

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN AUTOMATIZACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL

Tema:

“SISTEMA DE MANUFACTURA FLEXIBLE ORIENTADO A INDUSTRIA
4.0”

Trabajo de Investigación, previo la obtención del Grado Académico de Magister
en Automatización y Sistemas de Control.

Autor: Ing. David Trajano Basantes Montero

Director: Ing. Sylvia Nathaly Rea Minango, M. Eng.

Ambato – Ecuador

2019

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por la Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg., e integrado por los señores Ing. Edín Alex Garcés Coca, Mg., Ing. Edgar Patricio Córdova Córdova, Mg., Ing. Darío José Mendoza Chipantasi, Mg. designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “Sistema de manufactura flexible orientado a industria 4.0”, elaborado y presentado por el Ingeniero David Trajano Basantes Montero, para optar por el Grado Académico de Magister en Automatización y Sistemas de Control; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
Presidente de Tribunal



Ing. Edín Alex Garcés Coca, Mg.
Miembro de Tribunal



Ing. Edgar Patricio Córdova Córdova, Mg.
Miembro de Tribunal



Ing. Darío José Mendoza Chipantasi, Mg.
Miembro de Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “Sistema de manufactura flexible orientado a industria 4.0”, le corresponde exclusivamente al Ingeniero David Trajano Basantes Montero, autor bajo la Dirección del Magister Sylvia Nathaly Rea Minango, Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. David Trajano Basantes Montero

C.C.: 1804091179

AUTOR



Ing. Sylvia Nathaly Rea Minango

C.C.: 1721261921

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Ing. David Trajano Basantes Montero

C.C.: 1804091179

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a mi madre, con su amor incondicional ha sido mi apoyo siempre. A mi padre, con su ejemplo ha forjado mi carácter. A mis hermanos, su cariño nunca me ha faltado.

David Trajano Basantes Montero

AGRADECIMIENTO

A mi familia amigos y compañeros, a mi tutora Ing. Nathaly Rea y demás docentes que me brindaron su apoyo.

David Trajano Basantes Montero

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
EXECUTIVE SUMMARY	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1.1. Tema de investigación.....	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Contextualización.....	3
1.2.2. Árbol del problema.....	5
1.2.3. Análisis crítico.....	6
1.2.4. Prognosis	6
1.2.5. Formulación del problema.....	7
1.2.6. Preguntas directrices.....	7
1.2.7. Delimitación del problema	7
1.3. Justificación	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo general	8
1.4.2. Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO II.....	10
2.1. Antecedentes investigativos	10
2.2. Fundamentación filosófica	13
2.3. Fundamentación legal.....	13
2.4. Categorías fundamentales.....	14
2.4.1. Redes de inclusiones conceptuales	14
2.4.2. Constelación de ideas	15

2.4.3.	Automatización	16
2.4.4.	PLC (Controlador Lógico programable).....	17
2.4.5.	Electro neumático.....	17
2.4.6.	Sensores	17
2.4.7.	Actuadores.....	18
2.4.8.	Válvulas	19
2.4.9.	Redes Industriales.....	20
2.4.10.	Industria 4.0.....	21
2.4.11.	Técnicas de Industria 4.0.....	22
2.4.12.	Big Data y análisis.....	23
2.4.13.	Robots Autónomos	23
2.4.14.	Simulación.....	24
2.4.15.	Integración horizontal y vertical del sistema	24
2.4.16.	El Internet Industrial de las Cosas.	24
2.4.17.	La Seguridad Cibernética	25
2.4.18.	La Nube.....	25
2.4.19.	Fabricación Aditiva	26
2.4.20.	Realidad Aumentada	26
2.4.21.	Sistemas de control.....	26
2.4.22.	Sistemas de control en lazo cerrado.....	27
2.4.23.	Sistemas de control en lazo abierto.....	27
2.4.24.	Control ON/OFF.....	28
2.4.25.	Manufactura	28
2.4.26.	Manufactura integrada por computadora	29
2.4.27.	Manufactura celular.....	30
2.4.28.	Sistemas flexibles de manufactura.....	30
2.4.29.	Parámetros de flexibilidad	31
2.5.	Hipótesis	32
2.6.	Señalamiento de variables de la hipótesis.....	32
CAPÍTULO III.....		33
3.1.	Enfoque de la Investigación	33
3.2.	Modalidad de la Investigación.....	33
3.2.1.	Investigación Aplicada	33
3.2.2.	Investigación Documental o Bibliográfica	33
3.2.3.	Investigación de Campo	34
3.2.4.	Investigación Experimental	34

3.3.	Nivel o tipo de investigación	34
3.4.	Población y muestra	35
3.5.	Recolección de información	35
3.5.1.	Técnica e instrumentos para la recolección de la información.....	35
3.6.	Operacionalización de variables	36
3.7.	Procesamiento y análisis	39
3.7.1.	Procesamiento	39
3.7.2.	Análisis e interpretación de resultados	39
CAPÍTULO IV		40
4.1.	Análisis de Resultados.....	40
4.1.1.	Resultados de la encuesta	40
4.2.	Verificación de la hipótesis	47
4.2.1.	Modelo lógico	47
4.2.2.	Modelo Experimental	47
4.2.3.	Modelo estadístico.....	49
5.	CAPÍTULO V	53
5.1.	Conclusiones	53
5.2.	Recomendaciones.....	53
6.	CAPÍTULO VI.....	55
6.1.	Datos informativos	55
6.1.1.	Título.....	55
6.1.2.	Institución ejecutora	55
6.1.3.	Beneficiarios.....	55
6.1.4.	Ubicación	55
6.1.5.	Equipo técnico responsable	56
6.2.	Antecedentes de la propuesta	56
6.3.	Justificación	56
6.4.	Objetivos de la propuesta	57
6.4.1.	Objetivo general	57
6.4.2.	Objetivos específicos.....	57
6.5.	Análisis de factibilidad	57
6.5.1.	Factibilidad operativa	57
6.5.2.	Factibilidad técnica.....	58
6.5.3.	Factibilidad económica.....	58
6.6.	Fundamentación científico – técnica	58
6.7.	Metodología, Modelo operativo	68

6.8.	Desarrollo de la propuesta.....	69
6.8.1.	Situación actual del sistema.....	69
6.8.2.	Equipos y elementos utilizados en el sistema	75
6.8.3.	Mantenimiento del sistema.....	80
6.8.4.	Planos eléctricos y diagrama neumáticos.....	83
6.8.5.	Tabla de símbolos, Diagramas de mando-movimiento y GRAFCET	83
6.8.6.	Programación del PLC	95
6.8.7.	Integración Horizontal y Vertical del sistema.....	97
6.8.8.	Análisis de datos.....	105
6.8.9.	La Nube.....	110
6.8.10.	Simulación.....	113
6.8.11.	Pruebas	114
6.8.12.	Fase 1: Funcionamiento Base	114
6.8.13.	Fase 2: Funcionamiento Flexible.....	117
6.8.14.	Conclusiones y recomendaciones	123
	Bibliografía.....	125
	Anexos	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1: Árbol del problema.....	5
Fig. 2.1: Variables dependientes e independientes de las categorías fundamentales	14
Fig. 2.2: Constelación de ideas de la Variable independiente.....	15
Fig. 2.3: Constelación de ideas de la Variable dependiente.....	16
Fig. 2.4: Tipos de sensores de desplazamiento, posición y proximidad	18
Fig. 2.5: Clasificación de los actuadores neumáticos	19
Fig. 2.6: Clasificación de válvulas neumáticas según su función	19
Fig. 2.7 Pirámide de las comunicaciones	21
Fig. 2.8: Evolución de la industria	22
Fig. 2.9: Tecnologías Industria 4.0.....	23
Fig. 4.1: Gráfico de resultados de la pregunta 1.	40
Fig. 4.2: Gráfico de resultados de la pregunta 2	41
Fig. 4.3: Gráfico de resultados de la pregunta 3	42
Fig. 4.4: Gráfico de resultados de la pregunta 4	43
Fig. 4.5: Gráfico de resultados de la pregunta 5	44
Fig. 4.6: Gráfico de resultados de la pregunta 6	44
Fig. 4.7: Gráfico de resultados de la pregunta 7	45
Fig. 4.8: Gráfico de resultados de la pregunta 8	46
Fig. 4.9: Especificación de las regiones de aceptación y rechazo.....	50
Fig. 6.1: Sistema de manufactura modelo.....	59
Fig. 6.2: PLC S7-300	60
Fig. 6.3: PLC S7-1200	61
Fig. 6.4: El bus AS-i dentro de los diferentes niveles de comunicación industrial	61
Fig. 6.5: Estructura y tipos de perfiles Profibus.....	62
Fig. 6.6: Posibilidades de comunicación en Ethernet	64
Fig. 6.7: Sistemas de Integración Horizontal y Vertical	68
Fig. 6.8: Metodología para resolver la problemática	70
Fig. 6.9: Flujo de Distribución	71
Fig. 6.10: Flujo de Verificación	71
Fig. 6.11: Flujo de Manipulación.....	72

Fig. 6.12: Flujo de Maquinado.....	73
Fig. 6.13: Flujo de Almacenamiento.....	74
Fig. 6.14: Flujo de Calcificación.....	74
Fig. 6.15: Flujo de Transporte.....	75
Fig. 6.16: Análisis situación inicial.....	79
Fig. 6.17: Estado inicial del sistema.....	79
Fig. 6.18: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Distribución	84
Fig. 6.19: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Verificación	86
Fig. 6.20: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Manipulación.....	88
Fig. 6.21: GRAFCET Maquinado.....	89
Fig. 6.22: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Manipulación1	91
Fig. 6.23: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Distribución	92
Fig. 6.24: GRAFCET Transporte.....	93
Fig. 6.25: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Clasificación	95
Fig. 6.26: Configuración de HW y parametrización de encoders	96
Fig. 6.27: Conexión de función SFB 47.....	97
Fig. 6.28: Topología Red ASi Bus.....	98
Fig. 6.29: Consola de direccionamiento y esclavos As-i	99
Fig. 6.30: Configuración de HW AS-i	99
Fig. 6.31: Accesos a esclavos AS-i	102
Fig. 6.32: Estructura maestro-esclavo Red Profibus.....	102
Fig. 6.33: Configuración PLC Red Profibus.....	103
Fig. 6.34: Topología Red Profibus.....	103
Fig. 6.35: Características Red Profibus.....	103
Fig. 6.36: Topología Red Profinet.....	104
Fig. 6.37: Topología Red Profinet.....	104
Fig. 6.38: Configuración variables NI OPC Server	105
Fig. 6.39: Configuración variables Labview.....	106
Fig. 6.40: Estructura HMI	106
Fig. 6.41: Ventana principal HMI.....	107
Fig. 6.42: Ventana del administrador HMI.....	107
Fig. 6.43: Ventana del operador HMI.....	108

Fig. 6.44: Ventana mercancías entrantes HMI.....	108
Fig. 6.45: Ventana proceso HMI.....	109
Fig. 6.46: Ventana almacén HMI.....	109
Fig. 6.47: Ventana mercancías salientes HMI	110
Fig. 6.48: Ventana producción HMI	110
Fig. 6.49: Configuración servidor web	111
Fig. 6.50: Servidor web dispositivo móvil.....	111
Fig. 6.51: Servidor web PC.....	112
Fig. 6.52: Servidor web datos de producción.....	113
Fig. 6.53: Servidor web análisis de producción.....	113
Fig. 6.54: Simulación del sistema en CiroS.....	114
Fig. 6.55: Producción	115
Fig. 6.56: Lazos de control estación de verificación.....	116
Fig. 6.57: Lazos de control estación de maquinado.....	116
Fig. 6.58: Lazos de control estación de clasificación.....	117
Fig. 6.59: Cilindros maquinados	118
Fig. 6.60: Cilindros clasificados por color.....	119
Fig. 6.61: Cilindros clasificados por tamaño	119
Fig. 6.62: Sistema de manufactura modelo mercancías entrantes, proceso.....	122
Fig. 6.63: Sistema de manufactura modelo almacén, mercancías salientes.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Aplicaciones importantes de las computadoras en la manufactura....	30
Tabla 3-1: Población y Muestra	35
Tabla 3-2: Variable Independiente: Técnicas de industria 4.0	36
Tabla 3-3: Variable dependiente: Flexibilidad del sistema.....	37
Tabla 3-4: Plan de recolección de la información.....	38
Tabla 4-1: Cuadro porcentual pregunta 1	40
Tabla 4-2: Cuadro porcentual pregunta 2	41
Tabla 4-3: Cuadro porcentual pregunta 3	42
Tabla 4-4: Cuadro porcentual pregunta 4	42
Tabla 4-5: Cuadro porcentual pregunta 5	43
Tabla 4-6: Cuadro porcentual pregunta 6	44
Tabla 4-7: Cuadro porcentual pregunta 7	45
Tabla 4-8: Cuadro porcentual pregunta 8	46
Tabla 4-9: Ficha de observación del sistema de manufactura modelo	48
Tabla 4-10: Comparación de la hipótesis: Parámetros de flexibilidad.	49
Tabla 4-11: Comparación de la hipótesis: Nuevas tecnologías definidas dentro de Industria 4.0.....	50
Tabla 4-12: Frecuencias observadas.	51
Tabla 4-13: Frecuencias esperadas.	51
Tabla 4-14: Cálculo de Chi Cuadrado.....	51
Tabla 6-1: Elementos área de Distribución.....	75
Tabla 6-2: Elementos área de Verificación.....	76
Tabla 6-3: Elementos área de Manipulación.....	76
Tabla 6-4: Elementos área de Maquinado.....	76
Tabla 6-5: Elementos área de Almacenamiento	77
Tabla 6-6: Elementos área de Clasificación.....	77
Tabla 6-7: Elementos área de Transporte	78
Tabla 6-8: Ficha de mantenimiento Distribución	80
Tabla 6-9: Ficha de mantenimiento Verificación	80
Tabla 6-10: Ficha de mantenimiento Manipulación	81
Tabla 6-11: Ficha de mantenimiento Maquinado	81

Tabla 6-12: Ficha de mantenimiento Almacén.....	82
Tabla 6-13: Ficha de mantenimiento Clasificación	82
Tabla 6-14: Tabla de símbolos Distribución.....	83
Tabla 6-15: Tabla de símbolos Verificación.....	85
Tabla 6-16: Tabla de símbolos Manipulación	86
Tabla 6-17: Tabla de símbolos Maquinado.....	88
Tabla 6-19: Tabla de símbolos Manipulacion1	89
Tabla 6-18: Tabla de símbolos Almacenamiento	91
Tabla 6-20: Tabla de símbolos Transporte	92
Tabla 6-21: Tabla de símbolos Clasificación.....	93
Tabla 6-22: Tabla de direcciones AS-i	100
Tabla 6-23: Variedad de partes	118
Tabla 6-24: Resumen pruebas.....	121

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL / DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AUTOMATIZACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL

TEMA:

SISTEMA DE MANUFACTURA FLEXIBLE ORIENTADO A INDUSTRIA 4.0

AUTOR: ING. DAVID TRAJANO BASANTES MONTERO

DIRECTOR: ING. SYLVIA NATHALY REA MINANGO

FECHA: NOVIEMBRE, 2018

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación sobre “Sistema de manufactura flexible orientado a industria 4.0”, tiene como objetivo analizar la influencia de las herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 en el incremento de la flexibilidad de un sistema de manufactura.

Actualmente la competencia global, desarrollo tecnológico e innovación, presentan un reto para las empresas, sobretodo de manufactura, pues se ven forzadas a reconfigurar sus procesos para el creciente mercado de productos personalizados.

La industria 4.0 y la manufactura generan una transformación, en la que las tecnologías tanto de fabricación como de la información se han integrado para crear eficientes sistemas de manufactura, gestión y formas de hacer negocios, a través de tecnologías como integración vertical y horizontal, análisis de datos, nube y simulación, entre otras; sistemas que permiten automatizar los procesos de fabricación para alcanzar una mayor flexibilidad, así como atender de forma oportuna a las necesidades del mercado.

En función de este proyecto se pretende implementar un sistema de manufactura modelo para determinar la flexibilidad alcanzada de la aplicación de tecnologías orientadas a Industria 4.0 en función a los parámetros establecidos.

En conclusión, la aplicación de nuevas herramientas tecnológicas para el desarrollo de los sistemas de manufactura promueve al crecimiento de la industria nacional en conceptos de flexibilidad siendo un referente en cuanto a la investigación relacionada de estos temas.

Además, la capacidad de análisis de dichas posibilidades aplicadas dentro del laboratorio del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico a través del modelo a escala y técnicas de simulación constituye un aporte fundamental para el desarrollo de la educación técnica superior.

Descriptor: Manufactura, Flexibilidad, Industria 4.0, Redes Industriales, Interfaz Hombre Maquina, Big Data, Integración Horizontal y Vertical, Computación en la Nube, Simulación, Sistemas de producción modular.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL /DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AUTOMATIZACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL

THEME:

FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM ORIENTED TO INDUSTRY 4.0

AUTHOR: ING. DAVID TRAJANO BASANTES MONTERO

DIRECTED BY: ING. SYLVIA NATHALY REA MINANGO

DATE: Agosto, 2018

EXECUTIVE SUMMARY

The research on the "Flexible manufacturing system oriented to industry 4.0", aims to analyze the influence of technological tools oriented to Industry 4.0 and the flexibility of a manufacturing system.

Currently, global competition, technological development and innovation, the challenge of companies, the development of manufacturing, the forced and the reconfiguration of processes for the growing market of personalized products.

Industry 4.0 and manufacturing generate a relationship, in which technologies, both manufacturing and information have been integrated to create efficient systems of manufacturing, management and ways of doing business, through technologies such as vertical and horizontal integration, analysis of data, cloud and simulation, among others; systems that allow automating the manufacturing processes to achieve greater flexibility, as well as attending the timely manner to market needs.

Based on this project, we intend to implement a model manufacturing system to determine the flexibility of the application of the technologies oriented to Industry 4.0 according to the established parameters.

In conclusion, the application of new technological tools for the development of manufacturing systems promotes the growth of the national industry in the concepts of flexibility as a reference in research related to these issues.

In addition, the ability to analyze these applications can be applied in the laboratory of the Higher Technological Technological Institute through a climbing model and simulation techniques in a fundamental contribution to the development of higher technical education.

Keywords: Manufacturing, Flexibility, Industry 4.0, Industrial Networks, Man Machine Interface, Big Data, Horizontal and Vertical Integration, Cloud Computing, Simulation, Modular production systems.

INTRODUCCIÓN

Los conceptos de la Industria 4.0 actualmente desafían a las empresas de fabricación en varias divisiones, tales como compras, producción, logística, ventas y recursos humanos. Los recientes avances en la industria manufacturera permiten que la información de todas las perspectivas relacionadas, se monitoreen de cerca y se sincronicen entre el nivel físico de la fábrica y el espacio cibernético computacional.

Además, al utilizar el análisis avanzado de la información, las máquinas en red podrán rendir de manera más eficiente y colaborativa. Dicha tendencia está transformando la industria manufacturera a la siguiente generación, es decir, la Industria 4.0. (Lee, Bagheri, & Kao, 2015)

La investigación se encuentra dividida en seis capítulos descritos a continuación.

En el Capítulo I, se describe el problema en cuanto a la aplicación de tecnologías y su efecto en la capacidad de flexibilidad de un sistema de manufactura, se establecen preguntas a ser corroboradas con el desarrollo de esta investigación, se justifica el tema y por último se plantean los objetivos con el fin de delimitar el alcance de la investigación.

El Capítulo II presenta los antecedentes investigativos tomados como punto de partida de la investigación, se establece un marco teórico en función a las categorías fundamentales que son Industria 4.0 y sistemas de manufactura; se formula la hipótesis, así como el señalamiento de las variables a considerar.

En el Capítulo III se define el enfoque de la investigación, la modalidad de la investigación, el nivel o tipo de investigación, la población y muestra de la producción del sistema de manufactura modelo sobre la que se pretende trabajar, las técnicas e instrumentos que serán utilizadas. A través de las estrategias y métodos seleccionados para la recolección de información se procede al análisis de los datos obtenidos.

El Capítulo IV muestra el análisis efectuado a partir de los datos obtenidos de la situación actual del sistema y una encuesta realizada al personal involucrado del

ITS Central Técnico, planteamiento de la hipótesis nula y alterna; y su posterior verificación a través de la aplicación del método chi cuadrado.

En el capítulo V se concluye de la investigación realizada en función de la propuesta a desarrollarse, y se establece recomendaciones pertinentes.

El Capítulo VI describe la propuesta en función de la implementación de un sistema de manufactura a través de tecnologías orientadas a industria 4.0 y su alcance definido por los objetivos establecidos, así como el desarrollo del mismo y sus respectivos resultados y conclusiones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema de investigación

SISTEMA DE MANUFACTURA FLEXIBLE ORIENTADO A INDUSTRIA 4.0

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Contextualización

La falta de automatización en las actividades puede inhabilitar el crecimiento de la productividad y otros beneficios tanto a nivel de los procesos y negocios individuales como a nivel de economías completas donde la necesidad de acelerar la mejora en productividad es extrema.

A nivel microeconómico, las empresas en todas partes del mundo tienen la oportunidad de capturar beneficios y lograr ventajas competitivas gracias a las tecnologías de automatización, no solo por reducciones de costo de mano de obra sino también de los beneficios del desempeño como son una mayor producción, mejor calidad y menores tiempos muertos. A nivel macroeconómico, a partir del modelado de escenarios, se estima que la automatización podría aumentar el crecimiento de la productividad a nivel mundial de un 0.8 hasta 1.4 por ciento anualmente. (Manyika, y otros, 2017)

La automatización tendrá efectos de amplio espectro en todas partes y sectores, aunque es un fenómeno global, cuatro economías (China, India, Japón y los EE.UU.) representan un poco más de la mitad del total de salarios y casi dos tercios del número de empleados asociados con actividades que son automatizables si se adaptan las tecnologías probadas en la actualidad. (Manyika, y otros, 2017)

En América Latina el 60% de los trabajos son susceptibles de automatizar, en Ecuador un 49% de los procesos manuales son susceptibles de ser reemplazados por alta tecnología. (Banco Mundial, 2016)

Las industrias como la manufactura y la agricultura incluyen actividades físicas predecibles que tienen un alto potencial de automatización, pero las bajas tarifas salariales en algunos países en desarrollo pueden frenar su adopción. Las empresas manufactureras deben resistir una creciente competencia global en diferentes dimensiones estratégicas, como los costos de producción, la calidad del producto y la innovación del producto.

La producción industrial actual se enfrenta a muchos desafíos críticos ya que los usuarios finales requieren continuamente productos altamente personalizados en pequeños lotes. (Wang, Wan, Zhang, Li, & Zhang, 2016)

El impacto de la producción industrial sobre el medio ambiente en términos de calentamiento climático global y la contaminación ambiental es grave. El consumo de recursos no renovables como el petróleo y el carbón aumenta y la industria sufre un suministro cada vez menor de mano de obra debido al envejecimiento de la población. Por lo tanto, los procesos industriales necesitan lograr una alta flexibilidad y eficiencia, así como un bajo consumo y coste de energía. (Wang, Wan, Zhang, Li, & Zhang, 2016)

Ecuador ocupa el puesto número 60 del mundo en función del producto industrial, siendo la octava economía industrial de América Latina. (Garzón, Kulfas, Palacios, & Tamayo, 2016). “El nivel de automatización que presentan las industrias, es en accionamiento manual 48%, semiautomático 27%, automático 18%, y computarizado con 7%. Los resultados presentados dan a conocer el bajo nivel de tecnología que está presente en las PYMES” (Sánchez & Pizarro, 2010, pág. 1) dejando a un lado la integración vertical de varios componentes para implementar un sistema de fabricación flexible y reconfigurable es decir una fábrica inteligente. En industrias de altos niveles de producción por la gran demanda, estos métodos se tornan ineficientes generando productos de mala calidad, poco confiables y aumentado su costo.

El sector industrial ecuatoriano se caracteriza por una presencia predominante de ramas intensivas en recursos naturales y trabajo, y menor presencia de ramas intensivas en ingeniería de acuerdo a la clasificación de Katz y Stumpo (2001) Hacia el año 2013, los sectores intensivos en ingeniería explicaban algo menos del 10% del empleo y del valor agregado industrial. Por su parte, las ramas intensivas en trabajo concentraban el 41% del empleo, y el 17% del valor agregado manufacturero. El papel central lo ocupan las ramas intensivas en recursos naturales que explicaban en 2013 casi la mitad del empleo industrial, y el 73% del valor agregado sectorial. (Garzón, Kulfas, Palacios, & Tamayo, 2016)

En las universidades y empresas, actualmente se investigan nuevas tecnologías que ayuden a optimizar los procesos de fabricación industrial local; el uso de técnicas de Industria 4.0 son conceptos poco difundidos y utilizados.

1.2.2. Árbol del problema

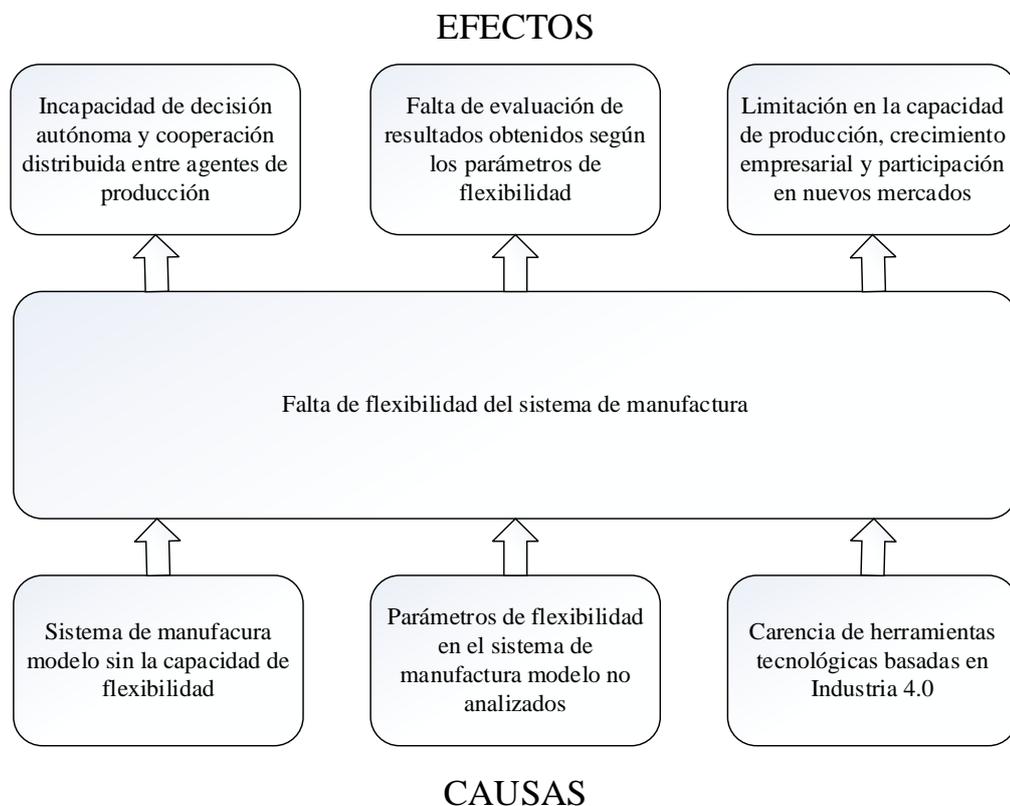


Fig. 1.1: Árbol del problema

Elaborado por: El investigador

1.2.3. Análisis crítico

Las empresas manufactureras deben resistir una creciente competencia global en diferentes dimensiones estratégicas, como los costos de producción, la calidad del producto, la innovación y flexibilidad de producción, sin embargo, el desconocimiento y poca investigación hacen que las empresas limiten dichas capacidades.

