo que se llega a aplicar en el entorno industrial, por otra parte, también se cuenta con el acceso a una base de datos en el repositorio universitario.

Tabla 3. Generalidades en los recursos proporcionados por la institución.

RECURSOS DA LA INSTITUCIÓN					
Cantidad	Rubro	Detalles	Unidad	Valor c/u	Total
2	Aprendizaje	Curso de Profundización	Hora	\$5.800.000	\$11.600.000
1	Información	Base de datos	Unidad	\$0	\$0
1	Software CodeSys	Libre	Mes	\$0	\$0
1	Software FluidSIM	Libre	Mes	\$0	\$0
				Valor Total	\$ 11.600.000,00

Fuente: Propia de los autores.

7. CRONOGRAMA

Para este proyecto de monografía, que tiene con el fin de optar al título de Ingenieros mecatrónicos, en el que se realizó un curso de diplomado de Automatización Industrial, en lo cual a medida de este se fueron estableciendo fechas de realización del documento, que establece las fases y actividades a realizar semana a semana, como lo describe en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Cronograma de actividades para la realización del ante proyecto de monografía.

Actividades	Octubre				Noviembre	
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Fase de Planeación						
Planeación de ideas						
Identificación del problema y planteamiento						
Fase de Investigación						
Revisión Bibliográfica						
Consulta de información						
Fase de Redacción						
Justificación del proyecto						
Definición de objetivos						
Marco referencial						
Metodología						
Cronograma						
Fase de Cierre						
Análisis de resultados						
Conclusiones						

Fuente: Propia de los autores.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 3D Systems (2023). Estereolitografía. <https://es.3dsystems.com/stereolithography>
- ACD (2020, 12, 11). Tipos de sistemas de control industrial. <https://acpautomatismos.com/tipos-de-sistemas-de-control-industrial/>
- Aceromafe (2022, 20, 10). Guía ABC sobre los procesos de manufactura. <https://www.aceromafe.com/procesos-de-manufactura/>
- Addingplus (2021). Grandes tendencias en la Industria 4.0 para 2021. <https://www.adding-plus.com/blog/grandes-tendencias-en-la-industria-4-0-para-2021/#:~:text=Las%20tendencias%20en%20la%20industria,artificial%20y%20el%20Big%20Data.>
- Aghenta, L. O., & Iqbal, M. T. (2019, May). Development of an IoT based open source SCADA system for PV system monitoring. In 2019 IEEE Canadian Conference of Electrical and Computer Engineering (CCECE).
- Agudelo, N., Tano, G., & Vargas, C. A. (2020). Historia de la automatización [PDF]. Bogotá. <https://ingenierovizcaino.com/ecci/aut1/corte1/articulos/Historia%20de%20la%20Automatizacion.pdf>
- Amazon (2023). ¿Qué es el IoT (Internet de las cosas)? <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/>
- Amazon (2023). ¿Qué es el machine learning? <https://aws.amazon.com/es/what-is/machine-learning/>
- Amazon (2023). ¿Qué es el aprendizaje mediante refuerzo? <https://aws.amazon.com/es/what-is/reinforcement-learning/#:~:text=El%20aprendizaje%20por%20refuerzo%20se,un%20nuevo%20estado%20del%20entorno.>
- Augusto, C (2017). La pirámide de la automatización. Steemit. <https://steemit.com/spanish/@autinf/la-piramide-de-automatizacion>
- Automatismos Mundo (2020, 07, 12). Los actuadores, sistemas automatizados. <https://automatismosmundo.com/sistemas-automatizados-los-actuadores/>
- Automatización Industrial 360 (s.f.). Tipos de automatización industrial y sus características. Retrieved October 18, 2023 from <https://automatizacionindustrial360.com/tipos/>
- Automation24 (2023). Sensores de posición. <https://www.automation24.es/sensores-de-posicion#:~:text=La%20ventaja%20de%20los%20sensores,de%20contacto%20con%20los%20componentes.>
- Atria Innovation (2018, 13, 11). AGVs ¿Vehiculos de guiado automático, todavía no sabes lo que son? <https://www.atriainnovation.com/agvs-vehiculos-de-guiado-automatgico-todavia-no-sabes-lo-que-son/>
- Agudelo, J.P. (2023, 21, 03). La importancia del IoT en la innovación territorial, energías renovables y eficiencia energética. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/la-importancia-del-iot-en-innovaci%C3%B3n-territorial-y-agudelo->

Canto, C. (2023). Sensores industriales [PDF]. InstrumentacionyControl.net. https://instrumentacionycontrol.net/Descargas/Documentacion/Instrumentaci%23U00f3n_Deteccion/lyCnet_23_SENORES_MEC_NICOS.pdf

CarboSystems (2023). Colada continua. <https://carbosystem.com/colada-continua/>

Cesur (2023). ¿Qué es el Cloud Computing Industrial 4.0 y por qué es el futuro? <https://www.cesurformacion.com/blog/cloud-computing-industrial-4#:~:text=El%20Cloud%20Computing%20en%20la,datos%20e%20informaci%C3%B3n%20en%20Internet.>

Chapoñan Valdivieso, J. (2018). Plan de mejora en los procesos productivos en la fabricación de muebles de melamina para incrementar la productividad en una empresa de Melamina Chiclayo 2018.

Cloud Computing: Aplicaciones en un solo lugar| Salesforce (n.d.). Retrieved October 17, 2023, from <https://www.salesforce.com/mx/cloud-computing/>

Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). Administración de las Operaciones.

Craig, J. J. (2006). Introduction to robotics. Pearson Educacion.

Creaform (2020, 24, 09). Sistemas de control de calidad automatizado. <https://www.creaform3d.com/blog/es/sistemas-de-control-de-calidad-automatizado/>

Conway, J (2016). The Industrial Internet of Things: An Evolution to a Smart Manufacturing Enterprise. https://www.voltimum.pt/sites/www.voltimum.pt/files/pdflibrary/the_industrial_internet_of_things- an evolution to a smart manufacturing enterprise.pdf

Danahé, S. (2015, 01, 04). Soldadura: métodos y fundamentos. Cero grados Celsius. <https://0grados.com/soldadura-metodos-y-fundamentos/>

Dassault Systemes (s.f.). Formado. <https://www.3ds.com/es/make/guide/process/forming>

Dassault Systemes (2023). Impresión 3D. <https://www.3ds.com/es/make/guide/process/3d-printing>

Delgado, R. (2023, 30, 04). Sistemas de automatización industrial: implantación y ejemplos de sistemas automatizados en la industria. Inesem. <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/sistemas-de-automatizacion-industrial/>

Delgado Díez (s.f.). Ingeniería de máquinas “Actuadores hidráulicos”. [PDF]. https://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Antonio%20Delgado%20Diez-Actuadores%20hidraulicos_2.pdf

Dempro (2022, 15, 02). ¿Por qué usar un sensor ultrasónico? <https://www.dempro.co/post/por-que-usar-un-sensor-ultrasonico>

Descubre Arduino (s.f.). Automatización industrial, definición, tipos y ejemplos. <https://descubrearduino.com/automatizacion-industrial/>

Diseño Asistido por Computador (CAD) | Siemens (n.d.). Retrieved October 17, 2023, from <https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/computer-aided-design-cad/12507>

Dickson, R. (2023, 24, 01). ¿Cuál es la evolución y la historia de la automatización? Fircelli Automations. <https://www.fircelliauto.com/es/blogs/actuators/what-is-the-evolution-and-history-of-automation>

DispatchTrack (s.f.). Logística de distribución de un producto: ejemplos y funciones. <https://www.beetrack.com/es/blog/logistica-de-distribucion-de-un-producto-ejemplos-y-funciones>

DispatchTrack (s.f.). Proceso de distribución por producto: ¿qué es y cuándo se aplica? <https://www.beetrack.com/es/blog/distribucion-por-producto>

Domótica integrada (2017). ¿Qué es la automatización industrial y cuáles son las claves de su éxito? <https://domoticaintegrada.com/automatizacion-industrial/#:~:text=Ejemplos%20de%20automatizaci%C3%B3n%20programable%20pueden,menores%20que%20la%20automatizaci%C3%B3n%20fija>

Dominguez, N. (2016, 04, 11). Robots Quirurjicos: Cita android. ELPAÍS. https://elpais.com/elpais/2016/11/04/ciencia/1478259217_885902.html

EAE Business School Barcelona (2023, 01, 09). Métodos de producción industrial: Modalidades, ventajas y desventajas. <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/metodos-de-produccion-industrial-modalidades-ventajas-y-desventajas/>

Edimar (2019). Fabricación aditiva: Definición, procesos y beneficios. <https://edimar.com/fabricacion-aditiva-que-es/>

EDS Robotics (2021, 28, 10). Soldadura robotizada. <https://www.edrobotics.com/blog/soldadura-robotizada/>

EDteam (2019). ¿Qué es Big Data? <https://ed.team/comunidad/que-es-big-data>

EOC (2018, 17, 05). Qué son y para qué sirven los PLC. <https://eoc.cat/que-son-los-plc/>

Epicor (2023). ¿Qué es la Industria 4.0: la Internet Industrial de las Cosas (IIoT)? <https://www.epicor.com/es-co/resources/articles/what-is-industry-4-0/>

Escalera, T. Rodríguez, A. (s.f.). Actuadores neumáticos [PDF]. <https://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Escalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>

Escalera (2021, 13, 12). Todo sobre actuadores. <https://especificarmag.com.mx/todo-sobre-los-actuadores-html/>

eWorkplace (2022). Líneas de ensamble: ¿cómo optimizarlas? <https://www.eworkplace.com/latam/2019/11/28/lineas-de-ensamble-como-optimizarlas/>

Fabricación Asistida por Computador (CAM) | Siemens (n.d.). Retrieved October 17, 2023, from <https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/computer-aided-manufacturing-cam/13139>

Ferremayoreo Elizondo (2021, 04, 12). MRO Simplificado: Producción en lotes vs flujo continuo. <https://blog.fmelizondo.com/produccion-lote-vs-flujo-continuo>

Festo (2023). Grandes avances en tiempos difíciles. https://www.festo.com/ar/es/e/soluciones/sostenibilidad-en-la-automatizacion/-id_1329982/

Filttext (2019, 14, 02). Procesos y técnicas del empaquetado industrial. <https://filttext.com/blog/tecnicas-de-empaquetado-industrial-filttext>

García, V. (2023). Procesos de manufactura. Autotec Engineering. <https://www.autotecengineering.com/uncategorized/proceso-de-manufactura/>