En industrias parcialmente automatizadas, la flexibilidad se ve claramente afectada por la toma de decisiones que provoca interrupciones en las líneas de producción, incrementa los tiempos de elaboración, lo que finalmente se traduce en altos costos y disminución de ingresos.

Es necesario que los sistemas de manufactura sean evaluados a través de parámetros definidos para establecer el margen de flexibilidad que posee la planta, de esta manera se pretende detectar las falencias y mejoras posibles a través de la implementación de tecnologías orientas a Industria 4.0.

La carencia de nuevas herramientas tecnológicas enmarcadas en el desarrollo de Industria 4.0 limita la capacidad de producción, crecimiento empresarial y participación en nuevos mercados de manera exponencial.

1.2.4. Prognosis

Un sistema de fabricación auto organizado permite que las empresas eleven sus niveles de productividad, mejoren la calidad de sus productos, se facilite las actividades operativas, acciones que se traducen en menores costos de producción y mayores ingresos, facilitando la expansión comercial de la empresa.

Si las empresas no implementan nuevas tecnologías, limitan su capacidad de producción, crecimiento empresarial y participación en nuevos mercados puesto que la innovación determina los siguientes hechos: renovación y ampliación de la gama de productos y servicios, renovación y ampliación de los procesos productivos, cambios en la organización y en la gestión, cambios en las cualificaciones de los profesionales. (Sánchez & Pizarro, 2010)

1.2.5. Formulación del problema

¿Cuánto influye la aplicación de nuevas herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 en la flexibilidad de un sistema de manufactura?

1.2.6. Preguntas directrices

- ¿Cómo desarrollar el sistema de manufactura modelo orientado a industria 4.0?
- ¿Qué parámetros de flexibilidad pueden ser analizados con el desarrollo del sistema de manufactura modelo orientado a industria 4.0?
- ¿Qué herramientas tecnológicas basadas en Industria 4.0 pueden ser aplicadas?

1.2.7. Delimitación del problema

- **Límite del contenido**

Área Académica: Sistemas de Fabricación y Producción Automática.

Línea de investigación: Sistemas de automatización avanzados en la industria.

- **Limite espacial**

Carrera de Electricidad del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico en la provincia de Pichincha, ciudad de Quito.

- **Límite Temporal**

Este proyecto se realizará en un lapso de 3 meses a partir de la aprobación del Honorable Consejo Académico de la Facultad de ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato.

1.3. Justificación

La influencia de las herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 como el análisis de los datos de los procesos, la interconectividad y la digitalización de la información, permitirá determinar el incremento de la flexibilidad de un sistema de manufactura. Dichas herramientas se encuentran a disposición y son aplicables

dentro de un entorno industrial para la mejora sustancial de la flexibilidad de producción.

La investigación está orientada a la aplicación del conocimiento científico-técnico, incentivando la interacción entre la investigación universitaria, el entorno tecnológico y el sector industrial; dando lugar a la generación de conocimiento mediante la investigación. En el Código de Economía Social de los Conocimientos, la Creatividad y la Innovación –Código INGENIOS– el Artículo 39 del Capítulo II del Libro II - De la Investigación Responsable y la Innovación Social, “Comprende los procesos investigativos encaminados a obtener resultados orientados al incremento de la productividad, la diversificación productiva, la satisfacción de necesidades o al efectivo ejercicio de los derechos de las personas, las comunidades, los pueblos, las nacionalidades y de la naturaleza”.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021, en el Eje 2 de la Economía al servicio de la Sociedad, en el objetivo 5 describe claramente “impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento sostenible”; en este sentido, el reto más significativo se encuentra en el cambio de la matriz productiva del país; para lo cual las políticas 5.2 y 5.6 se refieren a promover la productividad, competitividad y calidad de los productos mediante la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar la influencia de las herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 en el incremento de la flexibilidad de un sistema de manufactura a través de Sistemas de Producción Modular.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar pruebas de campo considerando los cuatro parámetros de flexibilidad: Variedad de partes, cambios de cronograma de producción, Recuperación de errores, nuevas piezas a fabricar.
- Determinar herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 para lograr un incremento en la flexibilidad dentro del sistema de manufactura.
- Implementar un sistema de manufactura modelo a través de la aplicación de herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 con la finalidad elevar su flexibilidad

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

Una vez realizadas las investigaciones pertinentes acerca del tema propuesto, se han encontrado los siguientes trabajos relacionados con sistema de manufactura flexible e Industria 4.0:

- Brettel, Klein, & Friederichsen (2016) en *The relevance of manufacturing flexibility in the context of Industrie 4.0* presentan un “enfoque de integrar los aspectos clave de Industria 4.0 en el desarrollo de la teoría de la producción que muestra una mayor necesidad de avanzar en nuestra comprensión de la flexibilidad en el contexto de producción” (pág. 105).
- Soler & Wollschlaeger (2017) en *Control as an Industrie 4.0 Component Network-adaptive Applications for Control* señalan que “La evolución de la industria requerirá soluciones flexibles para todas las aplicaciones, incluido el control industrial. Este requisito implica renovadas estrategias y sistemas de gestión, que incluyen redes inteligentes, estrategias similares a la nube para la potencia informática y nuevos enfoques para resolver problemas aún desconocidos” (pág. 4).
- Mätzler & Wollschlaeger (2017) en *Interchange Format for the Generation of Functional Elements for Industrie 4.0 Components* describen que “los componentes de Industria 4.0 deberían ofrecer una funcionalidad flexible para sistemas de producción modernos. Para lograr esta flexibilidad, proporcionan funciones que describen e implementan de manera sencilla” (pág. 5453).
- Pethig, Niggemann, & Walter (2017) en *Towards Industrie 4.0 Compliant Configuration of Condition Monitoring Services* mencionan que “los primeros resultados de la estandarización son el Modelo de Arquitectura de Referencia Industrie 4.0 (RAMI 4.0) y el Componente I4.0. El componente I4.0 comprende activo y AAS. El AAS es la interfaz genérica para I4.0 y representa información, p. ej. sobre componentes, máquinas y plantas, basado en propiedades estandarizadas de acuerdo con IEC 61360.” (pág. 271)

- Ali Khan, Wisniewski, Lang, & Jasperneite (2017) en *Analysis of the Requirements for Offering Industrie 4.0 Applications as a Cloud Service* señalan que “Industria 4.0 introduce un concepto de producción digitalizada al permitir la integración ágil y flexible de nuevos modelos de negocios, al tiempo que mantiene los costos de fabricación y la eficiencia a un nivel razonable.” (pág. 1181)
- Wang, Wan, Zhang, Li, & Zhang (2016) en *Towards smart factory for industry 4.0 a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination* concluyen que “las tecnologías de la información emergentes, como IoT, big data y cloud computing, junto con las tecnologías de inteligencia artificial, ayudan a implementar la fábrica inteligente de Industry 4.0 (pág. 167).
- Petrasch & Hentschke (2016) en *Process modeling for industry 4.0 applications: Towards an industry 4.0 process modeling language and method* mencionan que el término Industria 4.0 se deriva de la nueva (cuarta) revolución industrial que permite a los proveedores y fabricantes aprovechar nuevos conceptos tecnológicos como Internet of Things, Big Data y Cloud Computing: se pueden crear productos y servicios nuevos o mejorados, reducir los costos y aumentar la productividad. Términos similares son Smart Factory o Smart Manufacturing. Las ideas, conceptos y tecnologías ya no son exageraciones, son al menos en parte realidad, pero muchos aspectos de desarrollo y especificación de software aún no están suficientemente cubiertos, por ejemplo. Estandarización, especificación y lenguajes de modelado. (pág. 2)
- Li & Lau (2017) en *A Critical Review of Product Safety in Industry 4.0 Applications* indican que “la industria 4.0 o la cuarta revolución industrial, introducida por el gobierno alemán en 2012, es un nuevo concepto de aplicación de sistemas cibernéticos a través de una estrategia de alta tecnología para visualizar todo el proceso de fabricación desde el cumplimiento de pedidos. (pág. 1663).
- Li & Lau (2018) en *Integration of industry 4.0 and assessment model for product safety* concluyen que los modelos de evaluación actuales en productos de consumo podrían mejorarse para minimizar el peligro para la seguridad y

proteger la seguridad del consumidor antes de lanzar al mercado productos de consumo. (pág. 5)

- Barros Losada & Muñuzuri Sanz (2017) en su Trabajo Fin de Grado titulado *La Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones* concluyen que “diversos estudios consideran que la industria manufacturera será una de las grandes beneficiadas por cambios como el uso del Big Data, debido a que una única máquina es capaz de recopilar grandes cantidades de información simple, tales como medidas de la pieza que se produce, lo que da lugar a una enorme cantidad de datos a analizar y que pueden ser útiles para la organización futura de la producción. (pág. 47)

Una de las principales fuentes de desarrollo es:

- SmartFactoryKL es una red de más de 45 organizaciones miembros de la industria y la investigación. Estos socios realizan proyectos de investigación y desarrollo relacionados con Industria 4.0 y la fábrica del futuro. El trabajo abarca desde el desarrollo de su visión y la preparación de descripciones hasta la implementación industrial. Proporciona una plataforma neutral para el intercambio entre empresas e institutos líderes en relación con Industria 4.0.

Las primeras aplicaciones de Industria 4.0 se encuentran en el sector aeronáutico y el sector de la automoción como, por ejemplo:

- Desarrollado por Airbus Group, DAR System *Drones and Augmented Reality for aircraft Maintenance* ha revolucionado los procesos de trabajo del mantenimiento de aeronaves a lo largo de la cadena de valor de los mismos. El uso de drones para realizar las inspecciones visuales detalladas, la detección de la defectología a través de tratamiento de imágenes, el uso de Realidad Aumentada para la gestión de los trabajos planificados y no planificados contextualizados en el avión o el uso de dispositivos, como gafas inteligentes, que soporten las actividades de producción y permitan la conectividad entre los miembros de los equipos, son las distintas tecnologías que integra DAR.

- Norsk Titanium (NTi), el primer proveedor de componentes estructurales de titanio estructural de calidad aeroespacial, fabricados de forma aditiva como una de las tecnologías de Industria 4.0 y con certificación de la FAA (Administración Federal de Aviación), ha anunciado un hito importante en la producción cualificada de componentes de titanio por tecnologías 3D para los Boeing 787 Dreamliner's.
- Tesla ha desarrollado vehículos autónomos de interior AIV's *Autonomous Indoor Vehicles* con la capacidad de desplazarse de manera autónoma por la planta realizando tareas de transporte de piezas o herramientas, de menor o mayor tamaño según el tipo de robot para facilitar las tareas de los operarios. Los motivos por los que Tesla es uno de los principales ejemplos de la inclusión de tecnologías Industria 4.0 radican en las características de sus productos pues están dotados del software necesario para cumplir la función de Autopilot, o conducción autónoma.

2.2. Fundamentación filosófica

La investigación se enmarca en el paradigma Crítico Propositivo, es crítico porque se realiza un análisis crítico del problema, por medio de una investigación básica aplicada. Propositivo porque propone una solución factible al problema a través de trabajos desarrollados en la misma línea.

2.3. Fundamentación legal

La investigación se fundamenta por la Constitución del Ecuador del año 2008 en su artículo 334 literal 3, el cual establece lo siguiente: “El Estado promoverá el acceso equitativo a los factores de producción, para lo cual le corresponderá: 3) Impulsar y apoyar el desarrollo y la difusión de conocimientos y tecnologías orientados a los procesos de producción.”

En la Constitución de la República del Ecuador 2008, el Art. 350 señala que “el sistema de Educación Superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanística; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las

culturas; la constitución de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.”

En el mismo texto, se define a los sectores estratégicos como aquellos que, por su trascendencia y magnitud, tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental en el país, para lo cual el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia (art. 313).

2.4. Categorías fundamentales

A continuación, se muestra una visión dialéctica de concepciones que sustentan las variables del problema, así como los gráficos de inclusión interrelacionados. En la Figura 2.1 se detalla las redes de inclusiones conceptuales y las variables dependientes e independientes de las categorías fundamentales. En la Figura 2.2 y 2.3 se muestra la constelación de ideas de la variable independiente y dependiente respectivamente.

2.4.1. Redes de inclusiones conceptuales

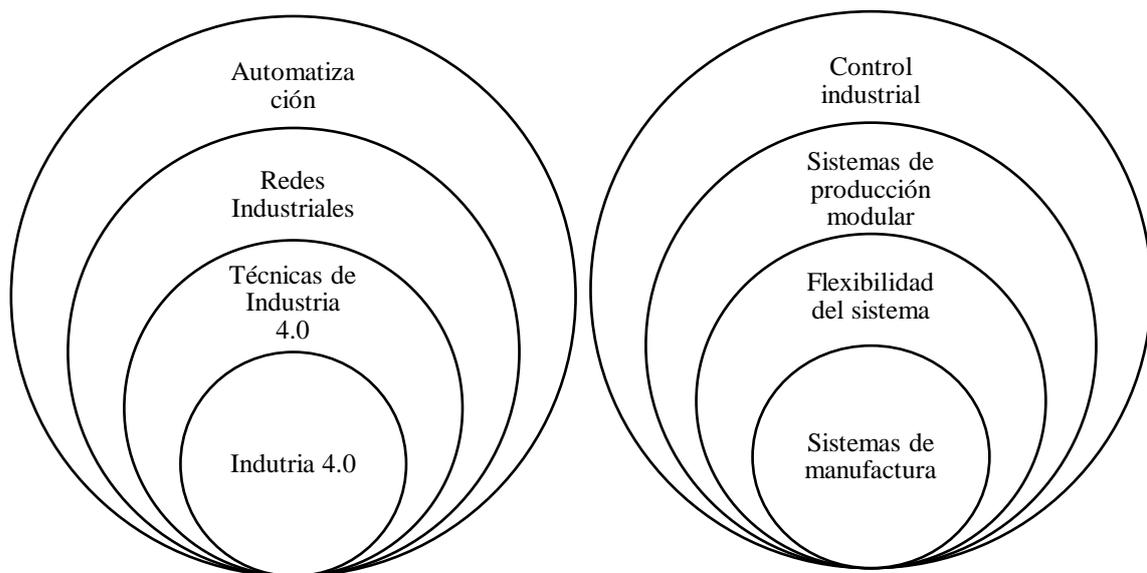


Fig. 2.1: Variables dependientes e independientes de las categorías fundamentales

Elaborado por: El investigador

2.4.2. Constelación de ideas

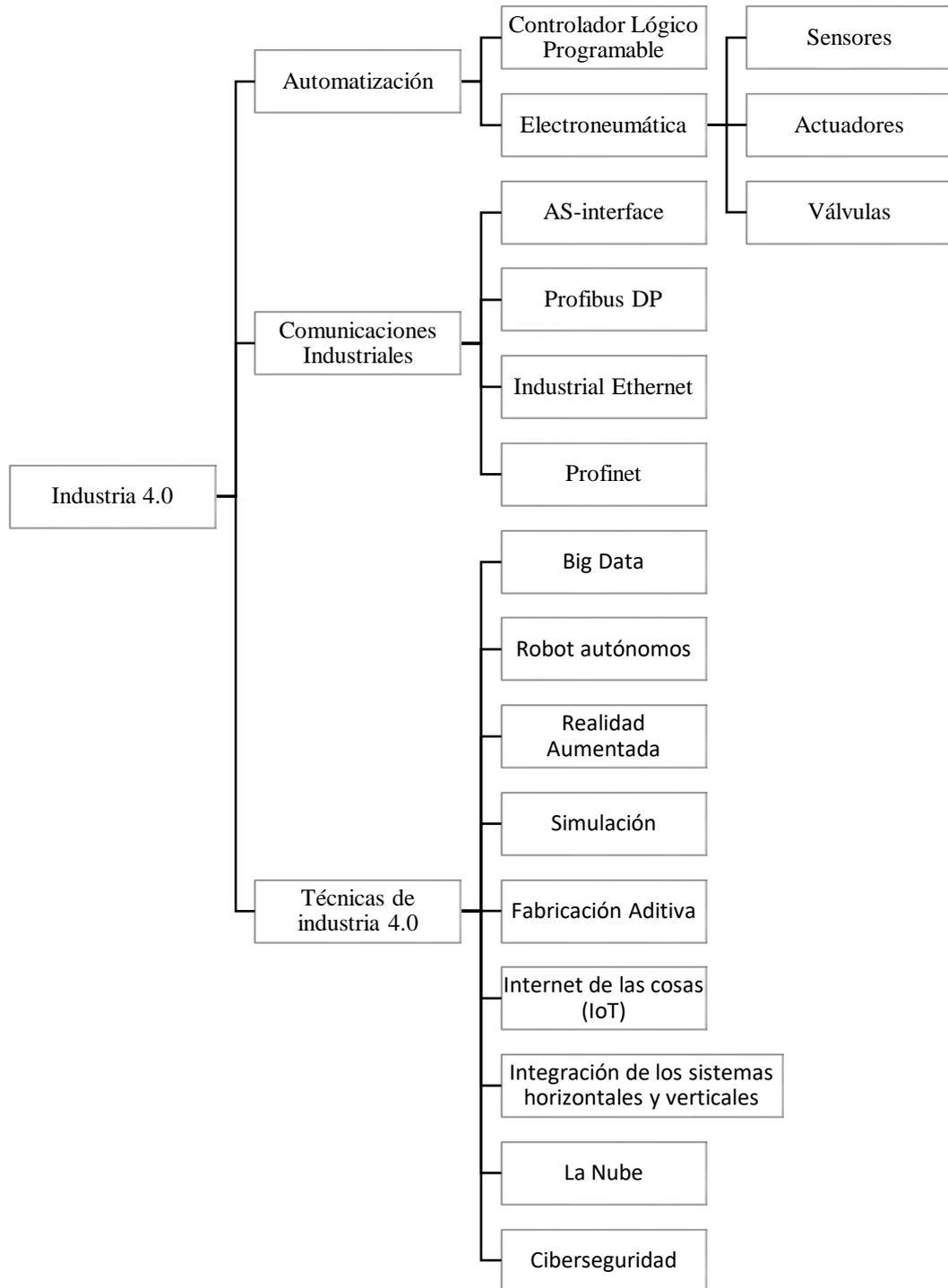


Fig. 2.2: Constelación de ideas de la Variable independiente

Elaborado por: El investigador

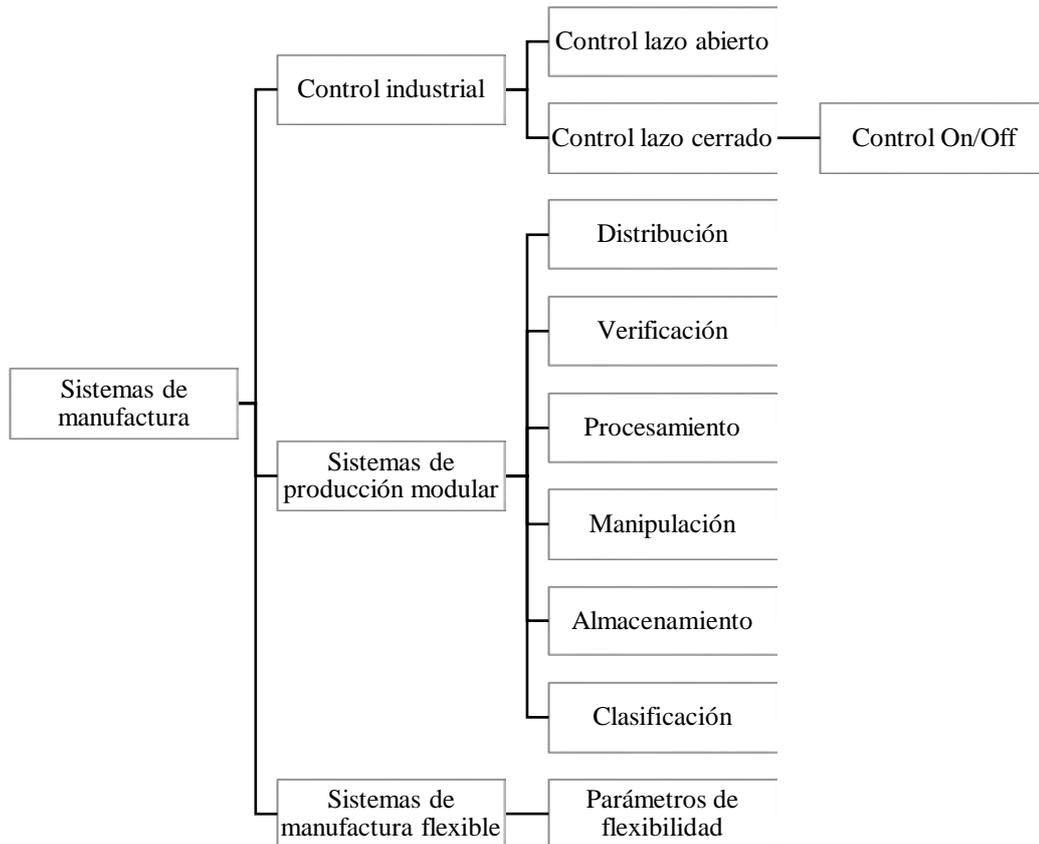


Fig. 2.3: Constelación de ideas de la Variable dependiente

Elaborado por: El investigador

2.4.3. Automatización

La automatización de un proceso industrial, (máquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo, de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento. (García Moreno, 1999)

En la actualidad la automatización está presente en la robótica, incluso se emplea en la industria farmacéutica, petroquímica, mecánica, entre otras. Empleando así soluciones para los operarios que trabajan con sustancias peligrosas, materiales o actividades que afectan a la integridad humana (JOM, 2017). Con la complicidad de diferentes niveles de automatización, se asegura la competitividad y la inclusión de robots proporcionando a nivel industrial ventajas en la producción con beneficios económicos y de muy buena calidad.

Se puede decir que las razones de la automatización de las plantas de proceso son proporcionar un entorno seguro y a la vez mantener la calidad deseada del producto y alta eficiencia de la planta con reducción de la demanda de trabajo humano (Smith & Corripio, 1991)

2.4.4. PLC (Controlador Lógico programable)

Un PLC – *Programmable Logic Controller* (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico que posee una memoria programable con la capacidad de almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo, aritméticas, etc. con el objeto de controlar máquinas y procesos.

Un PLC permite controlar un proceso o realizar una secuencia de acciones de manera automática a partir de un programa definido por el usuario. (Daneri, 2008)

2.4.5. Electro neumático

La fuerza del aire es aprovechada desde hace miles de años en veleros y molinos. La palabra *neumática* proviene del griego *pneumatikós*, que significa respiración. Se entiende por neumática la parte de la ciencia de la física que trata de las propiedades de los gases y, por lo tanto, también del aire.

En muchos sectores de la técnica de automatización de procesos industriales se utiliza la neumática y electro neumática. En plantas industriales de todo el mundo se usan sistemas de control electro neumáticos para controlar el funcionamiento de equipos de fabricación, líneas de ensamblaje y máquinas de envasado. (Ebel, Idler, Prede, & Scholz, 2010)

2.4.6. Sensores

Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es función de la variable medida. (Pallás Areny, 2004)

Sensores de desplazamiento, posición y proximidad.

Los sensores de desplazamiento miden la magnitud que se desplaza un objeto; los sensores de posición determinan la posición de un objeto en relación a un punto de referencia. Los sensores de proximidad son una modalidad de sensor de posición y determinan en que momento un objeto se mueve dentro de una distancia crítica del sensor. (Pallás Areny, 2004)

En la Figura 2.4 se establece una clasificación de los principales sensores de desplazamientos.

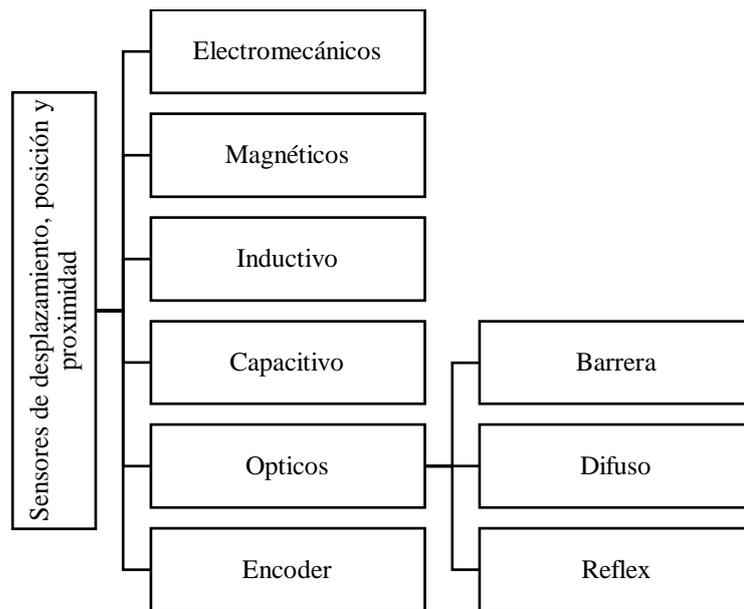


Fig. 2.4: Tipos de sensores de desplazamiento, posición y proximidad

Elaborado por: El investigador

2.4.7. Actuadores

Un actuador o elemento de trabajo transforma la energía en trabajo. La señal de salida es controlada por el mando y el actuador reacciona a dicha señal por acción de los elementos de maniobra.