Gargona, L. (s.f.). Teoría de redes de computadoras [PDF]. Retrieved October 18, 2023, from https://www.oas.org/juridico/spanish/cyber/cyb29_computer_int_sp.pdf

GI Eicom (2021, 27, 04). Da un paso al futuro con un manejo de materiales robotizado. <https://blog.gieicom.com/da-un-paso-al-futuro-con-un-manejo-de-materiales-robotizado>

GI Eicom (2023). Transportadores aéreos. <https://www.gieicom.com/productos/sistema-de-transportadores/transportadores-aereos/>

GI Eicom (2023). Ensamble de productos. <https://www.gieicom.com/soluciones/ensamble-de-productos/>

Gobernación de México (2015). Guía de servicios públicos municipales [PDF]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171945/Guia_de_servicios_publicos_municipales_2015.pdf

Godec, D., Pilipović, A., Breški, T., Ureña, J., Jordá, O., Martínez, M., ... & Portolés, L. (2022). Introduction to additive manufacturing. In A Guide to Additive Manufacturing (pp. 1-44). Cham: Springer International Publishing.

Gomis, P. (2021, 22, 03). Integración Vertical: [Concepto, Tipos y Ejemplos]. Autorizado Red. <https://www.autorizadored.es/inversion/integracion-vertical/#:~:text=Integraci%C3%B3n%20equilibrada,-Existe%20un%20tercer&text=Se%20trata%20simplemente%20de%20una.con%20otra%20que%20est%C3%A1%20despu%C3%A9s.>

Gonzales Carachule, L. M., & Huanca Vilca, E. D. (2020). La calidad del servicio y su relación con la satisfacción de los consumidores de restaurantes de pollos a la brasa de Mariano Melgar, Arequipa 2018.

Google Cloud (2023). ¿Qué es la inteligencia artificial? <https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419>

Gómez, A. (2017, 17, 03). Industria conectada, Industria 4.0, transformación digital. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/industria-conectada-40-transformaci%C3%B3n-digital-alfredo-gomez>

González Vera, D (2019). Tecnologías de la industria 4.0 implementadas en la gestión de almacenes en Latinoamérica. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5422>

Gratas, B. (2023, 13, 07). ESM: ¿Qué es la Gestión de Servicios Empresariales? Invgate. <https://blog.invgate.com/es/gestion-de-servicios-empresariales#que-es-la-esm>

Hernando, J (2020, 05, 03). Tipos de transportadoras para industria. <https://www.jhernando.es/blog/tipos-de-transportadores-para-industria>

Hoyos Mesa, Hector. El hombre y la máquina, Visión de conjunto sobre nuevos sistemas de manufactura. Ed. 11. Revista Universidad Autónoma de Occidente. Octubre 1995.

IBM (2021, 03, 03). Servicios empresariales. <https://www.ibm.com/docs/es/mfci/7.6.2?topic=services-enterprise>

IC22 (s.f.). ¿Cómo seleccionar el controlador industrial ideal para mi sistema de automatización? ¿PLC o PAC? <https://www.ic22.com.mx/como-seleccionar-el-controlador-industrial-ideal-para-mi-sistema-de-automatizacion-plc-o-pac/>

Igus (2023, 23, 10). ¿Qué es el método FDM? <https://blog.igus.es/knowledge-base/que-es-el-metodo-fdm/>

Impresión3D (2023, 07, 09). Resina PolyJet. Todo lo que necesitas saber. <https://impresioni3d.com/resina-polyjet-todo-lo-que-necesita-saber/>

Industrias GSL (2021, 04, 07). ¿Qué es un sensor ultrasónico? <https://industriassgsl.com/blogs/automatizacion/sensor-ultrasonico>

Industry 4.0 reference architectures: State of the art and future trends. Computers and Industrial Engineering, 156. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107241>

Inesdi (2022, 10, 10). ¿Qué es el Aprendizaje supervisado en Machine Learning? <https://www.inesdi.com/blog/aprendizaje-supervisado-machine-learning/>

Infor (s.f.). ¿Qué es la industria de distribución? <https://www.infor.com/latam/distribucion-industries>

Infor (s.f.). ¿Qué es la industria de servicios? <https://www.infor.com/latam/service-industries>

Ingeniería Asistida por Computador (CAE) | Siemens (n.d.). Retrieved October 17, 2023, from <https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/computer-aided-engineering-cae/13112>

Ionos (2023, 13, 09). ¿Qué es el cloud? <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-el-cloud/>

Izaro (2017, 20, 04). Cinta transportadora de listones. <https://www.izaro.com/cinta-transportadora-de-listones/c-1492534450/#:~:text=Las%20cintas%20transportadoras%20de%20listones.tramo%20superior%20de%20la%20cinta.>

JOM (2023). Tipos de procesos industriales. <https://jom.es/tipos-procesos-industriales/>

Kumar, V., & Reinartz, W. (2018). Customer relationship management. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2006, 2012, 2018.