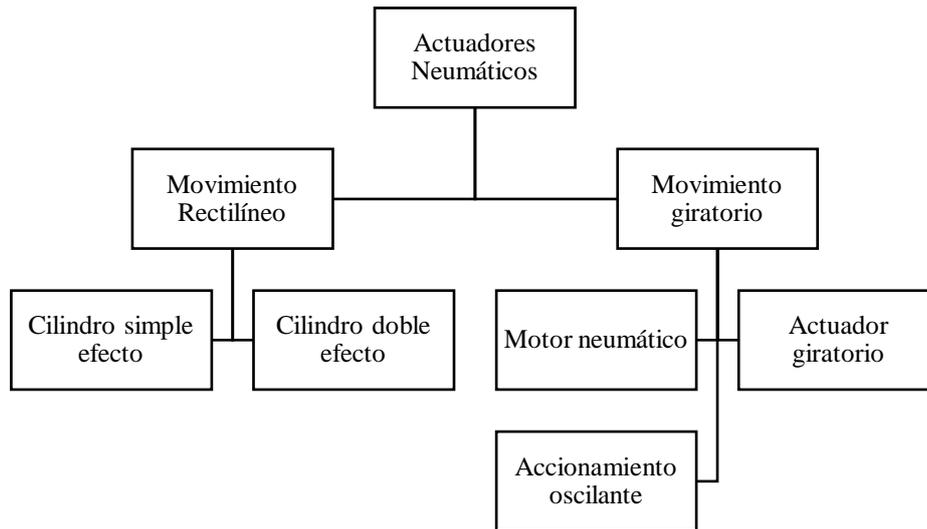


Fig. 2.5: Clasificación de los actuadores neumáticos

Elaborado por: El investigador

2.4.8. Válvulas

Los circuitos neumáticos están constituidos por los actuadores que efectúan el trabajo y por aquellos elementos de señalización y de mando que gobiernan el paso del aire comprimido, y por lo tanto la maniobra de aquellos, denominándose de una manera genérica válvulas. (Waller & Werner, 1997)

Estos elementos tienen como finalidad mandar o regular la puesta en marcha o el paro del sistema, el sentido del flujo, así como la presión o el caudal del fluido procedente del depósito regulador.

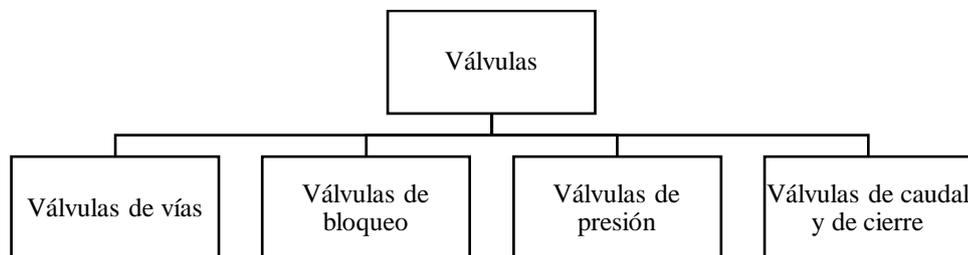


Fig. 2.6: Clasificación de válvulas neumáticas según su función

Elaborado por: El investigador

Accionamiento de válvulas

Las válvulas pueden ser accionadas de diferentes maneras, incluso pueden accionarse de manera distinta en un sentido u otro. El accionamiento puede ser

manual, mecánico, neumático o eléctrico. El primero se hace mediante pulsador, palanca o pedal. El mecánico se efectúa por medio de una leva, muelle o rodillo; éste puede ser normal o escamoteable, es decir si sólo actúa cuando se desplaza el rodillo en un sentido mientras que en el otro se retrae.

El accionamiento eléctrico se efectúa con la fuerza que se provoca al hacer pasar una corriente eléctrica alrededor de una bobina con un núcleo de hierro desplazable en su interior. (Ebel, Idler, Prede, & Scholz, 2010)

2.4.9. Redes Industriales

En la industria moderna, las comunicaciones de datos entre diferentes sistemas, procesos e instalaciones suponen uno de los pilares fundamentales para que ésta se encuentre en un nivel de competitividad exigida en los procesos productivos actuales. (Guerrero, Yuste, & Martinez, 2010)

En un sistema de comunicación de datos industrial es tanto más exigente cuanto más cerca del proceso nos encontramos. Si realizamos una comparativa entre tres de las principales características que determinan la aplicación de las diferentes redes de comunicación, como son: (Siemens AG, 2006)

- Volumen de datos: Cantidad de datos que viajan por la red en cada envío.
- Velocidad de transmisión: Velocidad a la que viajan los datos por la red.
- Velocidad de respuesta: Velocidad que hay entre el momento de dar la orden y la respuesta del dispositivo.

Deben existir diferentes niveles de redes de comunicación de datos que cumplan en cada caso con las exigencias funcionales solicitadas. De ahí nace lo que se conoce como pirámide de las comunicaciones.

Esta pirámide, reconocida por todos los fabricantes de dispositivos para las redes de datos, está formada por cuatro niveles, que son: (Siemens AG, 2006)

- Oficina: Formado básicamente por ordenadores tanto a nivel de oficina como de ingeniería.
- Planta: Son ordenadores con aplicaciones específicas para el control del proceso.

- Célula: Son todos los componentes inteligentes que intervienen directamente en el proceso.
- Campo: Son todos los dispositivos que provocan los movimientos en el proceso productivo.

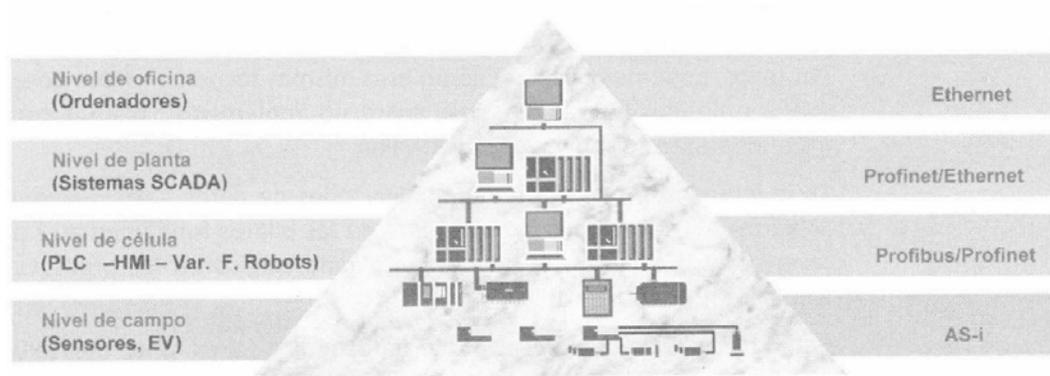


Fig. 2.7 Pirámide de las comunicaciones

Fuente: (Guerrero, Yuste, & Martinez, 2010)

2.4.10. Industria 4.0

El término industria 4.0 se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación apoyado y hecho posible por las tecnologías de la información. (Del Val Román, 2016)

El Gobierno alemán ha propuesto y adoptado una iniciativa estratégica denominada "Industrie 4.0" (Industry 4.0) como parte del "Plan de Acción de la Estrategia de Alta Tecnología 2020". La Industria 4.0 describe un sistema de producción orientado a la aplicación de nuevas tecnologías que integra instalaciones de producción, sistemas de almacenamiento, logística e incluso requisitos sociales para establecer las redes de creación de valor global. (Wang, Wan, Zhang, Li, & Zhang, 2016)

En esta transformación de las empresas, los sensores, las máquinas, las piezas de trabajo y los sistemas de TI tecnologías de la información, pueden interactuar entre sí para obtener previsiones más fiables, poder configurarse ellos mismos, y adaptarse a los cambios (Gerbert, y otros, 2015).

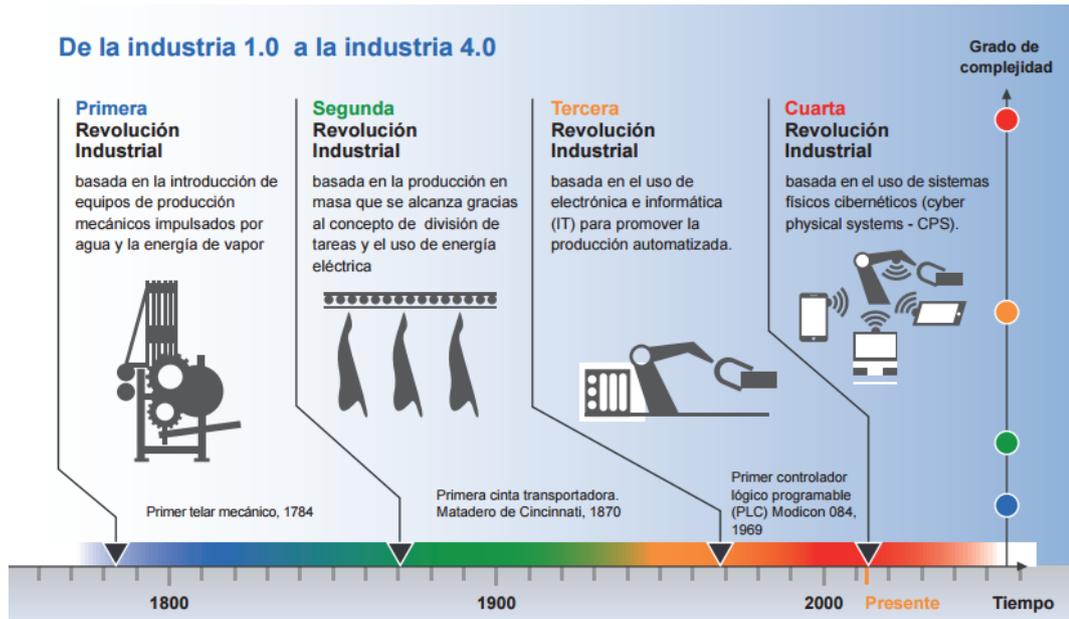


Fig. 2.8: Evolución de la industria

Fuente: (Miranda , 2016)

2.4.11. Técnicas de Industria 4.0

Los avances en tecnología que forman la base de la Industria 4.0 ya son utilizados en la fabricación transformando la producción, las células aisladas y optimizadas formarán flujo de producción totalmente integrado, automatizado y optimizado, maximizando la eficiencia y cambios en las relaciones de producción tradicionales entre proveedores, productores y clientes, así como entre humanos y máquinas.

Algunas de las tecnologías base en las que se apoya Industria 4.0 son:

- Big Data
- Robots autónomos
- Realidad Aumentada
- Simulación
- Fabricación Aditiva
- Internet de las cosas (IoT)
- Integración de los sistemas horizontales y verticales
- La Nube
- Ciberseguridad

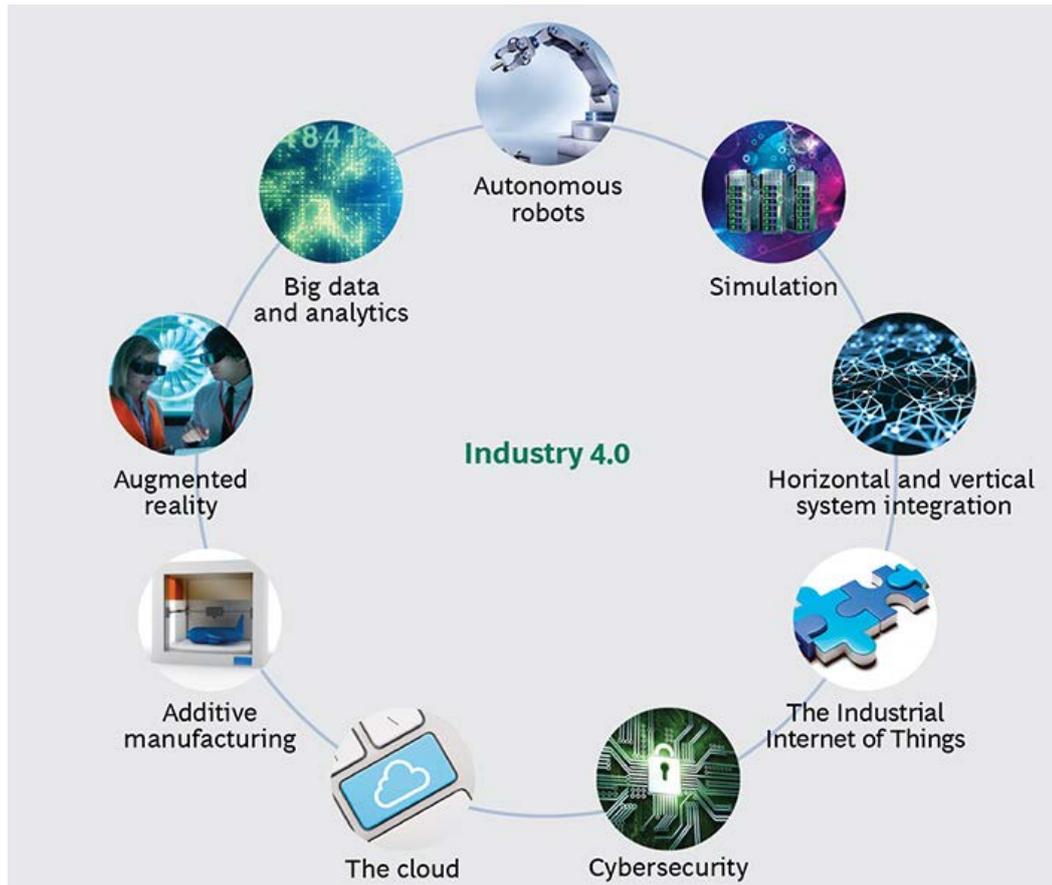


Fig. 2.9: Tecnologías Industria 4.0

Fuente: (Gerbert, y otros, 2015)

2.4.12. Big Data y análisis

Los análisis basados en grandes conjuntos de datos han surgido recientemente en el mundo de la fabricación, donde optimiza la calidad de la producción, ahorra energía y mejora el servicio de los equipos. En un contexto de la Industria 4.0, la recopilación y evaluación exhaustiva de datos de muchas fuentes diferentes (equipos y sistemas de producción, así como sistemas de gestión empresarial y de clientes) se convertirá en estándar para respaldar la toma de decisiones en tiempo real. (Gerbert, y otros, 2015)

2.4.13. Robots Autónomos

Los fabricantes en muchas industrias han usado robots durante mucho tiempo para abordar tareas complejas, pero los robots están evolucionando para una utilidad aún mayor. Se están volviendo más autónomos, flexibles y cooperativos.

Eventualmente, interactuarán entre sí y trabajarán de forma segura al lado de los humanos y aprenderán de ellos. Estos robots costarán menos y tendrán una gama más amplia de capacidades que los utilizados en la fabricación actual. (VDMA German Engineering Federation, 2016)

2.4.14. Simulación

En la fase de ingeniería, ya se utilizan simulaciones en 3D de productos, materiales y procesos de producción, pero en el futuro, las simulaciones también se utilizarán más ampliamente en las operaciones de la planta. Estas simulaciones aprovecharán los datos en tiempo real para reflejar el mundo físico en un modelo virtual, que puede incluir máquinas, productos y personas. Esto permite a los operadores probar y optimizar la configuración de la máquina para el próximo producto en línea en el mundo virtual antes del cambio físico, lo que reduce los tiempos de configuración de la máquina y aumenta la calidad. (Gerbert, y otros, 2015)

2.4.15. Integración horizontal y vertical del sistema

La mayoría de los sistemas de TI de hoy no están totalmente integrados. Las empresas, los proveedores y los clientes rara vez están estrechamente vinculados. Tampoco los departamentos como ingeniería, producción y servicio. Las funciones de la empresa al nivel de la tienda no están totalmente integradas. Incluso la propia ingeniería, desde los productos hasta las plantas y la automatización, carece de integración completa. Pero con la Industria 4.0, las compañías, los departamentos, las funciones y las capacidades se volverán mucho más cohesivos a medida que las redes de integración de datos universales y entre compañías evolucionen y permitan cadenas de valor verdaderamente automatizadas. (Barros Losada & Muñuzuri Sanz, 2017)

2.4.16. El Internet Industrial de las Cosas.

Hoy en día, solo algunos de los sensores y máquinas de un fabricante están conectados en red y utilizan la computación integrada. Por lo general, están organizados en una pirámide de automatización vertical en la que sensores y dispositivos de campo con inteligencia limitada y controladores de automatización

se incorporan a un sistema de control de procesos de fabricación global. Pero con Internet de las Cosas industrial, más dispositivos-a veces incluso sin terminar incluyendo productos se enriquecen con la informática integrada y se conectan utilizando tecnologías estándar. Esto permite que los dispositivos de campo se comuniquen e interactúen entre sí y con controladores más centralizados, según sea necesario. También descentraliza el análisis y la toma de decisiones, permitiendo respuestas en tiempo real. (Gerbert, y otros, 2015)

2.4.17. La Seguridad Cibernética

Muchas empresas todavía dependen de sistemas de gestión y producción que están desconectados o cerrados. Con la mayor conectividad y el uso de los protocolos de comunicaciones estándar que vienen con la Industria 4.0, la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de fabricación de las amenazas de ciberseguridad aumenta dramáticamente. Como resultado, son esenciales las comunicaciones seguras y confiables, así como la sofisticada administración de la identidad y el acceso de las máquinas y los usuarios. (Barros Losada & Muñuzuri Sanz, 2017)

2.4.18. La Nube

Las empresas ya están utilizando software basado en la nube para algunas aplicaciones empresariales y analíticas, pero con la Industria 4.0, más empresas relacionadas con la producción requerirán un mayor intercambio de datos entre los sitios y los límites de la empresa. Al mismo tiempo, el rendimiento de las tecnologías de nube mejorará, logrando tiempos de reacción de solo varios milisegundos. Como resultado, los datos y la funcionalidad de la máquina se implementarán cada vez más en la nube, lo que permitirá más servicios basados en datos para los sistemas de producción. Incluso los sistemas que supervisan y controlan los procesos pueden basarse en la nube. (VDMA German Engineering Federation, 2016)

2.4.19. Fabricación Aditiva

Las empresas recién han comenzado a adoptar la fabricación aditiva, como la impresión 3D, que utilizan principalmente para crear prototipos y producir componentes individuales. Con la Industria 4.0, estos métodos de fabricación de aditivos se utilizarán ampliamente para producir pequeños lotes de productos personalizados que ofrezcan ventajas de construcción, como los diseños complejos y livianos. Los sistemas de fabricación de aditivos descentralizados de alto rendimiento reducirán las distancias de transporte y el stock disponible. (VDMA German Engineering Federation, 2016)

2.4.20. Realidad Aumentada

Los sistemas basados en realidad aumentada admiten una variedad de servicios, como la selección de piezas en un almacén y el envío de instrucciones de reparación a través de dispositivos móviles. Estos sistemas se encuentran actualmente en su infancia, pero en el futuro, las compañías harán un uso mucho más amplio de la realidad aumentada para proporcionar a los trabajadores información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo. (VDMA German Engineering Federation, 2016)

2.4.21. Sistemas de control

El control automático de procesos de procesos tiene como origen la evolución y tecnificación de las tecnologías de medición y control aplicadas al ambiente industrial. El control automático ha desempeñado un papel vital en el avance de la ingeniería y la ciencia. Además de su importancia en los sistemas de vehículos espaciales, de guiado de misiles, robóticos y análogos, el control automático se ha convertido en una parte importante e integral de los procesos modernos industriales y de fabricación. El control automático es esencial en el control numérico de las máquinas-herramienta de la industria de manufactura, en el diseño de sistemas de pilotos automáticos en la industria aeroespacial, y en el diseño de automóviles y camiones en la industria automotriz. (Ogata, 2013)

Dentro de los sistemas de control se toma en cuenta los siguientes conceptos:

- Variable controlada y señal de control o variable manipulada: La variable controlada es la cantidad o condición que se mide y controla. La señal de control o variable manipulada es la cantidad o condición que el controlador modifica para afectar el valor de la variable controlada.
- Plantas: Una planta es un conjunto de los elementos de una máquina que funcionan conjuntamente, y cuyo objetivo es efectuar una operación particular.
- Procesos: es una operación artificial o voluntaria que se hace de forma progresiva una tarea que consta de una serie de acciones o movimientos controlados, sistemáticamente dirigidos hacia un resultado o propósito determinado.
- Sistemas: un sistema es una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado.
- Perturbaciones: es una señal que tiende a afectar negativamente al valor de la salida de un sistema.

2.4.22. Sistemas de control en lazo cerrado.

Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control en lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente. En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la señal de salida misma o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema.

2.4.23. Sistemas de control en lazo abierto.

Los sistemas en los cuales la salida no afecta la acción de control se denominan sistemas de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.

2.4.24. Control ON/OFF

En un sistema de control de dos posiciones, el controlador en respuesta a la señal de error a su entrada solo tiene dos posiciones fijas a su salida como acción de control, independientemente de que el elemento final de control pueda tener posiciones intermedias a las anteriormente enunciadas.

En relación a este comportamiento en el controlador, la salida simplemente pasa del estado: Si, Conectado, Todo, Encendido (On); al estado: No, Desconectado, Nada, Apagado (Off), o viceversa dependiendo de si la señal de error es positiva o negativa, mas no de su magnitud. Como corolario se puede indicar que el controlador; o se encuentra Encendido; o se encuentra Apagado, según el signo de la señal de error ya que no hay estados intermedios y por ende el elemento final de control se ve obligado a tomar o su posición máxima o su posición mínima según corresponda. (González & Ramírez, 2015)

2.4.25. Manufactura

Manufactura, en un sentido completo, es el proceso de convertir materias primas en productos. También comprende las actividades en que el propio producto fabricado se utiliza para elaborar otros productos. El nivel de manufactura de una nación se relaciona directamente con su salud económica; por lo general, cuanto mayor es la actividad manufacturera de un país, mayor será el estándar de vida de su gente. (Kalpakjian & Schmid, 2008)

Por lo general, la manufactura es una actividad compleja que comprende una amplia variedad de recursos y actividades, como las siguientes:

- Diseño del producto
- Maquinaria y herramienta
- Planeación del proceso.
- Materiales
- Compra
- Manufactura
- Control de la producción
- Servicios de soporte
- Mercadeo
- Ventas
- Embarque
- Servicios al cliente

Necesariamente las actividades de manufactura deben responder a las diversas demandas y tendencias como, por ejemplo:

- Un producto debe satisfacer totalmente los requisitos de diseño, especificaciones y normas además debe manufacturarse mediante los métodos más económicos y amigables con el medio ambiente.
- La calidad debe integrarse al producto en cada etapa, desde el diseño hasta el ensamblado, no sólo remitirse a pruebas de calidad.
- En el competitivo ambiente actual, los métodos de producción deben ser lo suficientemente flexibles para responder a las cambiantes demandas del mercado.
- El fabricante debe trabajar con el cliente para obtener una retroalimentación oportuna y conseguir así una mejora continua del producto.

2.4.26. Manufactura integrada por computadora

En la manufactura asistida por computadora CIM se integran el software y el hardware desde la concepción del producto hasta su distribución en el mercado. (Kalpakjian & Schmid, 2008)

La manufactura asistida por computadora es particularmente efectiva debido a su capacidad para hacer posible:

- Responder a los rápidos cambios en la demanda del mercado y las modificaciones del producto.
- Utilizar mejor los materiales, la maquinaria y el personal, y reducir inventarios.
- Controlar mejor la producción y la administración de la operación total de manufactura.
- La manufactura de productos de alta calidad a bajo costo.

En la Figura 2.10 se muestra las principales aplicaciones de las computadores en la manufactura.

2.4.27. Manufactura celular

Una celda de manufactura es una pequeña unidad, que consta de una a varias estaciones de trabajo. Por lo general, una estación de trabajo contiene una máquina o varias máquinas, con cada una realizando una operación diferente sobre la parte.

Tabla 2-10: Aplicaciones importantes de las computadoras en la manufactura

Aplicaciones importantes de las computadoras en la manufactura	Control numérico computarizado (CNC)
	Control adaptable (AC)
	Robots industriales
	Manejo automatizado de materiales
	Sistemas de ensamble automatizado y robóticos
	Planeación de procesos asistida por computadora (CAPP)
	Tecnología de grupos (GT)
	Producción justo a tiempo (JIT)
	Manufactura celular (CM)
	Sistemas de manufactura flexible (FMS)
	Sistemas expertos (ES)
Inteligencia artificial (AI)	

Fuente: (Kalpakjian & Schmid, 2008)

Es posible modificar las máquinas, cambiarles herramientas y reagruparlas para distintas líneas de producción dentro de la misma familia de partes. (Kalpakjian & Schmid, 2008)

2.4.28. Sistemas flexibles de manufactura

Un sistema flexible de manufactura FMS consta de varias celdas de manufactura, cada una con un sistema automatizado de manejo de materiales, todo conectado a la computadora central. Desde ésta se pueden descargar diferentes instrucciones para cada una de las partes sucesivas que pasan a través de una estación de trabajo en particular. El sistema puede manejar una variedad de configuraciones de partes y producirlas en cualquier orden.

Este sistema altamente automatizado tiene la capacidad de optimizar cada paso de la operación total. Estos pasos pueden comprender uno o más procesos y operaciones, como maquinado, rectificado, corte, formado, metalurgia de polvos, tratamiento térmico y acabado; manejo de materias primas; medición e inspección, y ensamble. (Kalpakjian & Schmid, 2008)

En comparación con los sistemas convencionales de manufactura, los beneficios principales del FMS son los siguientes:

- Las partes se pueden producir de manera aleatoria, en tamaños de lotes tan pequeños como uno y a un costo unitario inferior
- Se reducen o eliminan la mano de obra directa y los inventarios.
- Los tiempos requeridos para cambios de productos son más cortos.
- Debido a que el sistema es de autocorrección, la producción es más confiable y la calidad de los productos, uniforme.

2.4.29. Parámetros de flexibilidad

Variedad de partes: es la capacidad del sistema para procesar diferentes productos en un modo de no-lote, es decir que no necesariamente se tendrá que producir una cantidad limitada de un tipo de producto cada vez

Cambio de programación: El parámetro descrito brinda la posibilidad que el sistema pueda aceptar cambios en la programación de la producción.

Recuperación de errores: A través de este parámetro el sistema puede recuperarse de fallas y daños, mientras la producción no es detenida por completo. La planta tiene la habilidad para continuar la producción aislando el proceso en donde se ha detectado el fallo.

Nuevas partes: Por medio de una breve reconfiguración nuevos diseños pueden ser introducidos a los existentes con relativa facilidad.

2.5. Hipótesis

Aplicar herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 en un sistema de fabricación permitirá elevar la flexibilidad del mismo, a través de la integración vertical de varios componentes dentro de un modelo de manufactura.

2.6. Señalamiento de variables de la hipótesis

Variable independiente: Técnicas de Industria 4.0

Variable dependiente: Flexibilidad del sistema

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de la Investigación

El proyecto tendrá un enfoque cuantitativo, porque se deben manipular un número de variables independientes para ejercer control sobre ellas y obtener datos cuantificables para verificar su influencia sobre la variable dependiente. Estos datos provienen de tiempos de producción y variabilidad de productos. Previamente, se aportarán datos provenientes de una encuesta que permitirá determinar la conveniencia de implementar estas técnicas en la línea de producción disponible.

3.2. Modalidad de la Investigación

3.2.1. Investigación Aplicada

La presente investigación será aplicada ya que se pretende realizar pruebas del sistema de manufactura modelo tras la aplicación de herramientas tecnológicas orientadas a industria 4.0 para determinar el grado de flexibilidad alcanzado.

3.2.2. Investigación Documental o Bibliográfica

El análisis del estado del arte permite conocer los temas más actualizados relacionados con este proyecto, siendo la investigación bibliográfica uno de los pilares fundamentales de esta investigación. Al obtener datos de material impreso como son libros, publicaciones y catálogos de equipos sobre este tema, lo que permitió conocer antecedentes de la investigación. La orientación principal del proyecto está centrada en la recopilación de datos por medio de tecnológicas aplicables en la Industria 4.0, con la finalidad de mejorar la flexibilidad, evaluado los parámetros establecidos dentro de un sistema de manufactura flexible.

Una porción significativa del proyecto se fundamenta en la investigación bibliográfica, lo cual permite realizar un estudio profundo del tema de Industria 4.0. La recopilación de la información necesaria actual desarrollada por diferentes teorías y reflexiones sobre el problema planteado. Todo esto con el uso de diferentes fuentes de información como libros, investigaciones previas, y sitios web.

3.2.3. Investigación de Campo

Se desarrolla un estudio sistemático de los hechos en el lugar en que se produce los acontecimientos midiendo los parámetros de flexibilidad logrados en el sistema. Con esta modalidad se está en contacto de forma directa con la realidad, para tener información de acuerdo con los objetivos del proyecto.

Con la recopilación de datos mediante la observación, será posible identificar cada una de las variables que afecten al proceso modelo. Usando tablas, se puede confrontar, priorizar, y seleccionar alternativas eficientes en la solución de problemas con métodos más precisos y confiables en la flexibilidad del sistema.

3.2.4. Investigación Experimental

La investigación se realizará de forma experimental ya que se ubicará el problema dentro del contexto en el que se produce, además permitirá comprobar de forma experimental la hipótesis formulada, así como también se describirá las causas y los efectos que producen el problema.

3.3. Nivel o tipo de investigación

De acuerdo con las condiciones metodológicas establecidas para el proyecto, este estudio reúne las características de una investigación aplicada, en la que se utilizarán técnicas de Industria 4.0, en la que se incluirá automatización, manufactura flexible y redes industriales. Todo encaminado a la flexibilidad en las diferentes empresas dedicadas a procesos de fabricación industrial.

Esta investigación reúne todos los rasgos detallados en un nivel exploratorio, correlacionado y descriptivo.

En el nivel exploratorio se señalará la calidad del problema, la observación se realizará desde un contexto específico para conocer y analizar sus características principales. Con la descripción, se comprobará las diferentes variables de estudio, comprendiendo los motivos que afectan al sistema por su variación. En la determinación de correlación que guardan las variables, se usarán tablas de comparación y técnicas estadísticas, para profundizar la investigación.

3.4. Población y muestra

La población está definida por la capacidad de producción de piezas plásticas en cuanto a tiempos de fabricación y variedad de productos del sistema de manufactura modelo; para la recopilación de la información se toma en cuenta un total de 20 personas que se encuentran directamente vinculados con la operación del sistema modelo de manufactura.

Para determinar la capacidad de producción del sistema en cuanto a tiempos de fabricación y variedad de productos se ha tomado una muestra de 300 productos fabricados (anexo 7), para la recopilación de la información por ser una población muy pequeña no se estima la necesidad de realizar un muestreo, es decir toda la población que se encuentra involucrada con la investigación pasa a formar parte de la muestra.

Tabla 3-1: Población y Muestra

Característica	Descripción
Homogeneidad	Docentes Ing. Electrónicos en Control Producción
Tiempo	Año 2018
Espacio	ITS Central Técnico Area de Electricidad
Cantidad	20 Docentes 300 Productos

Elaborado por: El investigador

3.5. Recolección de información

3.5.1. Técnica e instrumentos para la recolección de la información

La información fue recolectada a través de la encuesta, pruebas en laboratorio y registros de pruebas realizadas.

3.6. Operacionalización de variables

Tabla 3-2: Variable Independiente: Técnicas de industria 4.0

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Conjunto de métodos que permite a los proveedores y fabricantes aprovechar nuevos conceptos tecnológicos de Industria 4.0 que sirven para crear productos y servicios nuevos o mejorados, reducir los costos y aumentar la productividad.	Control de procesos	Procesos controlados	¿Los procesos tienen la capacidad de ser controlados?	Aplicación práctica
	Redes Industriales	Procesos integrados	¿Cuáles son los métodos de integración de los procesos?	Aplicación práctica
	Big Data y Cloud Computing	Tecnologías aplicadas	¿Cuáles son las herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 aplicables?	Aplicación práctica

Elaborado por: El investigador

Tabla 3-3: Variable dependiente: Flexibilidad del sistema

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Es la habilidad del sistema para desplegar y replegar recursos de forma eficaz y eficiente en respuesta a las condiciones cambiantes y a los comportamientos de la demanda.	Variedad de partes	Cantidad de productos diferentes	¿Puede el sistema procesar diferentes productos?	Aplicación práctica
	Cambio de programación	Porcentaje de cambios de producción posibles	¿Puede el sistema aceptar cambios en la programación de la producción?	Aplicación práctica
	Recuperación de errores	Porcentaje de fallas y daños recuperables	¿Puede el sistema recuperarse de fallas y daños, mientras la producción no es detenida por completo?	Aplicación práctica
	Nuevas partes	Cantidad de productos nuevos	¿Pueden nuevos diseños ser introducidos a los existentes con relativa facilidad?	Aplicación práctica

Elaborado por: El investigador

Encuesta

La encuesta es un método de investigación y recopilación de datos utilizada para obtener información de relevancia de personas sobre diversos temas. Las encuestas tienen una variedad de propósitos y se pueden llevar a cabo de muchas maneras dependiendo de la metodología elegida y los objetivos que se deseen alcanzar.

Pruebas de laboratorio

A través de la implementación del modelo de manufactura flexible aplicando herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 se obtendrá la información necesaria relacionada a los factores que influyen en la flexibilidad del sistema de manufactura.

Registro de información

La información se obtiene directamente del proceso mediante la adquisición de datos que se realizará en base a la producción; a través de tablas de datos de las pruebas realizadas en laboratorio se comprobará la flexibilidad lograda del sistema de manufactura orientado a Industria 4.0.

Tabla 3-4: Plan de recolección de la información

Información Básica	Definición
¿Por qué investigar?	Para determinar el nivel de flexibilidad alcanzado aplicando herramientas tecnológicas de Industria 4.0, en base a los parámetros de un sistema de manufactura flexible.
¿Quiénes proporcionaran la información?	Los datos obtenidos del modelado del sistema. El personal vinculado con la operación del sistema
¿Cuándo se va a investigar?	Noviembre 2018
¿Dónde se va a investigar?	Laboratorios de la carrera de Electricidad del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico de la ciudad de Quito, ubicada en la Provincia de Pichincha
¿Cuántas veces?	Las veces necesarias para obtener datos y validarlos.
¿En qué escenarios?	Escenario modelo de un sistema de manufactura flexible

Elaborado por: El investigador

3.7. Procesamiento y análisis

3.7.1. Procesamiento

Los datos recolectados se transforman siguiendo ciertos procedimientos

- Revisión crítica de la información recogida; es decir limpieza de información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- Repetición de la recolección, en ciertos casos individuales, para corregir fallas de contestación.
- Tabulación o cuadros según cada variable de la hipótesis.
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

3.7.2. Análisis e interpretación de resultados

- Análisis de los resultados estadísticos obtenidos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados.
- Interpretación de los resultados con el sustento del marco teórico, es decir atribuciones del significado científico a los resultados estadísticos manejando las categorías correspondientes al marco teórico
- Comprobación de la hipótesis planteada.
- Definición de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez aplicada la encuesta, recolectados tabulados y analizados, se procede a la interpretación de resultados estadísticamente, los cuales cuentan con sus respectivos cuadros y gráficos, observando los siguientes resultados.

4.1. Análisis de Resultados

4.1.1. Resultados de la encuesta

Para la realización del análisis e interpretación de resultados es importante recalcar que la encuesta fue dirigida al personal vinculado con la operación del sistema modelo de manufactura flexible del laboratorio de la carrera de Electricidad del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico. En este capítulo se muestra los resultados obtenidos de la encuesta realizada, con el propósito de confirmar la relación e incidencia que existe entre las variables.

1. ¿Conoce usted los parámetros definidos para determinar la flexibilidad de un sistema de manufactura?

Tabla 4-1: Cuadro porcentual pregunta 1

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	2	10%
PARCIALMENTE	4	20%
NO	14	70%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: El investigador

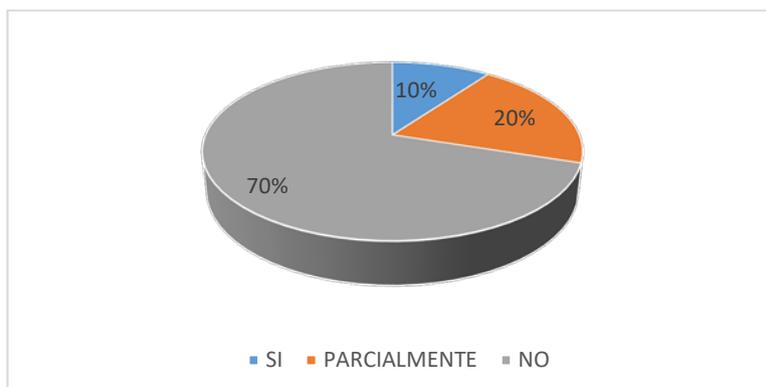


Fig. 4.1: Gráfico de resultados de la pregunta 1.

Elaborado por: El investigador

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada al personal se observa que el 10% conoce los parámetros definidos para lograr una fabricación flexible, mientras que el 20% conoce medianamente y por último el 70% no conoce dichos parámetros como se puede observar en el cuadro y gráfico realizados.

De lo expuesto en la pregunta se deduce que el 70% del personal no conoce los parámetros definidos para lograr una fabricación flexible, debido a la falta de un sistema de manufactura operativo en el cual se pueda determinar los parámetros necesarios para comprobar su flexibilidad.

2. ¿Actualmente puede el sistema de manufactura modelo procesar diferentes productos en un modo de no-lote?

Tabla 4-2: Cuadro porcentual pregunta 2

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	0	0%
NO	20	100%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: El investigador

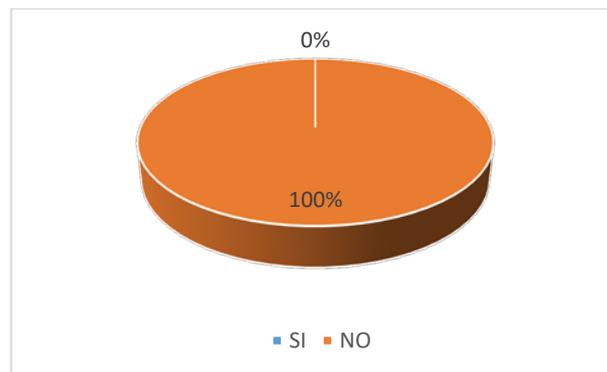


Fig. 4.2: Gráfico de resultados de la pregunta 2
Elaborado por: El investigador

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada al personal se observa que el 100% considera que el sistema de manufactura modelo no está en la capacidad de procesar diferentes productos en un modo de no-lote.

De lo expuesto en la pregunta se deduce que el 100% de la población considera que el sistema de manufactura modelo no produce variedad de productos debido a que el sistema no se encuentra operativo ni tampoco se ha considerado esta posible característica a ser desarrollada.

3. ¿Actualmente puede el sistema de manufactura modelo aceptar cambios en la programación de la producción?

Tabla 4-3: Cuadro porcentual pregunta 3

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	0	0%
NO	20	100%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: El investigador

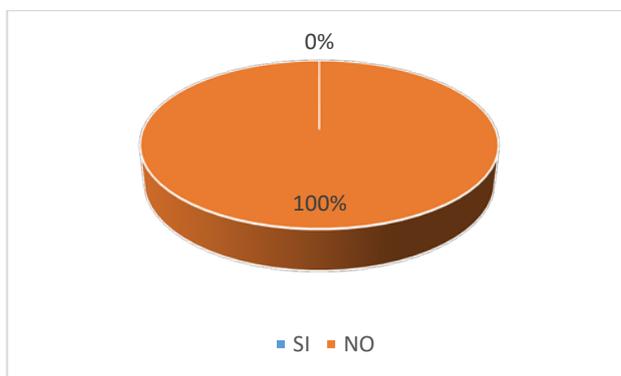


Fig. 4.3: Gráfico de resultados de la pregunta 3

Elaborado por: El investigador

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada al personal se observa que el 100% considera que el sistema de manufactura modelo no está en la capacidad de aceptar cambios en la programación de la producción.

De lo expuesto en la pregunta se deduce que el 100% de la población considera que el sistema de manufactura modelo no acepta cambios en la programación de la producción puesto que no se cuenta con un sistema de manufactura totalmente funcional.

4. ¿Actualmente puede el sistema de manufactura modelo recuperarse de fallas y daños, mientras la producción no es detenida por completo?

Tabla 4-4: Cuadro porcentual pregunta 4

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	0	0%
NO	20	100%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: El investigador



Fig. 4.4: Gráfico de resultados de la pregunta 4

Elaborado por: El investigador

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada al personal se observa que el 100% considera que el sistema de manufactura modelo no está en la capacidad de recuperarse de fallas y daños, mientras la producción no es detenida por completo.

De lo expuesto en la pregunta se deduce que el 100% de la población considera que el sistema de manufactura modelo no puede recuperarse de fallas y daños, puesto que no se cuenta con un sistema de manufactura modelo totalmente funcional.

5. ¿Actualmente pueden nuevos diseños ser introducidos a los existentes con relativa facilidad dentro del sistema de manufactura modelo?

Tabla 4-5: Cuadro porcentual pregunta 5

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	0	0%
NO	20	100%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: El investigador

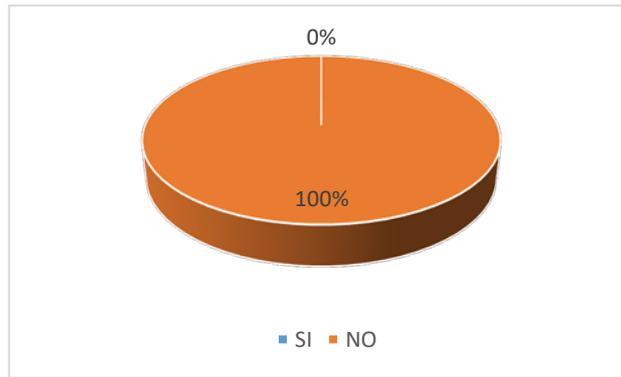


Fig. 4.5: Gráfico de resultados de la pregunta 5
Elaborado por: El investigador

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada al personal se observa que el 100% considera que en el sistema de manufactura modelo no pueden ser introducidos nuevos diseños a los existentes.

De lo expuesto en la pregunta se deduce que el 100% de la población considera que en el sistema de manufactura modelo no puede ser introducidos nuevos diseños a los existentes debido a la falta de funcionalidad del mismo.

6. ¿Conoce usted las nuevas herramientas tecnológicas disponibles orientadas a Industria 4.0?

Tabla 4-6: Cuadro porcentual pregunta 6

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	14	70%
NO	6	30%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: El investigador

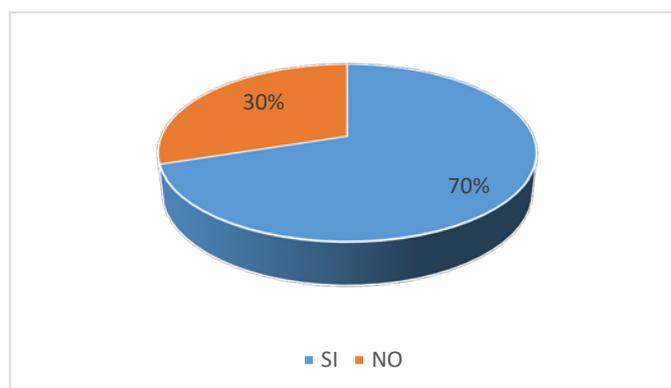


Fig. 4.6: Gráfico de resultados de la pregunta 6
Elaborado por: El investigador

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada se observa que el 70% del personal conocen acerca de las nuevas tecnologías que involucran el término Industria 4.0, mientras que el 30% desconoce al respecto.

De lo expuesto en la pregunta se determina que el 30% de la población desconoce de la aplicación de nuevas tecnologías dentro de la industria debido a la falta de herramientas generadas dentro del laboratorio.

7. ¿Piensa que las nuevas tecnologías dentro de Industria 4.0 facilitarán la flexibilidad dentro de un sistema de manufactura?

Tabla 4-7: Cuadro porcentual pregunta 7

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	16	80%
MEDIANAMENTE	2	10%
NO	2	10%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: El investigador

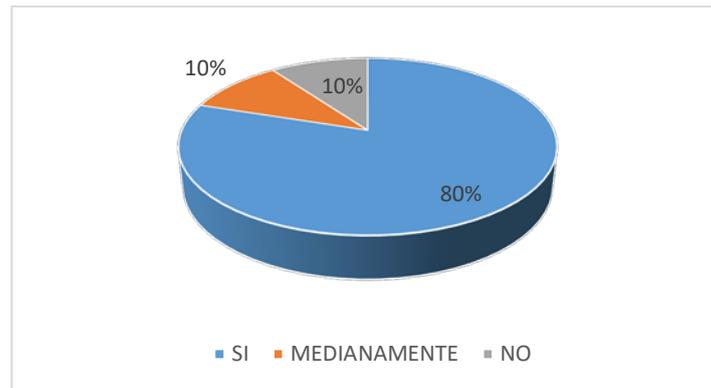


Fig. 4.7: Gráfico de resultados de la pregunta 7

Elaborado por: El investigador

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada al personal se observa que el 80% considera que las nuevas tecnologías dentro de Industria 4.0 facilitarán la flexibilidad dentro de un sistema de manufactura, el 10% consideran que la influencia en el aumento de la flexibilidad del sistema es medianamente y nula respectivamente.

De lo expuesto en la pregunta se deduce que el 10% de la población considera que el sistema de manufactura modelo no puede ser mejorado en cuanto a capacidad de flexibilidad aun así aplicando nuevas tecnologías desarrolladas incluidas en Industria 4.0 debido a la complejidad de las mismas.

8. ¿Qué tecnologías dentro de Industria 4.0 piensa que ampliaría la flexibilidad del sistema de manufactura modelo desarrollado en base a MPS FESTO?

Tabla 4-8: Cuadro porcentual pregunta 8

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
NINGUNA	2	10%
BIG DATA	5	25%
ROBOTS AUTÓNOMOS	0	0%
REALIDAD AUMENTADA	0	0%
SIMULACIÓN	0	0%
FABRICACIÓN ADITIVA	0	0%
INTERNET DE LAS COSAS (IOT)	3	15%
INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS HORIZONTALES Y VERTICALES	5	25%
LA NUBE	5	25%
TOTAL	20	100%

Elaborado por: El investigador

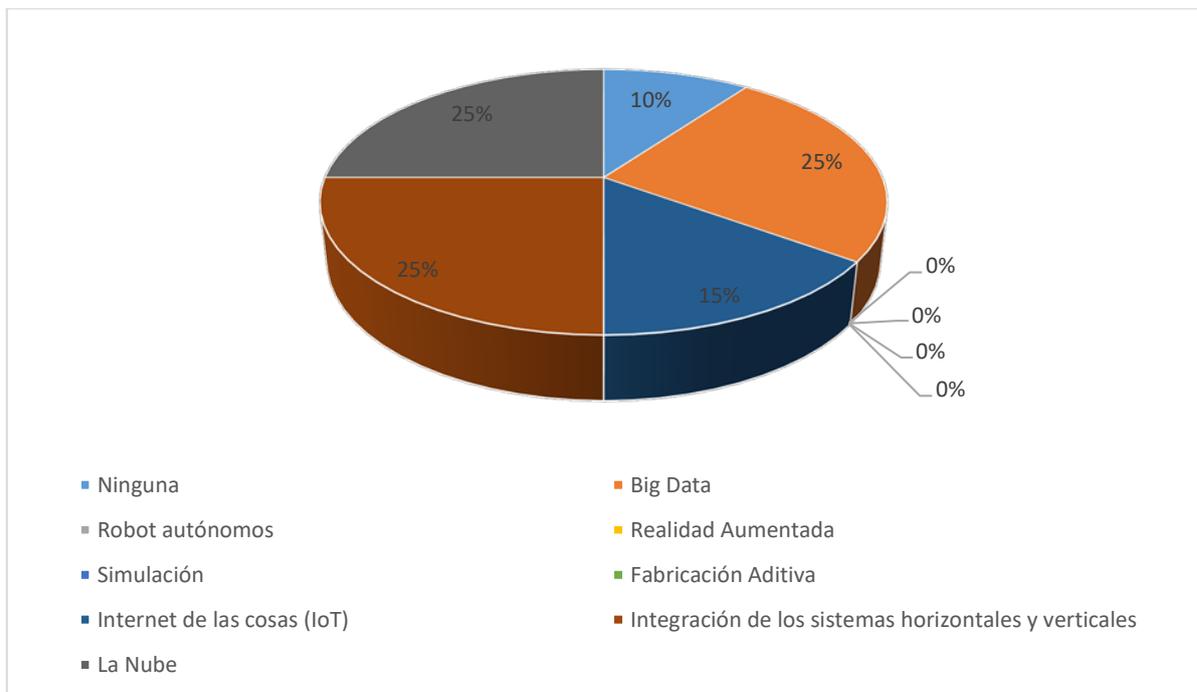


Fig. 4.8: Gráfico de resultados de la pregunta 8
Elaborado por: El investigador

Análisis e interpretación

De la encuesta realizada se observa que el 25% del personal se inclina por tecnologías como Big Data, Integración Vertical y Horizontal de Sistemas, y La nube respectivamente, pues han sido temas de mayor difusión en el área de especialización del personal, mientras tanto el 15% se orienta hacia Internet de las Cosas, por último, el 10% de la población no define que ninguna tecnología es aplicable, así como Robots Autónomos, Realidad Aumentada, Simulación y Fabricación Aditiva no han sido considerados por el personal.

De lo expuesto en la pregunta se determina que el 10% del personal no aplicaría ninguna de las tecnologías propuestas, y varias no han sido tomadas en cuenta, debido a la dificultad de desarrollo sin los recursos necesarios, así como el acceso a la información requerida.

4.2. Verificación de la hipótesis

4.2.1. Modelo lógico

Hipótesis nula (H0) = Aplicar herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 en un sistema de fabricación NO permitirá elevar la flexibilidad del mismo, a través de la integración vertical de varios componentes dentro de un modelo de manufactura.

Hipótesis alterna (H1) = Aplicar herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 en un sistema de fabricación permitirá elevar la flexibilidad del mismo, a través de la integración vertical de varios componentes dentro de un modelo de manufactura.

4.2.2. Modelo Experimental

A través de pruebas parametrizadas en función de las características de un sistema de manufactura flexible se obtuvieron los datos que se muestran en la Tabla 4-9 del sistema de manufactura modelo del laboratorio de Electricidad del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico. Con este modelo se determina el estado actual del sistema.

Tabla 4-9: Ficha de observación del sistema de manufactura modelo

FICHA DE OBSERVACIÓN DEL ESTADO DEL SISTEMA DE MANUFACTURA MODELO					
ESTACIONES PARÁMETRO	MERCANCÍAS ENTRANTES	PROCESO	ALMACÉN	MERCANCÍAS SALIENTES	TRANSPORTE
Porcentaje actual de funcionamiento	35%	5%	5%	27.5%	5%
Mantenimiento y Calibración	Sensores magnéticos, ópticos capacitivos, resistivos análogos y presostatos.	Finales de carrera, sensores magnéticos, ópticos capacitivos e inductivos	Finales de carrera, sensores magnéticos y encoders.	Sensores magnéticos, ópticos capacitivos e inductivos	Sensores magnéticos ópticos de barrera e inductivos.
Red nivel campo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Red AS-interface no funcional
Red nivel célula	Red Profibus DP no funcional	Red Profibus DP no funcional	Red Profibus DP no funcional	Red Profibus DP no funcional	Red Profibus DP no funcional
Diagramas electro neumáticos	No se cuenta con diagrama	No se cuenta con diagrama	No se cuenta con diagrama	No se cuenta con diagrama	No se cuenta con diagrama
Manuales de funcionamiento.	No se cuenta con manual	No se cuenta con manual	No se cuenta con manual	No se cuenta con manual	No se cuenta con manual
Tiempo de producción	No se puede determinar pues no concluye el proceso	No se puede determinar pues no concluye el proceso	No se puede determinar pues no concluye el proceso	No se puede determinar pues no concluye el proceso	No se puede determinar pues no concluye el proceso
Variedad de producción	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto

Elaborado por: El Investigador

4.2.3. Modelo estadístico

Para la realización del modelo estadístico se utilizó Chi Cuadrado para someter a prueba la hipótesis referida a distribuciones de frecuencias. En términos generales, esta prueba contrasta frecuencias observadas con las frecuencias esperadas de acuerdo con la hipótesis nula.