Keen Kontrol (s.f.). Relevo 14 Pines plano 24 VAC. <https://keenkontrol.com/relevos/91/relevo-14-pines-plano-24-vac>

Knauf Industries (2023, 14, 07). ¿Qué son los robots industriales y cómo funcionan? <https://knaufautomotive.com/es/que-son-los-robots-industriales-y-como-funcionan/>

Lacor (2015, 13, 09). Procesos de corte y soldadura. <https://www.lacorformacion.com/blog/procesos-de-corte-y-soldadura#:~:text=Los%20procesos%20de%20corte%20se,material%20a%20modo%20de%20viruta.>

Lauri, K. (2022, 27, 09). ¿Qué es la producción por lotes? MRPeasy. <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/produccion-por-lotes/#Ventajas de la produccion por lotes>

Litem (2023). Electro-mechanical Machines. <http://www.litem.info/>

Lis (s.f.). Distribución. <https://www.lis.eu/es/lexikon/distribucion/#:~:text=La%20distribuci%C3%B3n%20se%20refiere%20a,entrega%20directamente%20al%20consumidor%20final.>

Lora, A. (2022). Tratamientos térmicos en aplicaciones de ingeniería. Universidad del norte. <https://www.uninorte.edu.co/web/ceimun/home/-/blogs/tratamientos-termicos-en-aplicaciones-de-ingenieria>

Lucia, C. (2019, 29, 07). Guía completa: Binder Jetting o inyección de aglutinante, ¡te lo contamos todo! 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/inyeccion-aglutinante-te-lo-contamos-23032016/#!>

Maliza Paladines, G. L., & Feijoo Román, B. F. (2019). Diseño e implementación de módulo de electro-neumática industrial educativo (Bachelor's thesis).

Maloy, G. (2020, 09, 03). ¿Qué es un sensor y qué hace? DEWESoft. <https://dewesoft.com/es/blog/que-es-un-sensor>

Marín, H. (s.f.). Sistema de producción intermitente [PDF]. <https://hector.marinruiz.com.mx/wp-content/uploads/HUMANITAS-I-A-03-07-12-2021-REGRESION-LINEAL.pdf>

Martínez, J. (2019). Automatización Industrial, ¿qué es y cómo funciona? Vitc.Com. <https://vestertraining.com/automatizacion-industrial-que-es-como-funciona/>

Mathworks (2023). Deep Learning. <https://la.mathworks.com/discovery/deep-learning.html#:~:text=Los%20modelos%20de%20Deep%20Learning%20se%20entrenan%20mediante%20el%20uso,una%20extracci%C3%B3n%20manual%20de%20caracter%C3%ADsticas.>

Mathworks (2023). ¿Qué es la inteligencia artificial (IA)? <https://la.mathworks.com/discovery/artificial-intelligence.html>

Manufactura Latam (2014, 22, 07). Evolución de la automatización industrial. <https://www.manufactura-latam.com/es/noticias/evolucion-de-la-automatizacion-industrial>

Mecalux (2019, 11, 09). Transportadora de rodillos: Guía completa de aplicaciones para el almacén. <https://www.mecalux.com.co/blog/transportadores-rodillos-aplicaciones-almacen>

Mecalux (2020, 20, 01). Tipos de embalaje en logística: Primario, secundario o terciario. <https://www.mecalux.com.co/blog/tipos-de-embalaje-primario-secundario-terciario#:~:text=El%20embalaje%20primario%20contiene%2C%20guarda,%2C%20sacos%2C%20botellas%2C%20bolsas%E2%80%A6>

Mecalux (2021, 25, 03). Fabricación aditiva: la impresión 3D digitaliza la manufactura. <https://www.mecalux.com.co/blog/fabricacion-aditiva>

Mecalux (2021, 14, 12). La automatización flexible del almacén. <https://www.mecalux.com.co/blog/automatizacion-flexible>

Mecalux (2023, 16, 05). PLC en automatización. Qué es y aplicaciones. <https://www.mecalux.com.co/blog/plc-automatizacion>

MecatrónicaLATAM (2021, 05, 05). Sensor de posición. <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-posicion/>

MESbook (2023, 11, 10). 4 Tipos de producción industrial. <https://mesbook.com/tipos-produccion-industrial/>

MECOtech (2022, 08, 03). Ciberseguridad en automatización, premisas y retos para el éxito de la Industria 4.0. <https://mecotech.it/es/ciberseguridad-en-condiciones-de-automatizaci%C3%B3n-y-desaf%C3%ADos-para-el-%C3%A9xito-de-la-industria-4-0/>

Meléndez, J. (2023). Historia del telar mecánico. Muchahistoria. <https://muchahistoria.com/historia-del-telar-mecanico/#respon>

Milenio (2014, 23, 10). Automatización, elemento estratégico para la productividad. <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/instituto-tecnologico-de-estudios-superiores-de-monterrey/automatizacion-elemento-estrategico-para-la-productividad>

Ministerio de economía de Argentina (s.f.). ¿Qué es la Industria 4.0? <https://www.argentina.gob.ar/produccion/planargentina40/industria-4-0>

Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia (2019). Aspectos básicos de la industria 4.0. [PDF]. https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf

Mitsubishi ASX (2023). ¿Cuál es la clasificación de los sistemas de producción? Retrieved October 30, 2023, <https://www.clubmitsubishiasx.com/articulos/cual-es-la-clasificacion-de-los-sistemas-de-produccion#:~:text=%C2%BFcu%C3%A1les%20son%20los%20tipos%20de,flujo%20continuo%20y%20producci%C3%B3n%20intermitente.>