Elección de la prueba estadística.

Para la verificación de la hipótesis se escogió la prueba de Chi Cuadrado en base a variables ordinales obtenidas de la encuesta, cuyo cálculo se utiliza la ecuación (1).

$$X^2 = \sum \left(\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right) \quad (1)$$

Simbología:

X^2 = Chi Cuadrada.

Σ = Sumatoria.

f_o = frecuencia observada.

f_e = Frecuencia esperada.

Para realizar la matriz de tabulación cruzada se tomará en cuenta dos preguntas de la encuesta realizada (anexo 1) al personal vinculado ya que poseen relación con las variables de estudio.

Pregunta 1: ¿Conoce usted los parámetros definidos para determinar la flexibilidad de un sistema de manufactura?

Tabla 4-10: Comparación de la hipótesis: Parámetros de flexibilidad.

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	1	50%
PARCIALMENTE	2	30%
NO	7	20%
TOTAL	10	100%

Elaborado por: El investigador

Pregunta 7: ¿Piensa que las nuevas tecnologías dentro de Industria 4.0 facilitaran la flexibilidad dentro de un sistema de manufactura?

Tabla 4-11: Comparación de la hipótesis: Nuevas tecnologías definidas dentro de Industria 4.0.

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	8	80%
MEDIANAMENTE	1	10%
NO	1	10%
TOTAL	10	100%

Elaborado por: El investigador

Definición del nivel de significación.

El nivel de significancia con el cual se trabaja es del 5%, es decir $\alpha = 0.05$; Es el error que se puede cometer al rechazar la hipótesis nula siendo verdadera.

Grados de libertad.

Se trata de un cuadro de contingencia de 2 filas con 3 columnas; con la aplicación de la siguiente formula determinamos los grados de libertad.

$$\text{Grado de libertad} = (\text{fila} - 1)(\text{columna} - 1)$$

$$Gl = (f - 1)(c - 1)$$

$$Gl = (2 - 1)(3 - 1)$$

$$Gl = 2$$

Tomando en consideración los grados de libertad y la significancia, el Chi tabla es de $X^2_t=5,99$

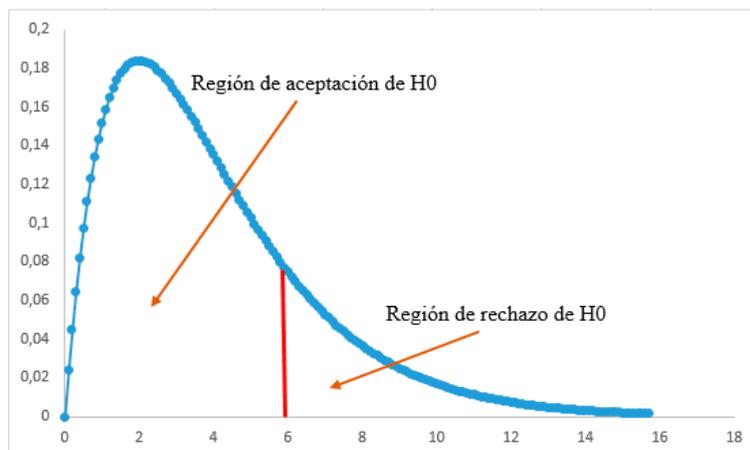


Fig. 4.9: Especificación de las regiones de aceptación y rechazo
Fuente: Método del chi cuadrado

Frecuencias observadas.

Tabla 4-12: Frecuencias observadas.

Parámetros	Alternativas			Total
	Si	Medianamente	No	
Pregunta 1	1	2	7	10
Pregunta 7	8	1	1	10
Total	9	3	8	20

Elaborado por: El investigador

Frecuencias esperadas

Para calcular la frecuencia esperada se utiliza la ecuación (2):

$$f_e = \frac{(total\ o\ marginal\ de\ renglon)(total\ o\ marginal\ de\ columna)}{N} \quad (2)$$

Tabla 4-13: Frecuencias esperadas.

Parámetros	Alternativas			Total
	Si	Medianamente	No	
Pregunta 1	4.5	1.5	4	10
Pregunta 7	4.5	1.5	4	10
Total	9	3	8	20

Elaborado por: El investigador

Cálculo de Chi Cuadrado

Tabla 4-14: Cálculo de Chi Cuadrado

f_o	f_e	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	4.5	-3.5	12.25	2.72
2	1.5	0.5	0.25	0.17
7	4	3	9	2.25
8	4.5	3.5	12.25	2.72
1	1.5	-0.5	0.25	0.17
1	4	-3	9	2.25
X²c				10.28

Elaborado por: El investigador

Regla de decisión

Si el valor crítico $X^2_c \geq X^2_t$ entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

El valor de $X^2_c = 10,28$ (tabla 4-16) $\geq X^2_t = 5,99$ (anexo 2); por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir: “aplicar herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 en un sistema de fabricación permitirá elevar la flexibilidad del mismo, a través de la integración vertical de varios componentes dentro de un modelo de manufactura.”.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De la investigación realizada se concluye que:

- El sistema de manufactura modelo del laboratorio de electricidad del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico no se está operativo debido a la falta de mantenimiento, calibración y programación de los MPS respectivos debido a la complejidad de puesta en marcha usando tecnología tradicional, por lo tanto, no se puede determinar ningún parámetro de flexibilidad como variedad de partes, cambios de programación, recuperación de errores y nuevas partes.
- El sistema de manufactura modelo del laboratorio de electricidad del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico no cuenta con ninguna herramienta tecnológica orientada a Industria 4.0 aplicada, debido a la falta de funcionalidad y la poca innovación a la que el sistema ha sido sometido por parte del personal involucrado con el manejo del mismo.
- La comprobación de la hipótesis indica que es necesario el uso de nuevas herramientas tecnológicas orientadas a industria 4.0 para lograr un aumento sustancial en la flexibilidad del sistema de manufactura modelo.
- El 25% del personal asociado con el manejo del sistema de manufactura modelo propone como técnicas de Industria 4.0 directamente aplicables respectivamente a Big Data, Integración Vertical y Horizontal de Sistemas, y La nube, siendo estas adoptadas para el desarrollo de la propuesta.

5.2. Recomendaciones

- Aplicar las metodologías establecidas para facilitar la selección de todos los recursos necesarios para llevar al cabo la resolución de la problemática. Asimismo, usar los diagramas y lluvia de ideas para facilitar la búsqueda de los parámetros que permitirán plantear la resolución del tema de investigación planteado.
- Una vez desarrollada la propuesta ejecutar nuevamente diversas pruebas experimentales para demostrar la validez de las técnicas aplicadas. De esta manera

se permitirá conocer las ventajas y limitaciones del sistema de manufactura modelo según los parámetros de flexibilidad.

- Incentivar al personal relacionado con el sistema de manufactura modelo a que siga proponiendo la aplicación de nueva tecnología para la generación de conocimiento, muy importante dentro del desarrollo de la industria.

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA

6.1. Datos informativos

6.1.1. Título

Sistema de manufactura modelo a través de la aplicación de herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 con la finalidad elevar su flexibilidad.

6.1.2. Institución ejecutora

Nombre de la institución: Instituto Tecnológico Superior Central Técnico.

Tipo de organización: Institución de Educación Superior

Departamento: Carrera de Electricidad

6.1.3. Beneficiarios

Los beneficiarios de esta propuesta son:

- El Instituto Tecnológico Superior Central Técnico.
- Personal involucrado en el manejo del sistema de manufactura modelo.
- Estudiantes de la Carrera de Electricidad quienes cursan las asignaturas de PLC, control de procesos, control electro neumático, software aplicado
- La industria manufacturera que puede tomar como referente el presente trabajo de investigación para su aplicación según convenga.

6.1.4. Ubicación

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Dirección: Av. Isaac Albéniz E4-15 y El Morlán, Sector el Inca

6.1.5. Equipo técnico responsable

Investigador: Ing. David Trajano Basantes Montero

Director de tesis: Ing. Sylvia Nathaly Rea Minango

6.2. Antecedentes de la propuesta

La industria 4.0 es el punto de partida de un nuevo paradigma económico. En la economía del futuro, los clientes no comprarán productos y servicios en tiendas físicas. Los adquirirán en forma de paquetes individualizados a través de internet. Esta idea, es ya una realidad en nuestra vida cotidiana. Actualmente podemos acceder a productos y servicios en la web, comprar desde un viaje en una agencia online, una aplicación para el móvil o contenidos multimedia. Por lo tanto es importante que las empresas perfeccionen digitalmente sus modelos de producción, pues aquellas capaces de generar servicios inteligentes personalizados a partir de la información serán las que ganen mercado. (Kagermann, 2015)

El Instituto Tecnológico Superior Central Técnico es una Institución de Educación Superior Pública que aporta a la sociedad con talento humano competente, ético y emprendedor para impulsar el sector productivo, económico y social del país en el marco del Plan Nacional de Desarrollo mediante la investigación, Desarrollo e Innovación (I.D.I). El uso eficiente de sus laboratorios como eje fundamental de investigación para desarrollar y probar nuevas tecnologías enfocadas a la industria y sociedad en general forma parte de la visión propuesta por parte de la institución.

6.3. Justificación

Una tendencia persistente de la globalización aumenta la presión competitiva generada por el cambio constante del mercado y las crecientes demandas de productos individualizados. Los mercados cada vez más heterogéneos, acompañados por ciclos de vida de productos más cortos, están provocando la necesidad de las empresas de proporcionar una gran variedad de productos, al tiempo que mantienen un excelente rendimiento del producto a bajos costos.

La decisión autónoma y la cooperación distribuida entre los agentes conducen a una gran flexibilidad. Además, este tipo de sistema auto-organizado aprovecha la retroalimentación y la coordinación por parte del coordinador central para lograr una alta eficiencia. Por lo tanto, la fábrica inteligente se caracteriza por un sistema multi-agente auto-organizado asistido con gran retroalimentación basada en datos y coordinación.

Los desarrollos recientes en la tecnología de producción aumentan el enfoque en los medios de flexibilidad al producir empresas y cuestionar los límites de la teoría de producción tradicional. Integrar aspectos clave de Industria 4.0 en el desarrollo de la teoría de la producción muestra una mayor necesidad de comprensión de la flexibilidad en el contexto de producción.

6.4. Objetivos de la propuesta

6.4.1. Objetivo general

Implementar un sistema de manufactura modelo a través de la aplicación de herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 con la finalidad elevar su flexibilidad.

6.4.2. Objetivos específicos

- Implementar un modelo de manufactura mediante el uso de sistemas de producción modular MPS FESTO en base a sus características de funcionamiento.
- Aplicar herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 a partir del análisis realizado para lograr elevar la flexibilidad dentro del sistema de manufactura.
- Determinar la flexibilidad del sistema de manufactura a través de los parámetros establecidos: Variedad de partes, Cambios de cronograma de producción, Recuperación de errores, Nuevas piezas a fabricar.

6.5. Análisis de factibilidad

6.5.1. Factibilidad operativa

El factor que contribuye a la factibilidad operativa se relaciona directamente con el funcionamiento óptimo del sistema de manufactura modelo a través del uso de nuevas herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 incrementando su flexibilidad garantizando así su uso y operación por parte del personal involucrado.

6.5.2. Factibilidad técnica

El proyecto es técnicamente factible pues se cuenta con los recursos necesarios en las instalaciones del Instituto para el desarrollo del sistema de manufactura modelo a través del uso de hardware y software en los diferentes niveles de automatización requeridos identificando además la aplicación de nuevas tecnologías que respalde su funcionamiento en el tiempo.

6.5.3. Factibilidad económica

El ITS Central Técnico cuenta con Sistemas de Producción Modular FESTO de tal manera es factible económicamente el desarrollo de la propuesta ya que los recursos tecnológicos necesarios, así como equipos y materiales para su rehabilitación se encuentran a disposición. De esta forma se puede poner en marcha la implementación del sistema de manufactura modelo, mismos que deberá cumplir con el objetivo planteado.

6.6. Fundamentación científico – técnica

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación es necesario ampliar los conocimientos de ciertos conceptos y definiciones que se involucra de manera directa en el desarrollo del sistema de manufactura modelo, los mismos que se presentan a continuación.

Sistema de manufactura modular MPS FESTO

El sistema MPS desarrollado por FESTO permite el desarrollo técnico en general, utilizando problemas prácticos de aplicaciones operativas reales. Proporciona la plataforma perfecta para analizar, comprender y dominar la interacción de la mecánica, la neumática, la ingeniería eléctrica, la tecnología de control y las interfaces de comunicación para una adecuada gestión de sistemas puestos en red. Desde 1991, el sistema de producción modular MPS es la plataforma utilizada en los campeonatos internacionales para técnicos de Mecatrónica *worldskills*. (Festo Didactic SE, 2017)

El sistema de manufactura modelo formado por MPS es una fábrica de cilindros de diferentes características que abarca cuatro estaciones, enlazadas a través de un sistema de transporte.

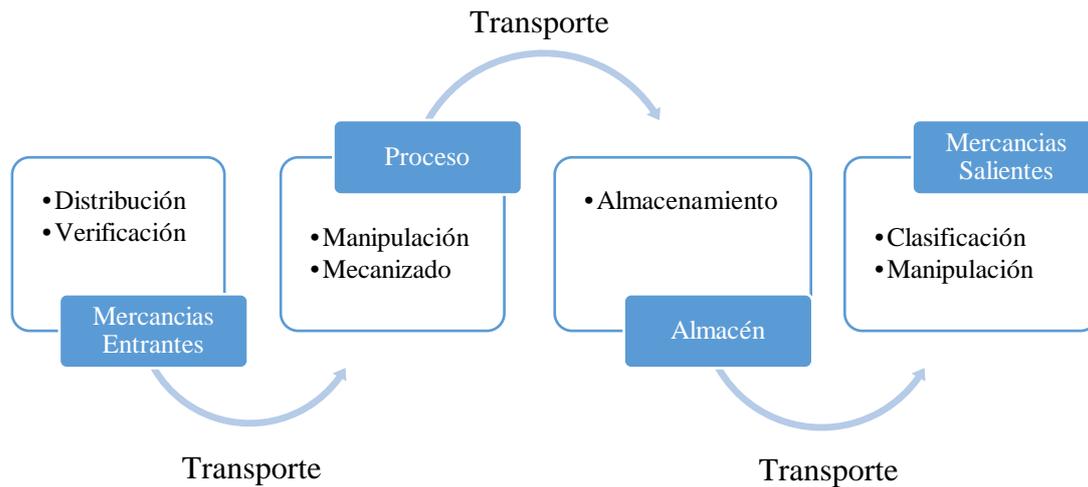


Fig. 6.1: Sistema de manufactura modelo

Fuente: El investigador

Automatización Industrial

La técnica de la automatización es una disciplina que abarca varias especialidades y que, por lo tanto, recurre a conocimientos y métodos de diversas ciencias de ingeniería. Un autómatas es un sistema artificial que se comporta de determinadas maneras relacionando comandos de entrada con estados del sistema, con el fin de obtener las salidas necesarias para solucionar tareas. (Deutsches Institut für Normung, 2002)

Para configurar procesos automáticos modernos se necesitan tres componentes:

- Sensores para captar los estados del sistema
- Actuadores para emitir los comandos de control
- Unidades de control para la ejecución del programa y para tomar decisiones

La automatización de un proceso industrial, (máquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento.

Uno de los objetivos deseables es que el automatismo sea capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y también que, frente a imponderables, tenga como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten en la situación más favorable.

PLC S7-300

El PLC SIMATIC S7-300 está concebido para soluciones de sistema innovadoras con especial énfasis en tecnología de fabricación y, como sistema de automatización universal, constituye una solución óptima para aplicaciones en estructuras centralizadas y descentralizadas. (Siemens AG, 2008)



Fig. 6.2: PLC S7-300

Fuente: (Siemens AG, 2009)

PLC S7-1200

El controlador lógico programable S7-1200 (Fig. 6.3) ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. (Siemens AG, 2009)

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. (Siemens AG, 2009)

Bus AS-i

El bus AS-Interface o Interfaz de Actuador/Sensor fue creado en el año 1994 para la sustitución de la gran cantidad de señales provenientes de los sensores y dirigidos hacia los actuadores desde el controlador. (Guerrero, Yuste, & Martinez, 2010)

El AS-Interface, también conocido de forma abreviada como bus AS-i, es un sistema de enlace para el nivel más bajo de procesos en instalaciones de automatización.



Fig. 6.3: PLC S7-1200

Fuente: (Siemens AG, 2008)

Los mazos de cables utilizados hasta ahora en este nivel son reemplazados por un único cable eléctrico, el cable AS-i. Por medio del cable AS-i y del maestro AS-i se acoplan sensores y actuadores binarios de la categoría más simple a las unidades de control a través de módulos AS-i en el nivel de campo.

El bus AS-Interface es una red estándar de mercado, robusta y suficientemente flexible, que cumple con todos los requerimientos para un bus de comunicación industrial. Está especialmente diseñada para el nivel "más bajo" del proceso de control.

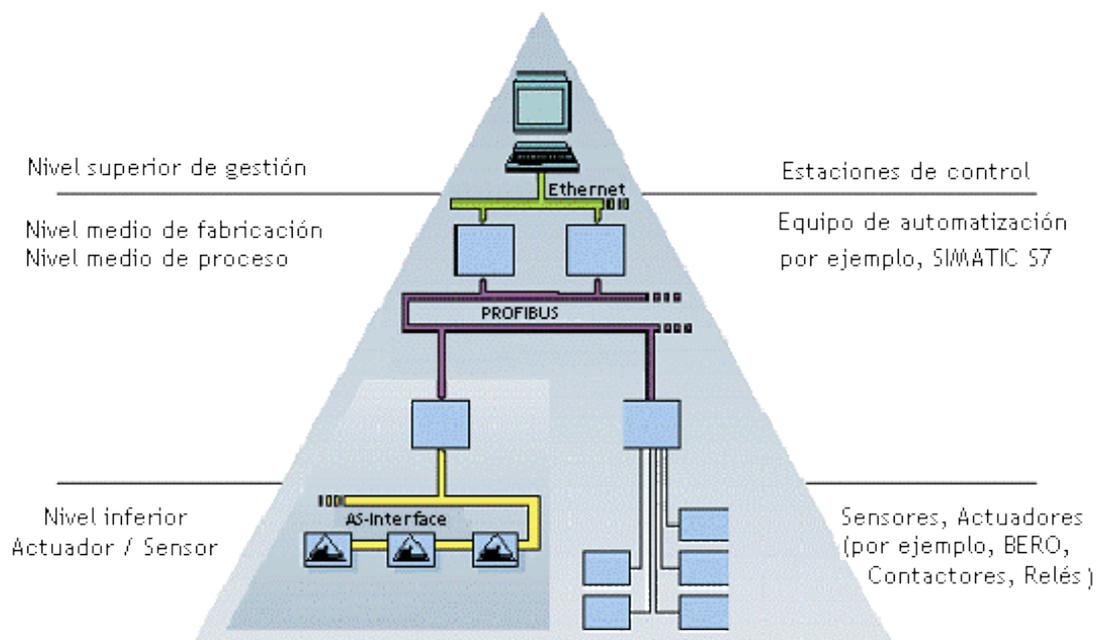


Fig. 6.4: El bus AS-i dentro de los diferentes niveles de comunicación industrial

Fuente: (Guerrero, Yuste, & Martínez, 2010)

Profibus

Es un bus de campo abierto y transparente válido unir distintos dispositivos de automatización de diferentes fabricantes. Su creación fue producida por diferentes empresas y algunas universidades y finalmente derivó en la norma estándar EN 50170 e IEC 61158.

Profibus ha sido desarrollado sobre la base del modelo ISO/OSI *International Standard Organizaron / Open System Interconnect* para servicio de comunicación de datos.

Profibus DP (Distributed Peripheral)

Su aplicación está basada en el intercambio a gran velocidad de un volumen medio de información entre un controlador, que hace las funciones de maestro, y diferentes controladores o diferentes periféricos, como son autómatas programables, módulos de E/S, convertidores de frecuencia, paneles de visualización, etc., que actúan como dispositivos esclavos, distribuidos por el proceso y conectados a una misma red de comunicación. (Guerrero, Yuste, & Martinez, 2010)

Profibus DP trabaja dentro de los niveles 1 y 2 del modelo OSI y bajo las especificaciones de la norma física RS-485.

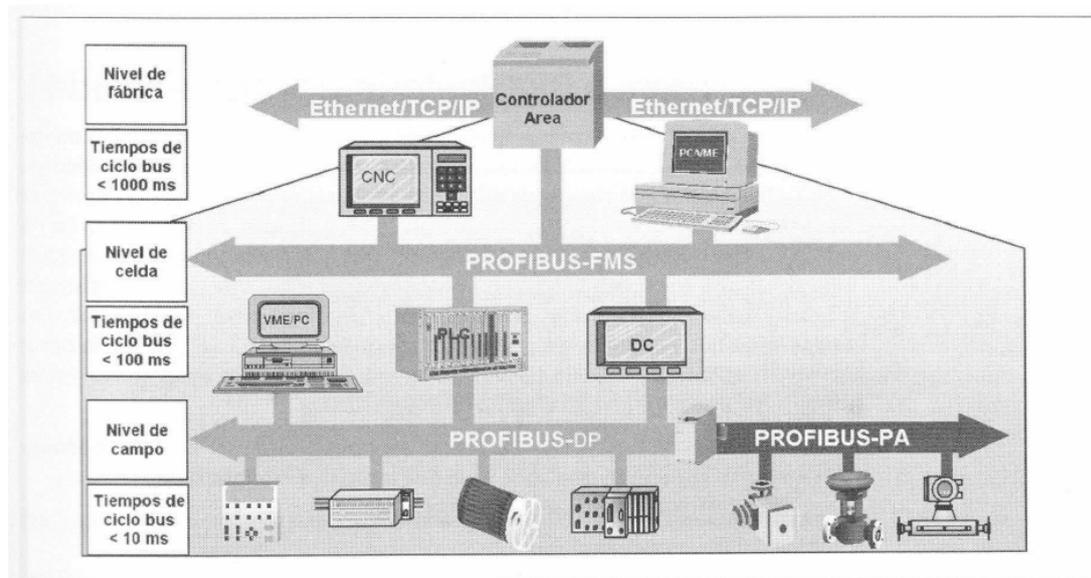


Fig. 6.5: Estructura y tipos de perfiles Profibus

Fuente: (Guerrero, Yuste, & Martinez, 2010)

A nivel de campo, el volumen de datos a enviar en cada transmisión no es elevado y lo que prima en este caso es la velocidad con la que la información va a llegar a su

destinatario, por lo general en un tiempo máximo y conocido por el sistema (aproximadamente 10 ms). Esto es lo que se conoce como un sistema determinista, mientras que, si no aseguramos que en un tiempo máximo la información pueda ser procesada por el equipo receptor, es decir, que sea un tiempo indeterminado (a veces rápido y otras lento), se le conoce como un sistema no determinista.

A nivel de campo el tipo de comunicaciones instalado debe ser siempre mediante un sistema determinista, perfil que es el que incorpora Profibus DP.

Para obtener el acceso a la red se establece el método conocido como maestro/esclavo, en donde existe un potente controlador que hace las funciones de maestro de la red y hasta 126 dispositivos conectados a esa misma red que actúan como esclavos.

Los dispositivos maestros son equipos inteligentes o estaciones activas que son los que controlan la red y van interrogando uno a uno a cada uno de sus esclavos, mientras que los esclavos son estaciones pasivas, como módulos de entrada/salida.

Industrial Ethernet

Industrial Ethernet está diseñado para soluciones eficientes de automatización en el ámbito industrial, dispone de una potente red de área y célula según el estándar IEEE 802.3 (Ethernet) y 802.11 (Wireless LAN). Este sistema permite crear, con Industrial Ethernet, potentes redes de comunicación de gran extensión. (Guerrero, Yuste, & Martínez, 2010) Las posibilidades de comunicación se muestran en la Figura 6.6.

Ethernet posee características importantes que pueden aportar ventajas esenciales:

- Interconexión de las áreas más diversas, como oficina y fabricación.
- Comunicación a escala corporativa gracias a la posibilidad de acoplamiento por WAN (Wide Area Network) como RDSI o Internet.
- Seguridad para las inversiones gracias a desarrollos y perfeccionamientos compatibles.

Profinet

Profinet es la evolución del estándar abierto de Ethernet industrial para la automatización, permite la comunicación en tiempo real hasta el nivel de campo, aprovechando plenamente los estándares de las tecnologías de la información existentes.

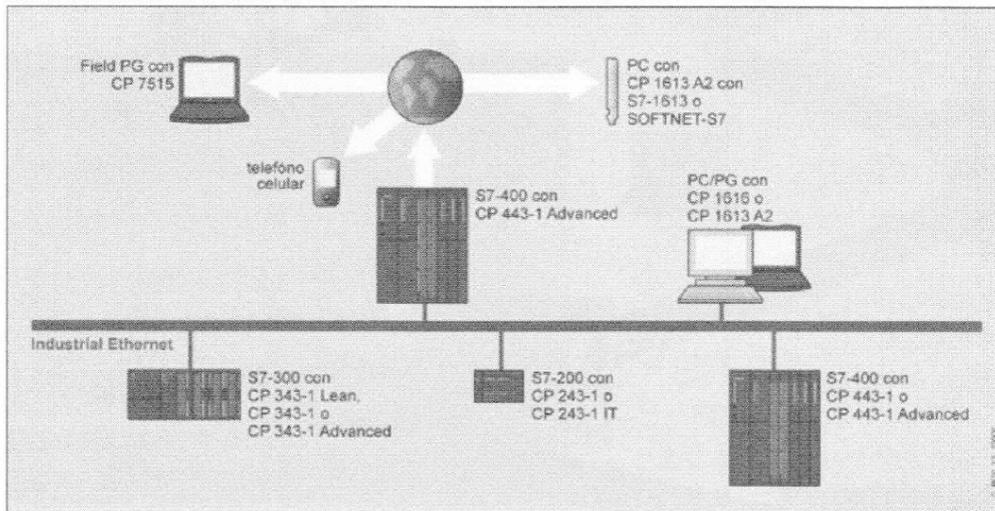


Fig. 6.6: Posibilidades de comunicación en Ethernet

Fuente: (Guerrero, Yuste, & Martínez, 2010)

Además, la red Profinet tiene determinismo y permite establecer prioridades en la red, evitando así la saturación de la red e incrementando por tanto la seguridad en la comunicación.

Profinet entendido como un estándar de automatización basado en Ethernet de PROFIBUS International, define un modelo de comunicación, automatización e ingeniería que funciona con sistemas de diferentes fabricantes. (Siemens AG, 2012)

Los objetivos de Profinet son:

- Estándar Ethernet abierto para la automatización basada en Industrial Ethernet.
- Los componentes de Industrial Ethernet y Standard Ethernet pueden utilizarse conjuntamente, aunque los equipos de Industrial Ethernet son más robustos y, por consiguiente, más apropiados para el entorno industrial (temperatura, inmunidad contra perturbaciones, etc.).
- Uso de estándares TCP/IP e IT.
- Automatización de aplicaciones con requisito de tiempo real.

Características de Profinet

- PROFINET I/O ofrece funcionamiento en “tiempo real” para datos de E/S cíclicos.
- Se pueden utilizar los cables y switches estándar de Ethernet.
- Sistema Maestro-Eslavo, como en Profibus.

- Se configura como una red de campo.
- Los dispositivos ya no se direccionan mediante número de nodo, sino mediante un nombre.
- Comunicación fácil, rápida, flexible y abierta.
- Protocolo abierto, estándar industrial.
- Tan sencillo como un bus de campo.
- Alta velocidad, tiempo de ciclo por dispositivo.
- 100 metros entre dispositivos.
- Utiliza conectores industriales apantallados RJ45.
- Grandes velocidades de transmisión (10-100-1000 Mps).

HMI

La Interfaz Hombre Máquina (HMI) es la interfaz entre el proceso y los operadores, básicamente un panel del operador. Es la herramienta principal con la cual los operadores y los supervisores de la línea coordinan y controlan los procesos industriales y de fabricación en la planta. Las HMI sirven para traducir las variables del proceso complejas en información útil y aprovechable.

Mostrar la información operativa en tiempo real es dominio de la HMI. Los gráficos del proceso visuales dan sentido y contexto al estado del motor y de la válvula, los niveles del tanque y otros parámetros del proceso. Las HMI proporcionan un conocimiento operacional del proceso y permiten el control y la optimización mediante la regulación de los objetivos del proceso y la producción. (AVEVA Group Plc and its subsidiaries, 2018)

Software HMI

Estos softwares tienen la capacidad de generar funciones tales como: Interface gráfica para ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos, manejo de alarmas. A pesar que sólo la función de control y supervisión es propia de un HMI, hoy en día casi todos los proveedores incluyen funciones adicionales y muchas más herramientas.

Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y posteriormente permanecer ejecutándose desde la PC. Por otro lado, este software puede comunicarse

directamente con los dispositivos externos o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación.

OPC Server:

El OPC *OLE for Process Control* es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, se basa en una serie de especificaciones OPC gestionadas por la OPC Foundation, que ofrece una interface común para comunicación que permite que componentes software individuales interaccionen y compartan datos.

Es utilizado para responder a uno de los mayores retos de la industria de la automatización: cómo comunicar dispositivos, controladores y/o aplicaciones sin caer en los problemas habituales de las conexiones basadas en protocolos propietarios. La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura Cliente-servidor.

El servidor OPC es la fuente de datos (como un dispositivo hardware a nivel de planta) y cualquier aplicación basada en OPC puede acceder a dicho servidor para leer/escribir cualquier variable que ofrezca el servidor. Prácticamente todos los mayores fabricantes de sistemas de control, instrumentación y de procesos han incluido OPC en sus productos.

Big Data

La gran cantidad y complejidad de datos que se generan cada día, hacen que los sistemas de gestión y de procesado de datos tradicionales no puedan proporcionar el servicio necesario. Los retos que debe gestionar el Big Data incluyen capturar, almacenar, buscar, compartir, transferir, analizar y visualizar. Una gran cantidad de datos se genera y se guarda tan rápido que está inundando a la sociedad, y por supuesto a las ciudades. El Big Data se está convirtiendo en el próximo recurso natural que explotar; y esto representa por un lado un gran reto, pero también una oportunidad para las organizaciones que sepan sacar provecho de estos datos. (Gerbert, y otros, 2015)

Computación en la Nube

El término "computación en la nube" describe a la forma flexible de suministrar recursos de hardware, software o datos a través de la red a pedido de un usuario. Esto es lo opuesto a ejecutar una aplicación de software en una computadora local. (Gerbert, y otros, 2015)

Las nubes se pueden implementar como públicas (todos los servicios se ejecutan en un entorno seguro alojado en la nube, donde los servidores pueden ser compartidos con

otros) o privadas (disponibles únicamente para la organización del usuario y pueden existir en las instalaciones locales o fuera de ellas). Además, las nubes se pueden implementar como híbridas (algunos servicios se encuentran en las instalaciones locales y otros están en la nube).

Los productos y sistemas inteligentes generarán enormes cantidades de datos a almacenar y procesar que deben ser accesibles on-line desde cualquier lugar. La nube permite este flujo de datos sin fronteras y elimina la necesidad de inversión en infraestructuras para incrementar la capacidad, permitiendo una flexibilidad sin precedentes. (Del Val Román, 2016)

Simulación

Actualmente las simulaciones son empleadas exhaustivamente en la fase de ingeniería, en el diseño de nuevos productos y procesos de producción, pero en el futuro estas se extenderán a las operaciones de planta. (de la Fuente & Mazaeda)

Los datos adquiridos de los diferentes elementos de la cadena de producción, permiten generar un modelo virtual de la totalidad o de una parte del proceso, lo que también posibilita generar simulaciones de procedimientos y técnicas.

Esto permitirá a los operadores optimizar los ajustes de las máquinas haciendo pruebas rápidamente y de forma muy barata en el mundo virtual generando reducción de tiempos de parada e incrementando la calidad.

Sistemas para la Integración Vertical y Horizontal

Sistemas para la integración vertical y horizontal se refiere a plataformas e integración de sistemas de producción e información. La necesidad creciente, interna y externa, de gestionar sistemas integrados para disponer de una plataforma única, donde los empleados y colaboradores tengan acceso a los MES y ERP. Sistemas independientes pero que deben estar conectados en favor de una automatización de tareas y garantía de una gestión integral de la experiencia del usuario. (Gerbert, y otros, 2015)

Hoy en día, a la hora de explotar una planta, las tecnologías de la información, la gestión de los datos del proceso y los sistemas de planificación de la producción son un factor esencial para reducir los costes y optimizar los procesos. La competitividad que reina a nivel global hace que las empresas que poseen centros en varias ubicaciones tengan que producir gamas de productos cada vez más específicos, con mayor racionalidad y

flexibilidad y con menos tiempo para su lanzamiento al mercado. En la Figura 6.7 se muestra un ejemplo de un sistema integrado horizontal y verticalmente.

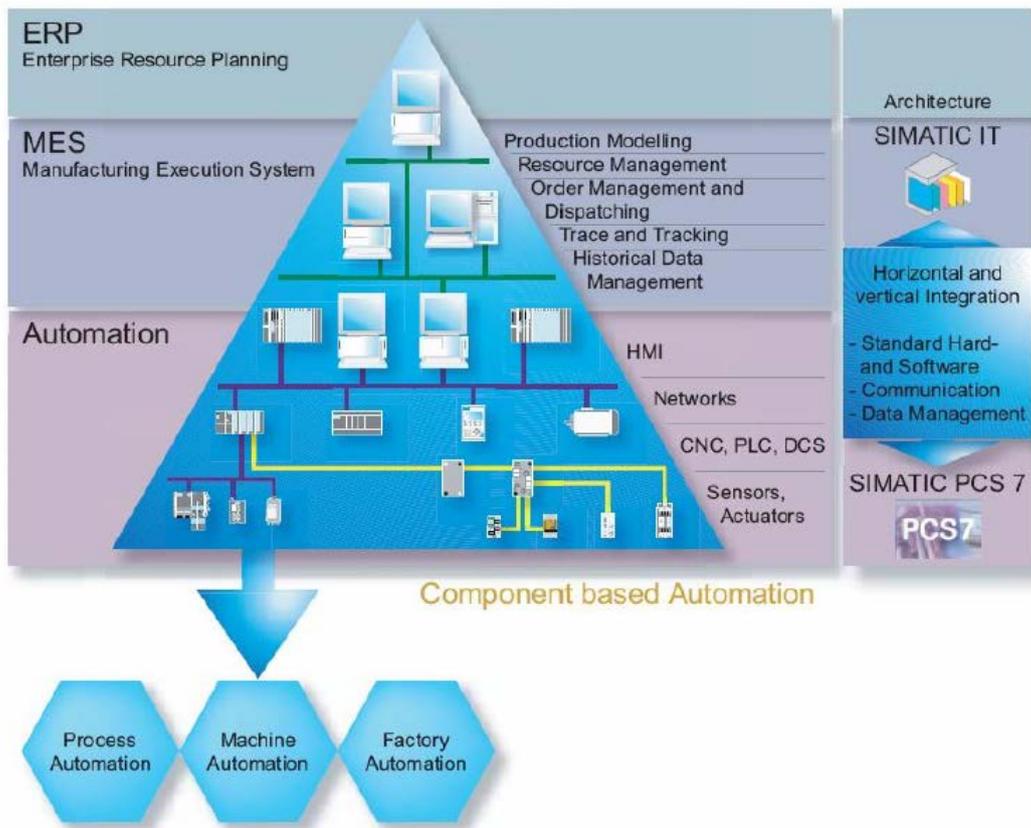


Fig. 6.7: Sistemas de Integración Horizontal y Vertical

Fuente: (Siemens A&D, 2006)

6.7. Metodología, Modelo operativo

Para la implementación del sistema de manufactura modelo a través de herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 se realizaron los siguientes procedimientos:

- Se analizó de la situación actual del sistema de manufactura modelo, comprobando el funcionamiento de los elementos eléctricos, neumáticos y mecánicos que conforman cada una de las estaciones MPS FESTO.
- Se realizó procesos de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de manufactura modelo, enfocados en el reemplazo y calibración de sensores, así como lubricación y regulación de actuadores neumáticos, purga y reemplazo de filtros de las unidades de mantenimiento.

- Se implementó diagramas neumáticos y eléctricos a través de software especializado generando tablas de símbolos y direcciones útiles para la etapa de programación e implementación de comunicaciones industriales.
- A continuación, se estableció las secuencias neumáticas en función al proceso que cumple cada MPS por medio de diagramas de movimiento y mando, así como GRAFCET para continuar con la programación de cada módulo de forma independiente constatando el correcto funcionamiento de los mismos.
- Se realizó la integración horizontal y vertical del sistema de manufactura modelo como parte de las tecnologías de Industria 4.0 a través de la implementación de comunicaciones industriales descritas para el análisis de flexibilidad logrado.
- Se diseñó la interfaz humano-maquina con la capacidad de análisis de datos de producción enfocados a Big Data y web server como aplicación de La Nube para determinar la flexibilidad lograda en el sistema de manufactura modelo.
- Se desarrolló pruebas de funcionamiento a través de simulaciones presentadas en software especializado y la verificación del funcionamiento del sistema de manufactura modelo analizando los parámetros de flexibilidad establecidos dentro del proyecto.

La Figura 6.8 muestra gráficamente la metodología para resolver la problemática en función de los sistemas de producción modular usados, las tecnologías orientadas a Industria 4.0 aplicadas y el resultado en cuanto a los parámetros de flexibilidad logrados en el sistema.

6.8. Desarrollo de la propuesta

6.8.1. Situación actual del sistema

Previo al análisis de la situación actual se define el funcionamiento base de cada estación MPS.

1. Mercancías entrantes

La estación de mercancías entrantes está formada a su vez por dos áreas: distribución y verificación.

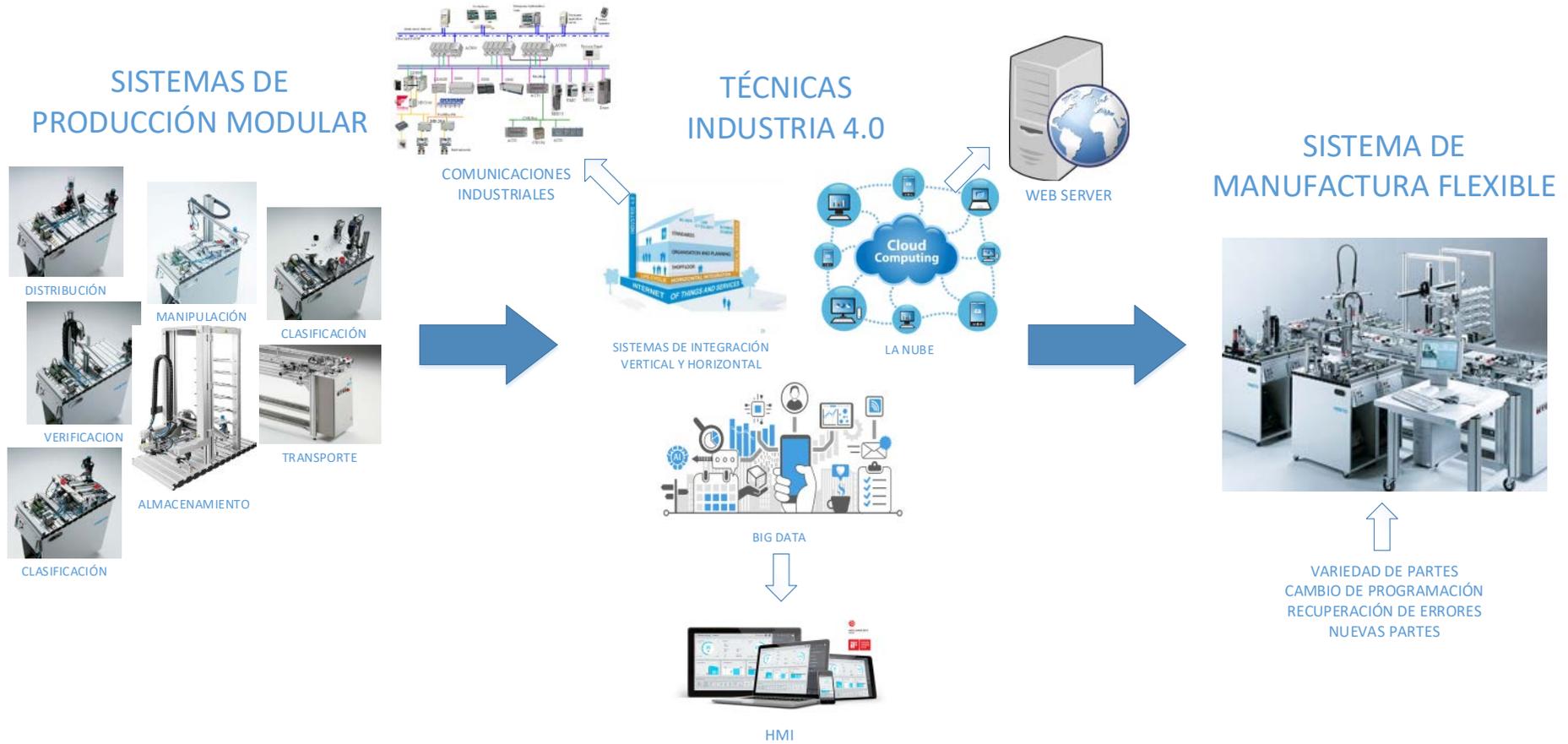


Fig. 6.8: Metodología para resolver la problemática

Elaborado por: El investigador

Distribución

Los cilindros son suministrados por el operario de forma manual, para su posterior abastecimiento hacia el proceso de verificación



Fig. 6.9: Flujo de Distribución

Fuente: El investigador

Verificación

En esta esta área de la estación, tras el abastecimiento del cilindro se verifica por defecto que el material del cilindro sea metálico para que continúe en el proceso, los cilindros de plástico son desechados.

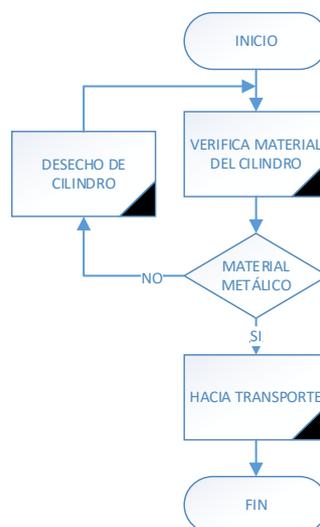


Fig. 6.10: Flujo de Verificación

Fuente: El investigador

2. Proceso

La estación de procesamiento está constituida por las áreas de manipulación y maquinado.

Manipulación

El área de manipulación abastece los cilindros desde el área de transporte hacia el área de maquinado y viceversa.



Fig. 6.11: Flujo de Manipulación

Fuente: El investigador

Maquinado

El área de maquinado simula dos procesos: martillado y taladrado de cilindros.



Fig. 6.12: Flujo de Maquinado

Fuente: El investigador

3. Almacén

Los cilindros son acumulados en la estación de almacenamiento automático antes de su entrega. Indispensable y un reto tecnológico desde el punto de vista de la logística – los almacenes automatizados facilitan conceptos flexibles de logística y reducen los plazos de entrega

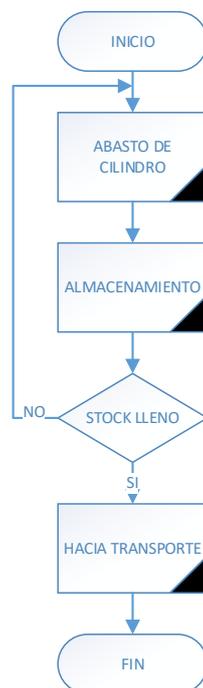


Fig. 6.13: Flujo de Almacenamiento

Fuente: El investigador

4. Mercancías salientes

La estación de mercancías salientes está formada por dos áreas: manipulación y clasificación.

Manipulación

El área de manipulación abastece los cilindros desde el área de transporte hacia el área de clasificación y viceversa, se establece el mismo diagrama de flujo mostrado en la fig. 6.11.

Clasificación

En el área de clasificación los productos son clasificados por color y puestos a disposición para la entrega.

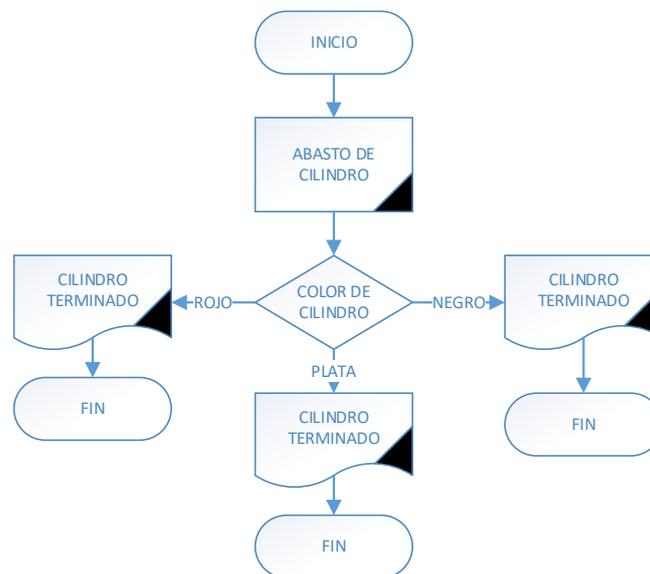


Fig. 6.14: Flujo de Clasificación

Fuente: El investigador

5. Transporte

La instalación de transporte constituye un componente central del sistema de manufactura. La configuración rectangular del transportador ofrece todas las características de los sistemas profesionales industriales. Se encarga de transportar los cilindros por las diferentes estaciones de producción.

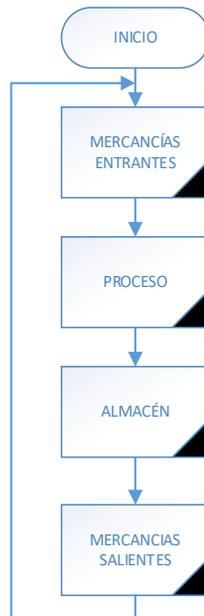


Fig. 6.15: Flujo de Transporte

Fuente: El investigador

6.8.2. Equipos y elementos utilizados en el sistema

A continuación, se detalla los quipos y elementos de cada estación MPS:

Tabla 6-1: Elementos área de Distribución

DISTRIBUCIÓN		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1
2	PLC SIEMENS S7-300 CPU 313C-2 DP	1
3	ACTUADOR SEMIGIRATORIO	1
4	CILINDRO DOBLE EFECTO	1
5	COPA DE SUCCIÓN AL VACÍO	1
6	VÁLVULA 3/2 BIESTABLE	1
7	VÁLVULA 5/2 MONOESTABLE	1
8	VÁLVULA 5/2 BIESTABLE	1
9	SENSOR MAGNÉTICO	2
10	FINAL DE CARRERA	2
11	SENSOR ÓPTICO DE BARRERA	1
12	PRESOSTATO	1
13	PULSADOR NA	2
14	PULSADOR NC	1
15	SELECTOR	1
16	INDICADOR ELÉCTRICO	4

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-2: Elementos área de Verificación

VERIFICACIÓN		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1
2	PLC SIEMENS S7-300 CPU 313C-2 DP	1
3	CILINDRO DOBLE EFECTO SIN VÁSTAGO	1
4	CILINDRO DOBLE EFECTO	1
5	TÚNEL DE AIRE	1
6	VÁLVULA 3/2 MONOESTABLE	2
7	VÁLVULA 5/2 MONOESTABLE	2
8	SENSOR MAGNÉTICO	3
9	SENSOR ANÁLOGO RESISTIVO	1
10	SENSOR ÓPTICO RÉFLEX	1
11	SENSOR CAPACITIVO	1
12	SENSOR ÓPTICO DIFUSO	1
13	PULSADOR NA	2
14	PULSADOR NC	1
15	SELECTOR	1
16	INDICADOR ELÉCTRICO	4

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-3: Elementos área de Manipulación

MANIPULACIÓN		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1
2	PLC SIEMENS S7-300 CPU 313C-2 DP	1
3	CILINDRO DOBLE EFECTO SIN VÁSTAGO	1
4	CILINDRO DOBLE EFECTO	1
5	PINZA NEUMÁTICA	1
6	VÁLVULA 3/2 MONOESTABLE	2
7	VÁLVULA 5/2 MONOESTABLE	2
8	SENSOR MAGNÉTICO	5
9	SENSOR ÓPTICO DE BARRERA	1
10	PULSADOR NA	2
11	PULSADOR NC	1
12	SELECTOR	1
13	INDICADOR ELÉCTRICO	4

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-4: Elementos área de Maquinado

MAQUINADO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1
2	PLC SIEMENS S7-300 CPU 313C-2 DP	1
3	MOTOR ELÉCTRICO DC	3
4	CILINDRO ELÉCTRICO DC	2
5	SENSOR INDUCTIVO	1
6	SENSOR CAPACITIVO	3
7	FINALES DE CARRERA	2
8	PULSADOR NA	2
9	PULSADOR NC	1
10	SELECTOR	1
11	INDICADOR ELÉCTRICO	4

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-5: Elementos área de Almacenamiento

ALMACENAMIENTO		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1
2	PLC SIEMENS S7-300 CPU 314C-2 DP	1
3	MOTOR ELÉCTRICO DC	2
4	CILINDRO SIN VÁSTAGO	1
5	PINZA NEUMÁTICA	1
5	VÁLVULAS 5/2 MONOESTABLES	2
6	FINALES DE CARRERA	4
7	SENSOR MAGNÉTICO	4
8	ENCODERS	2
9	PULSADOR NA	2
10	PULSADOR NC	1
11	SELECTOR	1
12	INDICADORES ELÉCTRICO	4

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-6: Elementos área de Clasificación

CLASIFICACIÓN		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1
2	PLC SIEMENS S7-1200 CPU 1212C DC/DC/Rly	1
3	MOTOR ELÉCTRICO DC	1
4	CILINDRO SIMPLE EFECTO	1
5	CILINDRO DOBLE EFECTO	2
6	VÁLVULAS 5/2 MONOESTABLES	2
7	SENSOR MAGNÉTICO	4

8	SENSOR ÓPTICO RÉFLEX	1
9	SENSOR INDUCTIVO	1
10	SENSOR ÓPTICO DIFUSO	2
11	PULSADOR NA	2
12	PULSADOR NC	1
13	SELECTOR	1
14	INDICADORES ELÉCTRICO	4

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-7: Elementos área de Transporte

TRANSPORTE		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1
2	PLC SIEMENS S7-300 CPU 313C-2 DP	1
3	MODULO SIEMENS ASi-BUS CP343-2	1
4	VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS MICROMASTER 420	1
5	ACTUADOR SENSOR INTERFACE 4I APPLICATION SIEMENS 3RG9001-0AA00	6
6	AS Interface coupling module FK for 2" x 4" AS-i cable SIEMENS 3RG9010-0AA00	6
7	Módulo AS-Interface F90, digital 4DI/4DQ, IP20 4 SIEMENS 3RG9002-0DC00	5
8	Valve interface FESTO ASI-EVA-K1-2E1A-Z	6
9	E-STOP relays PILZ PNOZ X9	1
10	Combi power supply unit Asinterface FESTO 31.6 V and 24 V DC	1
11	MOTOR ELÉCTRICO AC	4
12	CILINDRO DOBLE EFECTO	6
13	SENSOR MAGNÉTICO	6
14	SENSOR ÓPTICO DE BARRERA	6
15	SENSOR INDUCTIVO	18
16	SENSOR ÓPTICO DIFUSO	2
17	PULSADOR NA	4
18	PULSADOR NC	1
19	INDICADORES ELÉCTRICO	2

Elaborado por: El investigador

Tomando en cuenta el funcionamiento base de cada área dentro de las estaciones provistas, la ficha de observación generada en capítulos previos Tabla 4-9 y los parámetros de flexibilidad establecidos, se determina la siguiente situación actual del sistema:

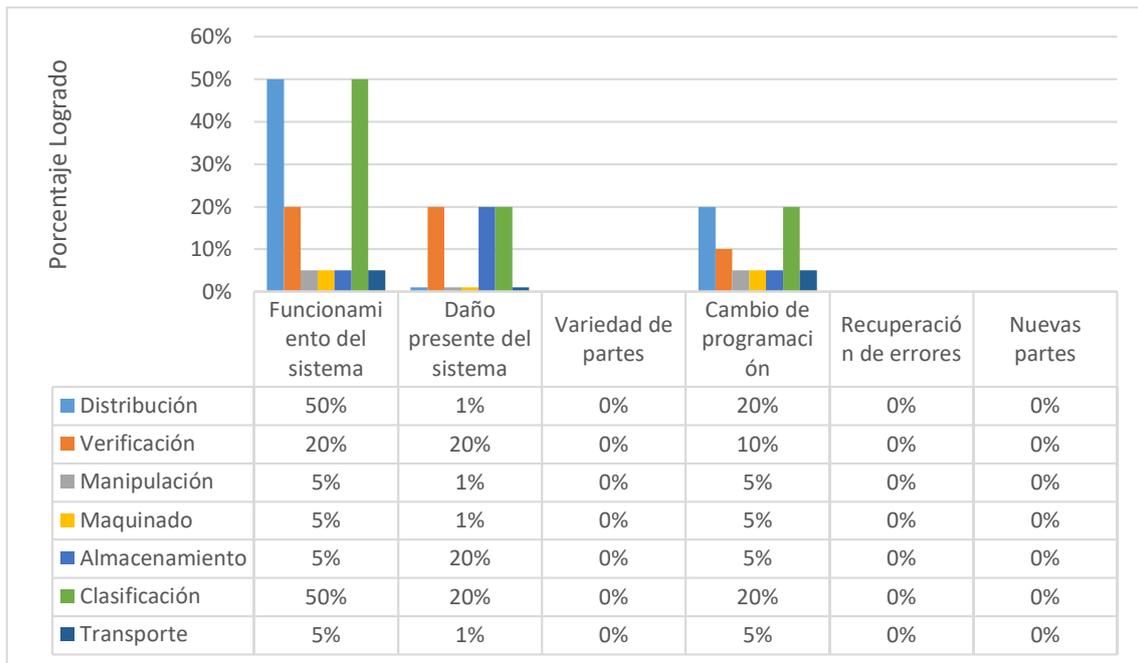


Fig. 6.16: Análisis situación inicial

Fuente: El investigador

La Figura 6.17 muestra el estado inicial del sistema de manufactura modelo en el que se identifica que los sistemas de producción modular no se encuentran disponibles para cumplir un proceso de manufactura, mucho menos para establecer relaciones de producción y funcionamiento.