Mohammad, S. M., & Surya, L. (2018). Security automation in Information technology. International journal of creative research thoughts (IJCRT)–Volume, 6. Naeco (2021, 09, 02). La robótica en la paletización. <https://naeco.com/es/actualidad/la-robotica-en-la-paletizacion/>

Nasapack (2020, 03, 11). Principales tipos de empaque de uso industrial. <https://www.nasapack.com/tipos-de-empaque/>

Nasapack (2021, 25, 03). Conoce la definición de empaque industrial y sus características. <https://www.nasapack.com/definicion-de-empaque-industrial/#:~:text=El%20empaque%20es%20lo%20que,m%C3%A1s%20contacto%20con%20el%20producto.>

Neobotik (s.f.). ¿Qué tipos de automatización industrial hay y cuáles necesitas? Retrieved October 17, 2023, from <https://www.neobotik.com/tipos-de-automatizacion-industrial/>

Nexusintegra (2023). 10 beneficios de contar con un sistema de automatización industrial. <https://nexusintegra.io/es/10-beneficios-de-contar-con-un-sistema-de-automatizacion-industrial/>

Nakagawa, E. Y., Antonino, P. O., Schnicke, F., Capilla, R., Kuhn, T., & Liggesmeyer, P. (2021). From. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835221001455>

Norgren (2022, 27, 01). ¿Qué es un actuador eléctrico? <https://www.norgren.com/es/soporte/blog/what-is-an-electric-actuador#:~:text=Un%20actuador%20el%C3%A9ctrico%20es%20un,requiera%20fuerza%2C%20como%20la%20sujeci%C3%B3n.>

Núñez, M. (2021, 06). Aplicación de la estereolitografía para impresión 3D de medicamentos [PDF]. Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/133125/NU%C3%91EZ%20VARGAS%20MIGUEL%20JESUS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Meinsa (2022). Tipos de actuadores industriales. Retrieved October 29, 2023, <https://meinsa.com/2022/10/tipos-actuadores-industriales/>

Movicontrol (2020, 27, 11). Robótica e la inyección de plástico. <https://movicontrol.es/inyeccion-de-plastico-y-robotica/>

Oasys (2023). Qué es la automatización industrial y sus beneficios en la empresa. (2023, March 21). <https://oasys-sw.com/que-es-automatizacion-industrial-beneficios/>

Organización Mundial del Comercio (2023). Servicios de distribución. https://www.wto.org/spanish/tratop_s/serv_s/distribution_s/distribution_s.htm

Palorames, L., & Mertens, L. (1993). Empresa y trabajador ante la automatización programable. Mexico ante las nuevas tecnologías. CHH-UNAM.

Polaridad (s.f.). Desventajas del uso de PLC en sistemas de automatización. <https://polaridad.es/desventajas-del-uso-de-plc-en-sistemas-de-automatizacion/>

Power & Motions (2016, 21, 06). Principios ingenieriles básicos: Motores hidráulicos. <https://www.powermotiontech.com/hp-en-espanol/article/21886595/principios-ingenieriles-bsicos-motores-hidraulicos>

Protolabs (2022, 02, 11). Sinterizado selectivo por láser - Ventajas y desventajas. <https://www.protolabs.com/es-es/recursos/blog/sinterizado-selectivo-por-laser-ventajas-y-desventajas/>

Páez, G. (2021, 01, 06). Producción intermitente. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/produccion-intermitente.html>

Paredes Carrilo, N (2018, 18, 11). Industria 4.0 y sus Aplicaciones a la Optimización de Procesos Productivos: Revisión de Literatura. <https://es.scribd.com/document/540654991/Monografia-nelson-Enrique-paredes-Carrillo-1>

Posital (s.f.). Sensores de posición y movimiento posital.). Retrieved October 20, 2023, from <https://www.posital.com/es/productos/posital-position-and-motion-sensors.php>

Post Consumer Brands (2021, 12, 11). El proceso detrás de nuestro empaque de cereal eco-amigable. <https://www.postconsumerbrands.com/es/noticias/el-proceso-detras-de-nuestro-empaque-de-cereal-eco-amigable/>

Powerdata (2023). Big Data: ¿En qué consiste? Su importancia, desafíos y gobernabilidad. <https://www.powerdata.es/big-data>

ProfeJCBG (2022, 11, 05). Programación de autómatas programables. Justneuma. <https://justneuma.school.blog/2020/05/11/programacion-de-automatas-programables/>

Programación de PLC's: Lenguaje en Lista de Instrucciones [PDF] from <https://myelectronic.ueuo.com/Aplicaciones/curso%20de%20plc/Lenguaje%20en%20lista%20de%20instrucciones.pdf>

Propel Pack (2019). Transportador de cadena de listones de plástico / acero inoxidable. <https://es.propelpak.com/plastic-stainless-steel-slat-chain-conveyor.html>

PrototipadoLAB (2018, 05, 05). ¿Qué es un sensor? Tipos y diferencias. <https://prototipadolab.com/2018/05/05/que-son-los-sensores/>

QB Profe (2021, 24, 07). Tipos de sensores de proximidad. <https://www.qbprofe.com/automatizacion-instrumentacion-industrial/tipos-de-sensores-de-proximidad/>

QB Profe (2021, 23, 07). Sensor de proximidad capacitivo. <https://www.qbprofe.com/automatizacion-instrumentacion-industrial/sensor-de-proximidad-capacitivo/>

Quinteros, P. R. A., Zurita, M. C., Zambrano, N. C., & Manchay, E. L. (2020). Automatización de los procesos industriales. Journal of business and entrepreneurial studies: JBES, 4(2), 123-131.