Fig. 6.17: Estado inicial del sistema

Fuente: El investigador

6.8.3. Mantenimiento del sistema

Una vez determinada la situación actual por medio de la ficha de observación y comprobación de funcionamiento base del sistema se procede a realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de cada estación MPS.

Tabla 6-8: Ficha de mantenimiento Distribución

Ficha de Mantenimiento	
Área	Distribución
Responsable	Ing. David Basantes
Fecha	1/10/2018
Mantenimiento preventivo: <ul style="list-style-type: none">• Purga de la unidad de mantenimiento• Lubricación de actuadores neumáticos• Limpieza de sensores• Calibración de sensores• Limpieza de contactos de borneras• Reajuste de conexiones• Limpieza general del área	
Mantenimiento correctivo: <ul style="list-style-type: none">• Cambio de filtro unidad de mantenimiento	

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-9: Ficha de mantenimiento Verificación

Ficha de Mantenimiento	
Área	Verificación
Responsable	Ing. David Basantes
Fecha	2/10/2018
Mantenimiento preventivo: <ul style="list-style-type: none">• Purga de la unidad de mantenimiento• Lubricación de actuadores neumáticos• Limpieza de sensores• Calibración de sensores• Limpieza de contactos de borneras• Reajuste de conexiones• Limpieza general del área	
Mantenimiento correctivo:	

- Cambio de filtro unidad de mantenimiento

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-10: Ficha de mantenimiento Manipulación

Ficha de Mantenimiento	
Área	Manipulación
Responsable	Ing. David Basantes
Fecha	3/10/2018
Mantenimiento preventivo: <ul style="list-style-type: none"> • Purga de la unidad de mantenimiento • Lubricación de actuadores neumáticos • Limpieza de sensores • Calibración de sensores • Limpieza de contactos de borneras • Reajuste de conexiones • Limpieza general del área 	
Mantenimiento correctivo: <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de filtro unidad de mantenimiento 	

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-11: Ficha de mantenimiento Maquinado

Ficha de Mantenimiento	
Área	Maquinado
Responsable	Ing. David Basantes
Fecha	4/10/2018
Mantenimiento preventivo: <ul style="list-style-type: none"> • Purga de la unidad de mantenimiento • Lubricación de actuadores neumáticos • Limpieza de sensores • Calibración de sensores • Limpieza de contactos de borneras • Reajuste de conexiones • Limpieza general del área 	
Mantenimiento correctivo: <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de filtro unidad de mantenimiento • Cambio de sensor inductivo 	

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-12: Ficha de mantenimiento Almacén

Ficha de Mantenimiento	
Área	Almacén
Responsable	Ing. David Basantes
Fecha	5/10/2018
Mantenimiento preventivo: <ul style="list-style-type: none">• Purga de la unidad de mantenimiento• Lubricación de actuadores neumáticos• Limpieza de sensores• Calibración de sensores• Limpieza de contactos de borneras• Reajuste de conexiones• Limpieza general del área	
Mantenimiento correctivo: <ul style="list-style-type: none">• Cambio de filtro unidad de mantenimiento• Cambio de sensor magnético	

Elaborado por: El investigador

Tabla 6-13: Ficha de mantenimiento Clasificación

Ficha de Mantenimiento	
Área	Clasificación
Responsable	Ing. David Basantes
Fecha	6/10/2018
Mantenimiento preventivo: <ul style="list-style-type: none">• Purga de la unidad de mantenimiento• Lubricación de actuadores neumáticos• Limpieza de sensores• Calibración de sensores• Limpieza de contactos de borneras• Reajuste de conexiones• Limpieza general del área	
Mantenimiento correctivo: <ul style="list-style-type: none">• Cambio de filtro unidad de mantenimiento• Cambio de sensor magnético	

Elaborado por: El investigador

6.8.4. Planos eléctricos y diagrama neumáticos

La representación gráfica de los elementos que componen una instalación eléctrica o neumática sirven para interpretar las relaciones eléctricas y neumática de los componentes mediante símbolos que están basados en la norma DIN e ISO 1219 respectivamente convirtiéndose en una herramienta práctica al momento de realizar el montaje o reparación de los sistemas eléctricos y neumáticos. En el anexo 3 se muestran los planos eléctricos y en el anexo 4 se muestran los diagramas neumáticos elaborados como parte de la metodología.

6.8.5. Tabla de símbolos, Diagramas de mando-movimiento y GRAFCET

Como punto de partida se establece el funcionamiento base de cada uno de los módulos descritos anteriormente y en función de eso se procede a generar las tablas de símbolos, diagramas de mando y movimiento y GRAFCET de cada estación.

Distribución

Tabla 6-14: Tabla de símbolos Distribución

	Estado	Símbolo	Direcció /	Tipo de dato	Comentario
1		LUZ	FC 1	FC 1	
2		RESET	FC 2	FC 2	
3		A1	I 0.1	BOOL	
4		A0	I 0.2	BOOL	
5		PT	I 0.3	BOOL	PRESOSTATO
6		B0	I 0.4	BOOL	
7		B1	I 0.5	BOOL	
8		SOB	I 0.6	BOOL	SENSOR OPTICO DE BARRERA
9		RTR	I 0.7	BOOL	RECEPTOR BARRERA
10		START_1	I 1.0	BOOL	
11		STOP_1	I 1.1	BOOL	
12		SWITCH_1	I 1.2	BOOL	
13		RESET_1	I 1.3	BOOL	
14		A-	Q 0.0	BOOL	DISPENSADOR
15		VNT+	Q 0.1	BOOL	ABSORBE
16		VNT-	Q 0.2	BOOL	SUELTA
17		B+	Q 0.3	BOOL	IZQUIERDA
18		B-	Q 0.4	BOOL	DERECHA
19		LSTART_1	Q 1.0	BOOL	
20		LRESET_1	Q 1.1	BOOL	
21		OUT1_BANDA	Q 1.6	BOOL	
22		OUT_MODULO2	Q 1.7	BOOL	
23					

Elaborado por: El investigador

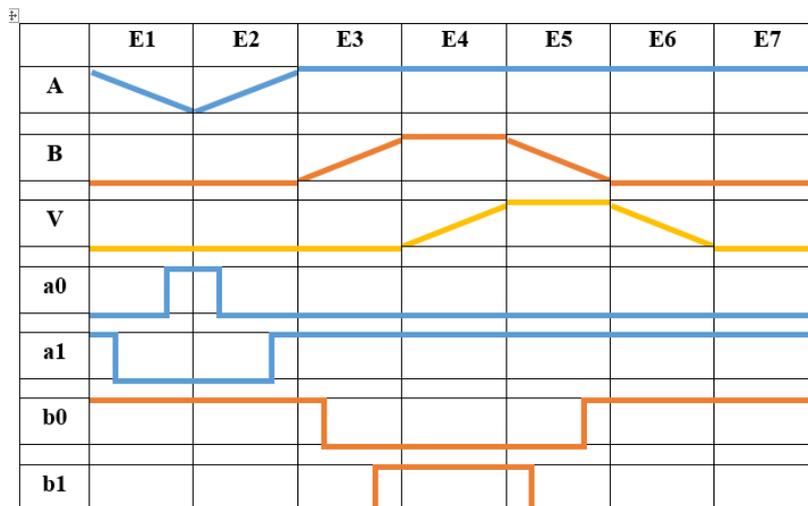
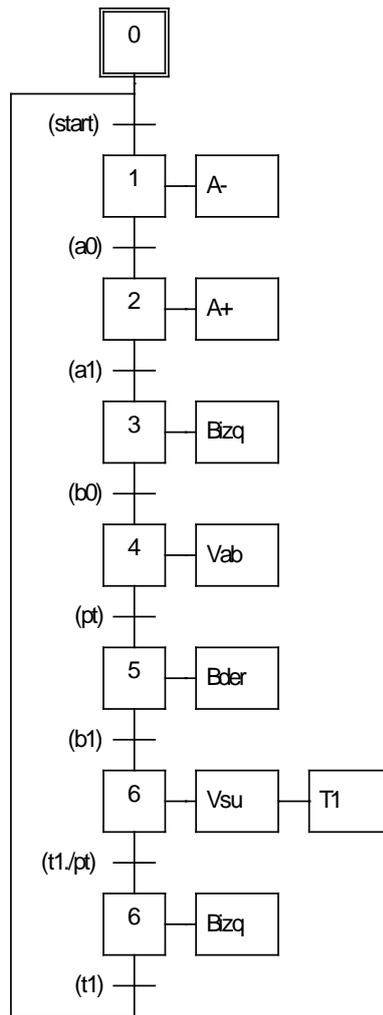


Fig. 6.18: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Distribución

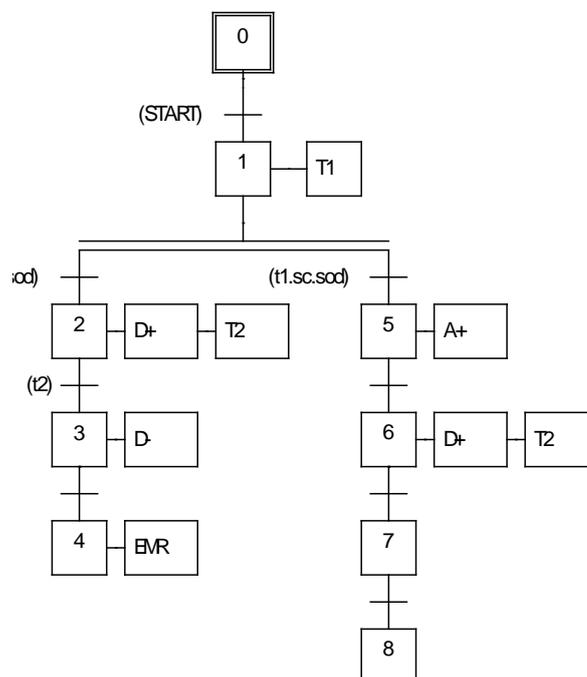
Fuente: El investigador

Verificación

Tabla 6-15: Tabla de símbolos Verificación

	Estado	Símbolo	Direcció /	Tipo de dato	Comentario
1		ROJO_PLATA	FC 1	FC 1	
2		NEGRO	FC 2	FC 2	
3		LUZ	FC 3	FC 3	
4		RESET	FC 4	FC 4	
5		SC	I 2.0	BOOL	
6		SOD	I 2.1	BOOL	
7		SOR	I 2.2	BOOL	
8		SR	I 2.3	BOOL	
9		C1	I 2.4	BOOL	
10		C0	I 2.5	BOOL	
11		D0	I 2.6	BOOL	
12		START_2	I 3.0	BOOL	
13		STOP_2	I 3.1	BOOL	
14		SWITCH_2	I 3.2	BOOL	
15		RESET_2	I 3.3	BOOL	
16		IN_MODULO1	I 3.4	BOOL	
17		SBANDA	I 3.7	BOOL	
18		C+	Q 2.0	BOOL	
19		C-	Q 2.1	BOOL	
20		D	Q 2.2	BOOL	
21		TNL	Q 2.3	BOOL	
22		EMR	Q 2.7	BOOL	
23		LSTART_2	Q 3.0	BOOL	
24		LRESET_2	Q 3.1	BOOL	
25					

Elaborado por: El investigador



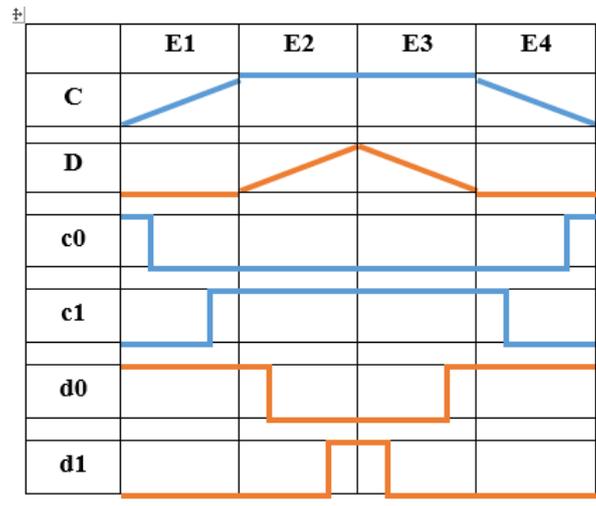


Fig. 6.19: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Verificación

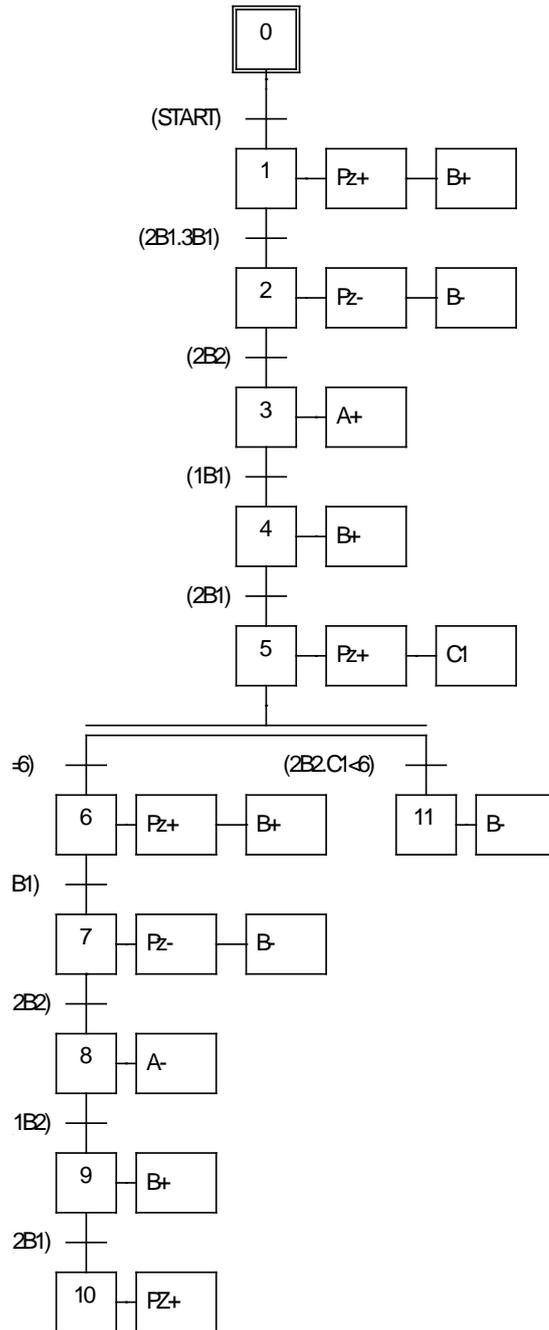
Fuente: El investigador

Manipulación

Tabla 6-16: Tabla de símbolos Manipulación

	Estado	Símbolo	Direcció /	Tipo de dato	Comentario
1		LUZ	FC 1	FC 1	
2		RESET	FC 2	FC 2	
3		PART_AV_3	I 4.0	BOOL	OPTICO_MEZA
4		1B1_3	I 4.1	BOOL	MAGNETICO_B2
5		1B2_3	I 4.2	BOOL	MAGNETICO_B0
6		1B3_3	I 4.3	BOOL	MAGNETICO_B1
7		2B1_3	I 4.4	BOOL	MAGNETICO_A1
8		2B2_3	I 4.5	BOOL	MAGNETICO_A0
9		3B1_3	I 4.6	BOOL	OPTICO_PINZA
10		START_3	I 5.0	BOOL	
11		STOP_3	I 5.1	BOOL	
12		SWITCH_3	I 5.2	BOOL	
13		RESET_3	I 5.3	BOOL	
14		IN_MODULO	I 5.6	BOOL	
15		IN_BANDA	I 5.7	BOOL	
16		A+	Q 4.0	BOOL	
17		A-	Q 4.1	BOOL	
18		B	Q 4.2	BOOL	
19		C+	Q 4.3	BOOL	PINZA
20		EMR_3	Q 4.7	BOOL	
21		LSTART_3	Q 5.0	BOOL	
22		LRESET_3	Q 5.1	BOOL	
23		OUT_BANDA1	Q 5.6	BOOL	
24		OUT_BANDA	Q 5.7	BOOL	
25					

Elaborado por: El investigador



	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Pz	▲		▲		▲	
B	▲		▲		▲	
A	▲		▲			
a0	▲		▲			

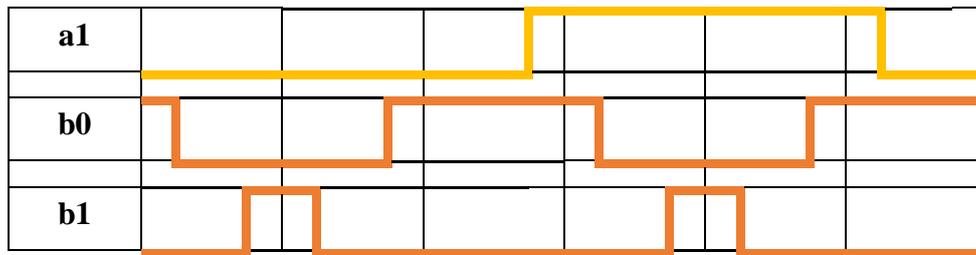


Fig. 6.20: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Manipulación

Fuente: El investigador

Maquinado

Tabla 6-17: Tabla de símbolos Maquinado

	Estado	Símbolo	Direcció /	Tipo de dato	Comentario
1		TALADRO	FC 1	FC 1	
2		MARTILLO	FC 2	FC 2	
3		LUZ	FC 3	FC 3	
4		B0_4	I 6.0	BOOL	CAP INICIO
5		B1_4	I 6.1	BOOL	CAP TALADRO
6		B2_4	I 6.2	BOOL	CAP MARTILLO
7		B3_4	I 6.5	BOOL	INDUCTIVO
8		RTR_4	I 6.7	BOOL	
9		START_4	I 7.0	BOOL	
10		STOP_4	I 7.1	BOOL	
11		SWITCH_4	I 7.2	BOOL	
12		RESET_4	I 7.3	BOOL	
13		M3_4	Q 6.0	BOOL	TALADRO
14		M2_4	Q 6.1	BOOL	BANDEJA
15		M1+_4	Q 6.2	BOOL	BAJA TALADRO
16		M1-_4	Q 6.3	BOOL	SUBE TALADRO
17		M4_4	Q 6.4	BOOL	SOSTIENE TALADRO
18		M5_4	Q 6.5	BOOL	MARTILLO
19		LSTART_4	Q 7.0	BOOL	
20		LRESET_4	Q 7.1	BOOL	
21		OUT_MODULO	Q 7.7	BOOL	
22					

Elaborado por: El investigador

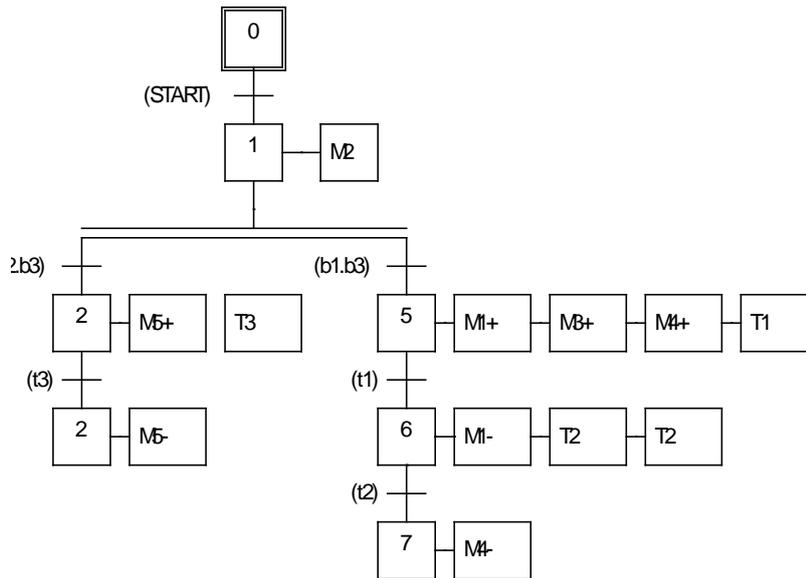


Fig. 6.21: GRAFCET Maquinado

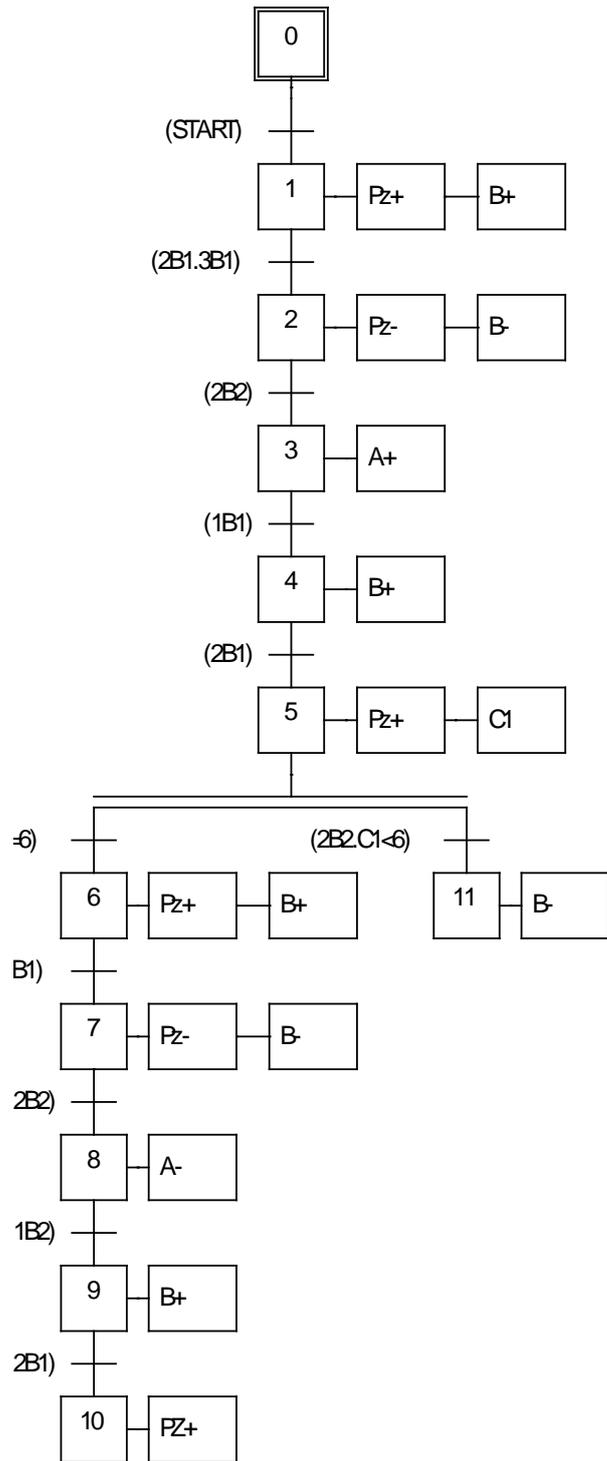
Fuente: El investigador

Manipulación 1

Tabla 6-18: Tabla de símbolos Manipulacion1

	Estado	Símbolo	Direcció /	Tipo de dato	Comentario
1		LUZ	FC 1	FC 1	
2		RESET	FC 2	FC 2	
3		S1	I 8.0	BOOL	
4		1B1_6	I 8.1	BOOL	
5		B2	I 8.2	BOOL	
6		B1	I 8.3	BOOL	
7		A1	I 8.4	BOOL	
8		A0	I 8.5	BOOL	
9		3B1_6	I 8.6	BOOL	
10		RTR	I 8.7	BOOL	
11		START_5	I 9.0	BOOL	
12		STOP_5	I 9.1	BOOL	
13		SWITCH_5	I 9.2	BOOL	
14		RESET_5	I 9.3	BOOL	
15		IN_BANDA	I 9.7	BOOL	
16		B-	Q 8.0	BOOL	
17		B+	Q 8.1	BOOL	
18		A+	Q 8.2	BOOL	
19		PNZ	Q 8.3	BOOL	
20		LZSTART_5	Q 9.0	BOOL	
21		LZRESET_5	Q 9.1	BOOL	
22		OUT_BANDA	Q 9.7	BOOL	