Quiroa, M. (2020, 01, 05). Sistema de producción - Qué es, definición y concepto. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/sistema-de-produccion.html>

Quiroa, M. (2020, 01, 07). Estrategia de integración. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/estrategia-de-integracion.html>

Quiroa, M. (2020, 01, 08). Proceso de manufactura. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/proceso-de-manufactura.html>

¿Qué es la Industria 4.0? | Deloitte España. (n.d.). Retrieved October 12, 2023, from <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>

¿Qué es la Industria 4.0 y cómo funciona? | IBM. (n.d.). Retrieved October 12, 2023, from <https://www.ibm.com/es-es/topics/industry-4-0>

¿Qué es la vision artificial? | IBM (n.d.). Retrieved October 17, 2023, from <https://www.ibm.com/mx-es/topics/computer-vision>

¿Qué es un PLC y cómo funciona? – Industrias GSL. (2021, June 1). <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-plc-y-como-funciona>

¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)? | RedHat. (2023, January 20). <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>

Ramírez, L. (2023, 07, 03). ¿Qué significa IIoT o Internet Industrial de las Cosas? IEBS. <https://www.iebschool.com/blog/iiot-como-aplicar-el-internet-de-las-cosas-en-las-empresas-digital-business/>

Rechner Sensors (2020, 04). Sensor inductivo: Detección sin contacto de objetos de metal que se aproximan. <https://www.rechner-sensors.com/es/documentacion/knowledge/sensor-inductivo>

RedHat (2023, 20, 01). ¿Qué es el internet de las cosas (IoT)? <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>

Revista de robots (2023, 01, 07). Robótica. Qué es la robótica y para qué sirve. <https://revistaderobots.com/robots-y-robotica/que-es-la-robotica/?cn-reloaded=1>

Revista de robots (2021, 26, 10). Robot soldador industrial para soldadura automatizada. <https://revistaderobots.com/soldadura-robotizada/robots-industriales-de-soldadura-robotizada-automatica/?cn-reloaded=1>

Richard Dorf, J. A. S. (2006). Circuitos electricos. In Circuitos electricos.

Robopro (2022). ¿Sabes qué es la automatización industrial? <https://www.roboprosl.com/que-es-la-automatizacion-industrial/>

Robótica. ¿Qué es y para qué sirve? | Revista de Robots (2023, June 1). Retrieved October 17, 2023, from <https://revistaderobots.com/robots-y-robotica/que-es-la-robotica/>

Rocketbot (2022, 13, 05). Orígenes y evolución de la automatización. <https://www.rocketbot.com/es/2022/05/13/origenes-y-evolucion-de-la-automatizacion/>

SafetyCulture (2023, 29, 05). Breve guía para la producción por lotes. <https://safetyculture.com/es/temas/operaciones-de-manufactura/produccion-por-lotes/#:~:text=Algunos%20ejemplos%20de%20art%C3%ADculos%20producidos,d e%20diferentes%20tallas%20y%20dise%C3%B1os>

Sagioglu, S., & Sinanc, D. (2013, May). Big data: A review. In 2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS) (pp. 42-47). IEEE.

Salado, M. Á. G. (2019). La cuarta revolución industrial: ¿Una gran oportunidad o un verdadero desafío para el pleno empleo y el trabajo decente? Relaciones Laborales y Derecho del Empleo.

Sanchis, R., Romero, J. A., Ariño, / C V, Sanchis, R., Julio, L., Romero, A., Carlos, P., & Latorre, V. A. (n.d.). Automatización industrial. Retrieved October 13, 2023, from www.sapientia.uji.es

SAP (s.f.). ¿Qué es el Internet Industrial de las Cosas (IIoT)? [https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/industry-4-0/what-is-iiot.html#:~:text=IIoT%20significa%20Internet%20de%20las,y%20sensores\)%20en%20aplicaciones%20industriales](https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/industry-4-0/what-is-iiot.html#:~:text=IIoT%20significa%20Internet%20de%20las,y%20sensores)%20en%20aplicaciones%20industriales).

SAP (2023). ¿Qué es la industria 4.0? <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/industry-4-0/what-is-industry-4-0.html>

SAP (2023). ¿Qué es un Sistema de ejecución de fabricación (MES)? <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/execution-mes/what-is-mes.html#:~:text=Un%20sistema%20de%20ejecuci%C3%B3n%20de%20fabricaci%C3%B3n%20o%20MES%20es%20un,prima%20hasta%20los%20productos%20terminados>.

SAS (2023). Big Data Qué es y por qué es importante. https://www.sas.com/es_co/insights/big-data/what-is-big-data.html

SAS (2023). Inteligencia Artificial. https://www.sas.com/es_co/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html

Schneider Electric (2019). Lenguaje de diagrama de función continua (CFC). https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/SoMProg/SoMProg/CFC_Editor/CFC_Editor-2.htm#XREF_D_SE_0083490_1

Schneider Electric (2019). SFC - Lenguaje de diagrama funcional secuencial. [https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/SoMProg/SoMProg/SFC_Editor/SFC_Editor-3.htm#:~:text=El%20diagrama%20funcional%20secuencial%20\(SFC,cualquier%20lenguaje%20de%20programaci%C3%B3n%20disponible](https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/SoMProg/SoMProg/SFC_Editor/SFC_Editor-3.htm#:~:text=El%20diagrama%20funcional%20secuencial%20(SFC,cualquier%20lenguaje%20de%20programaci%C3%B3n%20disponible).

Scribd (2018, 05, 02). Clasificación de actuadores. <https://es.scribd.com/document/370755788/Clasificacion-de-Actuadores>

SDI (s.f.). ¿Cuáles son los lenguajes de programación PLC? Retrieved October 21, 2023, from <https://sdindustrial.com.mx/blog/lenguajes-de-programacion-plc/>

SDI (s.f.). Tipos de Automatización industrial. From <https://sdindustrial.com.mx/blog/conoce-mas-automatizacion-industrial/#Tipos-de-automatizacion-industrial>

SDI (2022). ¿Qué son y qué incluyen los servicios industriales? <https://sdindustrial.com.mx/blog/servicios-industriales-que-son/>

SEIKA Automation. (n.d.). Los 5 Niveles de la Automatización Industrial, SEIKA Automation. Retrieved October 13, 2023, from <https://www.seika.com.mx/5-niveles-de-la-automatizacion-industrial/>

SENA (2005). PLC – Controladores lógicos programables [PDF]. From <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3124/TorresZambranoJe;jsessionid=CCB21BB20C9EA4681954CFE5C0A6ADE6?sequence=5#:~:text=Los%20lenguajes%20de%20programaci%C3%B3n%20para,esquem%C3%A1ticos%20y%20diagramas%20de%20bloques.>

Sensoricx (s.f.). ¿Cuál es la diferencia entre un PLC y un DCS? <https://sensoricx.com/control-logico-programable-plc/cual-es-la-diferencia-entre-un-plc-y-un-dcs/>

Sicma21 (2021, 12, 03). Automatización Industrial: qué es y por qué es tan importante. <https://www.sicma21.com/automatizacion-industrial-importancia-y-beneficios/>

Sicma21 (2021, 11, 10). Qué es un HMI y como funciona. <https://www.sicma21.com/que-es-un-hmi-y-como-funciona/>

Sierra-García, J. E., & Santos, M. (2021). Redes neuronales y aprendizaje por refuerzo en el control de turbinas eólicas. Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial, 18(4), 327-335.

SimpliRoute (2022, 03, 04). Sistema de producción: Qué es y cuáles son los tipos. <https://simpliroute.com/es/blog/sistema-de-produccion-que-es-y-cuales-son-los-tipos>

SMC International Training (s.f.). Piramide de la Automatización. From <https://www.smctraining.com/es/webpage/indexpage/311>

SoftExpert ESM (s.f.). Software para la gestion de servicios empresariales. <https://www.softexpert.com/es/solucao/gestion-servicios-empresariales-esm/>

Solidworks (2023, 26, 01). Novedades de CAD 3D de SOLIDWORKS 2023. <https://blogs.solidworks.com/solidworkslatamyesp/solidworks-blog/3dexperience-works/3dexperience-solidworks/novedades-de-cad-3d-de-solidworks-2023/>

Sulburán, I. (2023, 28, 08). ¿Qué es programación? Tiffin University. <https://global.tiffin.edu/noticias/que-es-programacion>

Sulburán, I. (2023, 03, 10). Procesos de manufactura: Clasificación y tipos. Tiffin University. <https://global.tiffin.edu/noticias/procesos-de-manufactura-clasificacion-y-tipos>

TAPYC (2018, 12, 04). Una alineación adecuada permite mantener la productividad de las cintas transportadoras. <https://www.cintastransportadorastapyc.com/una-alineacion-adecuada-permite-mantener-la-productividad-de-las-cintas-transportadoras/>

Telefónica Tech (2021, 02, 12). Tipos de aprendizaje en Machine Learning: supervisado y no supervisado. <https://telefonicatech.com/blog/que-algoritmo-elegir-en-ml-aprendizaje>

Texfire (2021). ¿Conoces la diferencia entre la soldadura heterogénea, homogénea y/o autógena? https://texfire.net/es/blog/48_diferencia-entre-soldadura-heterogenea-homogenea-autogena.html

TIBCO (2023). ¿Qué es el aprendizaje no supervisado? <https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-unsupervised-learning>

Tic Portal (2023, 05, 09). ¿Qué es un sistema ERP y para qué sirve? <https://www.ticportal.es/temas/enterprise-resource-planning/que-es-sistema-erp>

Todo ingeniería industrial (s.f.). Formado mecánico, forjado, prensado, estirado, cizallado, doblado, extrusión, embutido y troquelado. <https://todoingenieriaindustrial.wordpress.com/procesos-de-fabricacion/3-2-formado-mecanico-forjado-prensado-estirado-cizallado-doblado-extrusion-embutido-y-troquelado/>

Todo Polímeros (s.f.). Procesos de moldeo. <https://todoenpolimeros.com/procesos-de-moldeo/>

Tyagi, A. K., Fernandez, T. F., Mishra, S., & Kumari, S. (2020, December). Intelligent automation systems at the core of industry 4.0. In International conference on intelligent systems design and applications (pp. 1-18). Cham: Springer International Publishing.

Ultimaker3D Solutions (2023). Ultimaker S3. <https://www.ultimaker.3dsolutions.com.co/ultimaker-s3>

Umesal (2019, 25, 06). Cómo funciona el proceso de mecanizado. <https://umesal.com/como-funciona-el-proceso-de-mecanizado/>

Universidad Nacional del Rosario (s.f.). Fundición y Moldeo [PDF]. <https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/14246/9201-19%20TALLER%20Fundici%C3%B3n%20y%20Moldeo.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Universidad de Panamá (2019, 30, 04). Tecnología de última generación ¿Qué son los Nanobots? <https://launiversidad.up.ac.pa/node/864>

Universidad Profinet (s.f.). Automatización Industrial y Ethernet. Retrieved October 21, 2023, from <https://profinetuniversity.com/category/automatizacion-industrial/>

Universidad Profinet (s.f.). Controladores para Automatización. Retrieved October 21, 2023, from <https://profinetuniversity.com/automatizacion-industrial/controladores-para-automatizacion/>

Universitat Politècnica de Catalunya (s.f.). Robótica médica. <https://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/salut.html>

Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2017). Industry 4.0: managing the digital transformation. Springer.

Hugh Boyes, Tim Watson, Bil Hallaq, Joe Cunningham, 2018, The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361517307285#ack0005>

RedHatLinux (2023). ¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)? <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iiot>

Jorge G. de Opazo ,(s.f) , Robótica en agricultura: perspectivas y avances <https://lahuertadigital.es/robotica-agricultura-perspectivas/>

Walther (2023, 26, 04). ¿Qué son los modelos de inteligencia artificial y cuáles son los más usados? Dongee. [https://www.dongee.com/tutoriales/que-son-los-modelos-de-inteligencia-artificial-y-cuales-son-los-mas-usados/#:~:text=Los%20modelos%20de%20inteligencia%20artificial%20\(IA\)%20son%20algoritmos%20y%20enfoques, en%20m%C3%A1quinas%20y%20sistemas%20inform%C3%A1ticos.](https://www.dongee.com/tutoriales/que-son-los-modelos-de-inteligencia-artificial-y-cuales-son-los-mas-usados/#:~:text=Los%20modelos%20de%20inteligencia%20artificial%20(IA)%20son%20algoritmos%20y%20enfoques, en%20m%C3%A1quinas%20y%20sistemas%20inform%C3%A1ticos.)

Weg (2023). Sensores de proximidad capacitivos. https://www.weg.net/catalog/weg/AR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas%2C-Sensores-Industriales-y-Fuentes-de-Alimentaci%C3%B3n/Sensores-Industriales/Sensores-de-proximidad-capacitivos/Sensores-de-proximidad-capacitivos/p/MKT_WDC_GLOBAL_CAPACITIVE_SENSORS

Weg (2023). Sensores Magnéticos. https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas%2C-Sensores-Industriales-y-Fuentes-de-Alimentaci%C3%B3n/Sensores-Industriales/Sensores-Magn%C3%A9ticos/Sensores-Magn%C3%A9ticos/p/MKT_WDC_BRAZIL_SENSORS_MAGNETIC_SENSORS

Westreicher, G. (2020, 01, 04). Producción industrial. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/produccion-industrial.html>

Westreicher, G. (2020, 01, 02). Servicio público. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/servicio-publico.html>

Wong, N. (2022). Proceso de fundición. GoConqr. <https://www.goconqr.com/mapamental/26813338/proceso-de-fundicion>

Valero, C. Casas, I. Fagua, L. Mendoza, P (2021). Proyecto de grado: plan de implementación de tecnologías 4.0 en el proceso de tintorería para tejido de punto de fibra sintética en encajes s.a. Colombia [Tesis de grado]. Universidad El Bosque. https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/6586/Valero_P_ortilla_Ceudiel_Alexis_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Velásquez, N; Estevez, E & Mabel, P. (2022). Cloud Computing, Big Data and the Industry 4.0 Reference Architectures. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6754492>

Velasco, C. (s.f.). Procesos industriales [PDF]. Universidad Itaca. <https://cursos.aiu.edu/PROCESOS%20INDUSTRIALES/Sesi%C3%B3n%207/PDF/Procesos%20Industriales%20Sesi%C3%B3n%207.pdf>

Venmir (2020, 15, 05). Cómo instalar una banda transportadora de cadena table top. <https://venmir.com/como-instalar-una-banda-transportadora-de-cadena-table-top/>

Villada, O. & Hincapié, O (2016). Diseño, construcción y simulación de la automatización de una máquina selectora de tuercas según su tamaño [PDF]. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/ccb8d32c-2e5f-4266-8038-0399d7285732/content>

Villajulca, J.C. (2011, 14, 10). Introducción a los DCS: Sistemas de control distribuido. InstrumentacionyControl.net. <https://instrumentacionycontrol.net/introduccion-a-los-dcs-sistemas-de-control-distribuido/>

VH (2021). Fábrica de tubos de acero: Conoce más de los procesos. <https://vh.cl/blog/tubos-de-acero-conoce-los-procesos/>

Yumbra, M. R. (2011). Encadenamiento agroalimentario: ¿Solución sustentable de desarrollo rural o consolidación del poder agroindustrial? Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial, (2), 115-134.