Elaborado por: El investigador



	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Pz	▲		▲		▲	
B	▲		▲		▲	

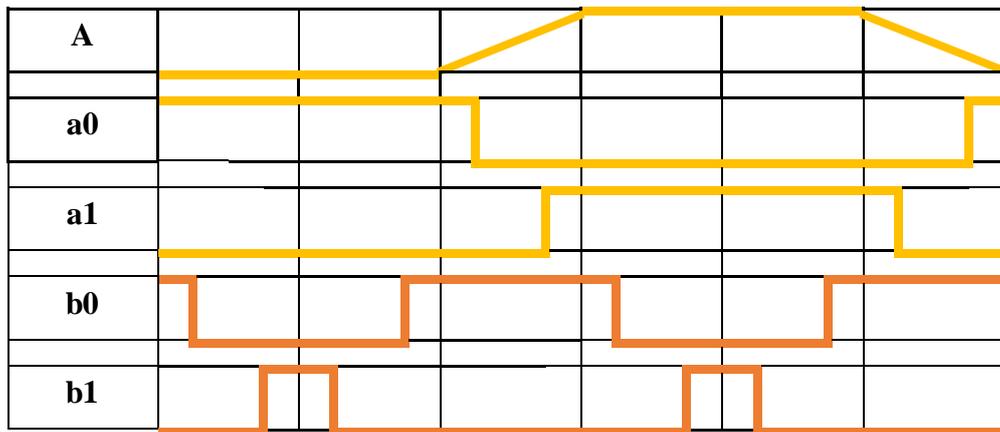


Fig. 6.22: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Manipulación1

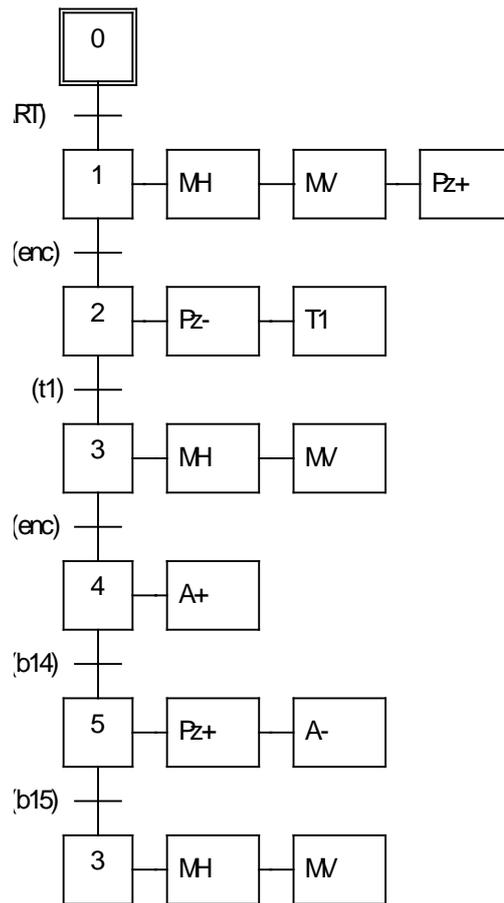
Fuente: El investigador

Almacenamiento

Tabla 6-19: Tabla de símbolos Almacenamiento

	Estado	Símbolo	Direcció /	Tipo de dato	Comentario
1		contaje	FC 1	FC 1	
2		contaje1	FC 2	FC 2	
3		reset_cont	FC 3	FC 3	
4		coger	FC 4	FC 4	
5		posiciones	FC 5	FC 5	
6		dejar	FC 6	FC 6	
7		START_5	I 125.0	BOOL	
8		STOP_5	I 125.1	BOOL	
9		SW_5	I 125.2	BOOL	
10		RESET_5	I 125.3	BOOL	
11		IN_BANDA1	I 125.6	BOOL	
12		IN_BANDA	I 125.7	BOOL	
13		B13	I 126.1	BOOL	
14		B11	I 126.2	BOOL	
15		B10	I 126.3	BOOL	
16		B14	I 126.4	BOOL	
17		B15	I 126.5	BOOL	
18		B16	I 126.6	BOOL	
19		B17	I 126.7	BOOL	
20		MDE	Q 124.1	BOOL	
21		MSU	Q 124.2	BOOL	
22		MBA	Q 124.3	BOOL	
23		B_5	Q 124.4	BOOL	CILINDRO
24		PNZ_5	Q 124.5	BOOL	
25		MRH	Q 124.6	BOOL	
26		MRV	Q 124.7	BOOL	
27		LZSTART_5	Q 125.0	BOOL	
28		LZRESET_5	Q 125.1	BOOL	
29		MIZ	Q 125.2	BOOL	
30		OUT_BANDA1	Q 125.6	BOOL	
31		OUT_BANDA	Q 125.7	BOOL	
32		COUNT	SFB 47	SFB 47	Common counter module
33					

Elaborado por: El investigador



	E1	E2	E3	E4
Pz	/		/	
A	/		/	
a0				
a1				

Fig. 6.23: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Distribución

Fuente: El investigador

Transporte

Tabla 6-20: Tabla de símbolos Transporte

	Estado	Símbolo	Dirección	Tipo de dato	Comentario
1		entradas	DB 10	DB 10	
2		salidas	DB 20	DB 20	
3		CP342-2Read	FC 1	FC 1	CP342-2Read Daten aus dem CP
4		CP342-2Write	FC 2	FC 2	CP342-2Write Daten zum CP342-2
5		ESTACION1	FC 3	FC 3	
6		ESTACION2	FC 4	FC 4	
7		ESTACION5	FC 5	FC 5	
8		ESTACION6	FC 6	FC 6	
9		ESTACION4	FC 7	FC 7	
10		AUTO_ON	I 124.0	BOOL	
11		AUTO_OFF	I 124.1	BOOL	
12		CONTROL	I 124.6	BOOL	
13		LAUTO_ON	Q 124.0	BOOL	
14		LAUTO_OFF	Q 124.1	BOOL	
15		BANDA	Q 124.7	BOOL	
16		LERROR	Q 125.3	BOOL	
17		VAT_1	VAT 1		
18					

Elaborado por: El investigador

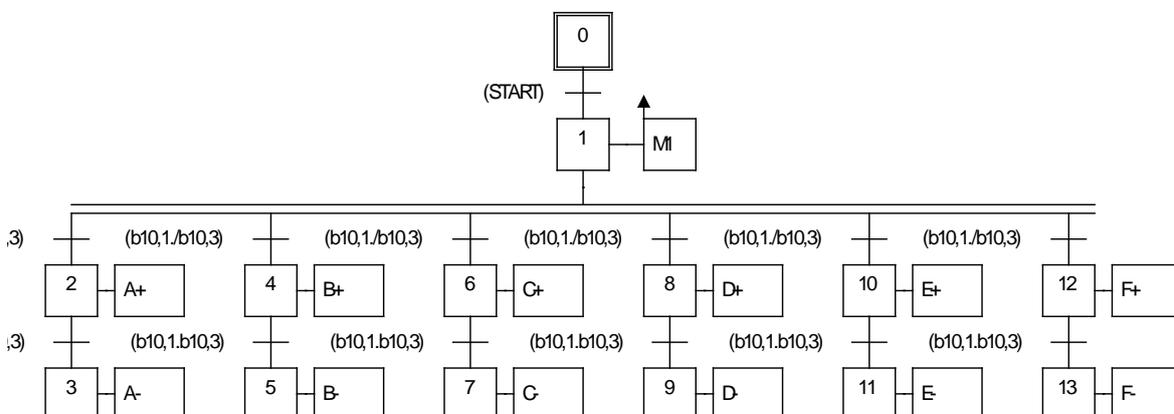


Fig. 6.24: GRAFCET Transporte

Fuente: El investigador

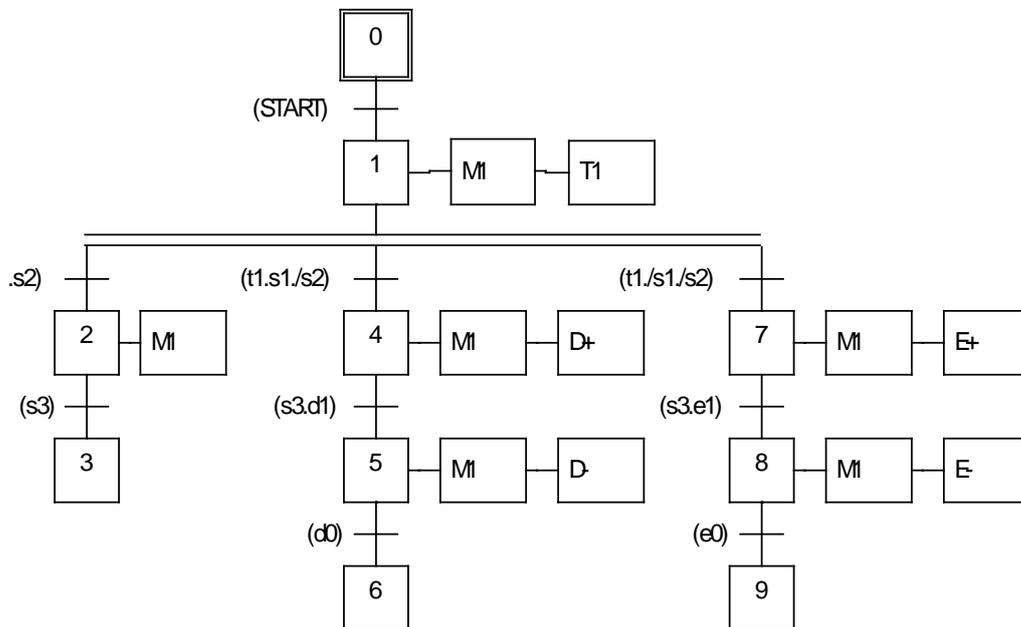
En la etapa de transporte no es necesario realizar el diagrama de mando y movimiento pues los procesos funcionan de modo paralelo como se puede observar en el GRAFCET.

Clasificación

Tabla 6-21: Tabla de símbolos Clasificación

	Nombre	Tabla de variables e..	Tipo de datos	Dirección ▲
1	S1	Tabla de variables e..	Bool	%I8.0
2	S2	Tabla de variables e..	Bool	%I8.1
3	S3	Tabla de variables e..	Bool	%I8.2
4	S4	Tabla de variables e..	Bool	%I8.3
5	d0	Tabla de variables e..	Bool	%I8.4
6	d1	Tabla de variables e..	Bool	%I8.5
7	e1	Tabla de variables e..	Bool	%I8.7
8	start	Tabla de variables e..	Bool	%I9.0
9	stop	Tabla de variables e..	Bool	%I9.1
10	sw	Tabla de variables e..	Bool	%I9.2
11	reset	Tabla de variables e..	Bool	%I9.3
12	banda	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.0
13	E	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.1
14	D	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.2
15	C	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.3
16	EMR	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.7
17	lzstar	Tabla de variables e..	Bool	%Q9.0
18	lreset	Tabla de variables e..	Bool	%Q9.1

Elaborado por: El investigador



	E1	E2	E3	E4
C	/ \		—	
D	—		/ \	
d0	—			

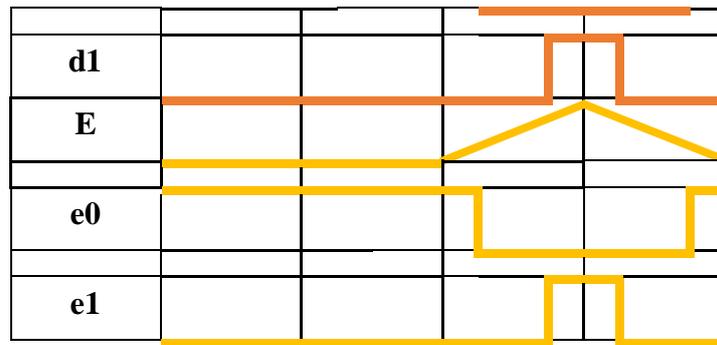


Fig. 6.25: GRAFCET Diagrama de mando y movimiento Clasificación

Fuente: El investigador

6.8.6. Programación del PLC

Los PLC S7-300 fueron programados mediante el software de programación *Simatic Manager STEP 7 V5.6*, versión funcional en Windows 10, a través del cable de comunicación MPI (Interface Multipunto).

Para concatenar el uso de diagramas GRAFCET se procedió a programar en lenguaje *Ladder Logic* o Lógica Escalera cada uno de las estaciones en general de la siguiente manera:

Se inicia el Simatic Manager y se configura la interfaz PG/PC en PC ADAPTER MPI. Posteriormente se crea un nuevo proyecto y se procede a la configuración del hardware, tomando en cuenta las características del CPU y módulos conectado en cada una de las estaciones.

A continuación, se genera la tabla de símbolos de entras y salidas del PLC. Por último, se procede a la programación en LADDER tomando en cuenta las características de funcionamiento para cumplir con la finalidad de cada una de las estaciones.

La estación de almacenamiento por su configuración física de funcionamiento a través de motores eléctricos DC y posicionamiento a través de encoders se consideró el siguiente procedimiento necesario:

El PLC dispone de funciones específicas de contaje para registrar y evaluar las señales mediante la función SFB COUNT (SFB 47). El contaje puede realizarse hacia delante o hacia atrás en la modalidad de operación *contaje sin fin*.

La frecuencia de contaje máxima depende del modelo de autómeta, en el 314C-2 DP es de 60 kHz.

Los límites de conteo vienen determinados por el tipo de dato en que se almacenan los valores (32 bits), por lo que los rangos admisibles serán (puede seleccionarse cualquier valor para el contador dentro de esos límites):

- Límite inferior – 2 147 483 648 ($- 2^{31}$)
- Límite superior: + 2 147 483 647 ($2^{31} - 1$)

Configuración Hardware y parametrización

Para establecer el método de conteo previamente se debe configurar el hardware y parametrizar los campos requeridos por la función.

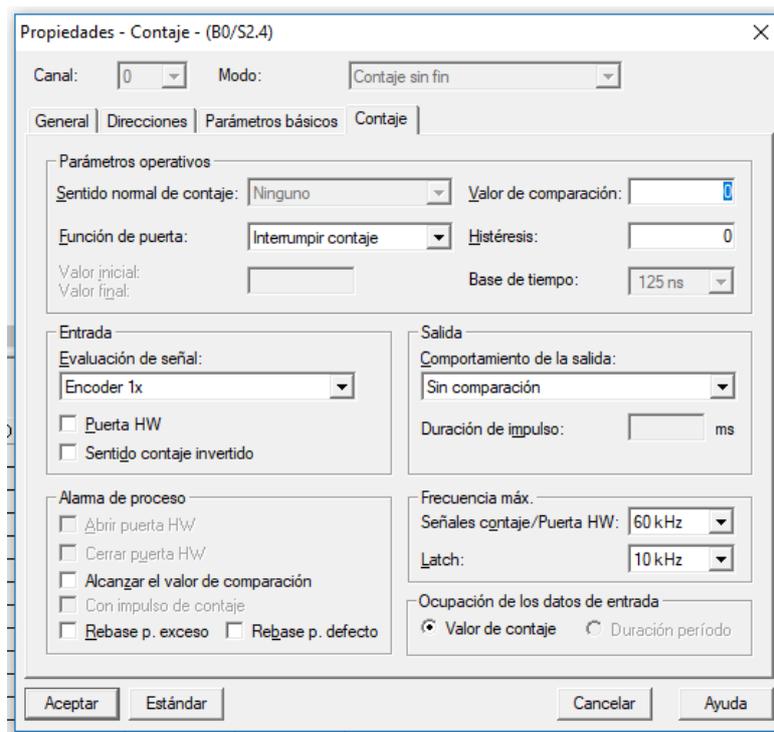


Fig. 6.26: Configuración de HW y parametrización de encoders

Fuente: El investigador

Control de contadores. SFB COUNT (SFB 47)

Para el posicionamiento de los actuadores del almacén se usó la función SFB 47 que permite:

- Iniciar/Detener el contador con la puerta software SW_GATE
- Habilitar/controlar la salida DO
- Leer bits de estado
- Leer el valor actual de conteo y del valor Latch

- Peticiones de lectura y escritura de los registros internos de contaje
- Leer la duración del período actual (sin conexión al bloque; disponible sólo en el DB instancia)

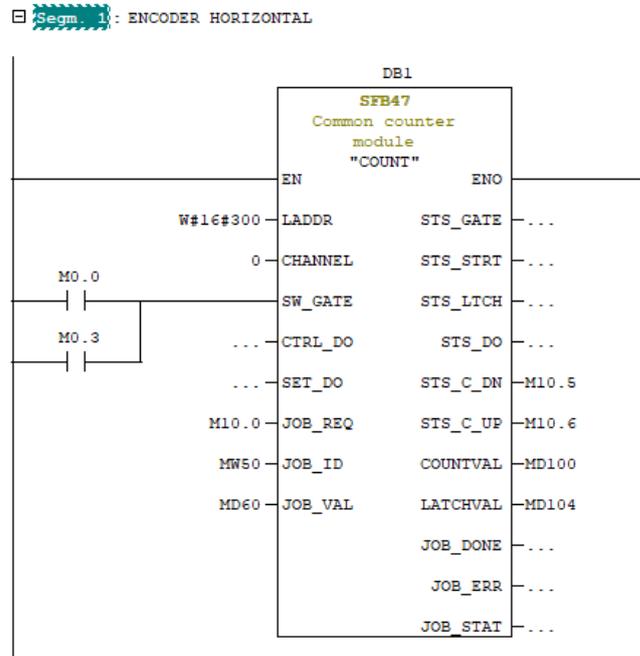


Fig. 6.27: Conexión de función SFB 47

Fuente: El investigador

6.8.7. Integración Horizontal y Vertical del sistema

Como parte fundamental del desarrollo del proyecto se expone a continuación el procedimiento realizado para la integración horizontal y vertical del sistema de manufactura modelo como parte de las tecnologías de Industria 4.0 aplicables a través de la implementación de comunicaciones industriales descritas con anterioridad para el análisis de flexibilidad alcanzado.

Bus de campo AS-interface

Previo a la configuración y programación de la red AS-i se determinó los diferentes componentes que la integran:

- Fuente de alimentación AS-i.
- Maestro CP de AS-i.
- Esclavos
- Fuente de alimentación auxiliar de 24 VDC.

Cuyos datos técnicos se proporcionan en el anexo 5.

Topología de Red

En la siguiente figura se muestra la topología de la red ASi Bus montada:

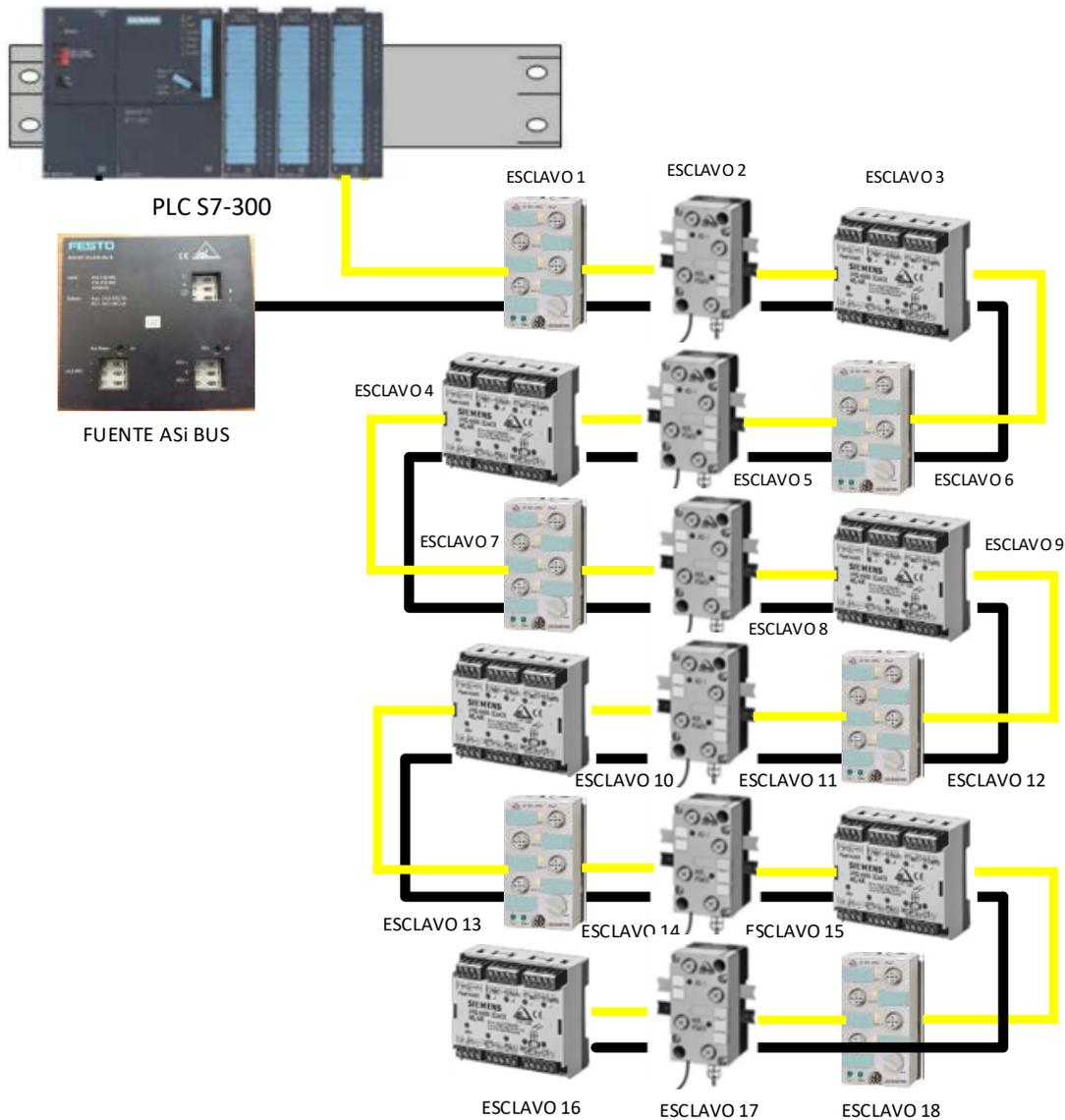


Fig. 6.28: Topología Red ASi Bus

Fuente: El investigador

Direccionamiento de los esclavos mediante la consola

Cada esclavo que intervenga en la red AS-i debe tener asignado una dirección distinta entre ellos y comprendidos entre los valores 1 y 31.

A través de la consola de direccionamiento se asignó de forma directa una dirección a cada uno de los esclavos.

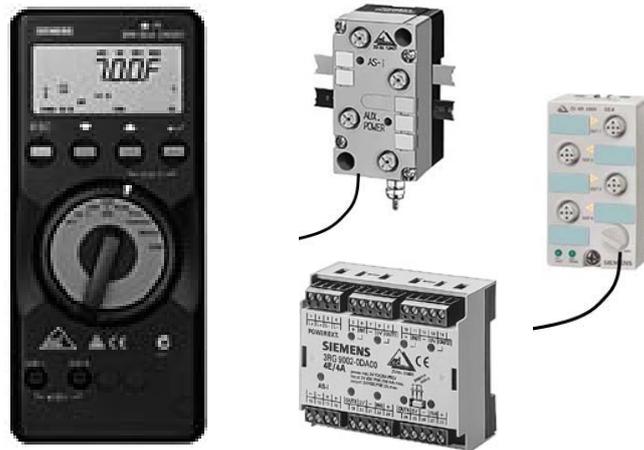


Fig. 6.29: Consola de direccionamiento y esclavos As-i

Fuente: El investigador

Configuración de Hardware

Una vez direccionados los esclavos respectivos, se procede a realizar la configuración en el autómatas programable S7-300 que cuenta con la tarjeta CP 343-2 conectada en el bastidor al propio bus de la CPU.

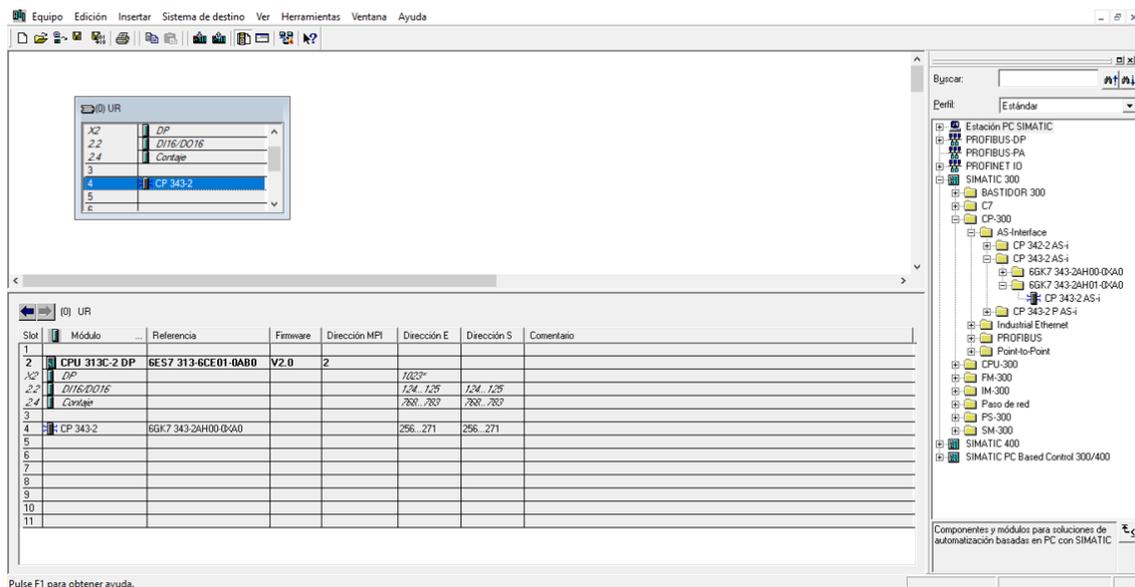


Fig. 6.30: Configuración de HW AS-i

Fuente: El investigador

Creación de bloques de datos (DB) de registro de las E/S AS-i.

Ya que no se puede acceder directamente a los bits de periferia para poder realizar la lectura y/o escritura correspondiente a cada una de las entradas/salidas de cada esclavo AS-i conectado al bus, se genera dos bloques de datos, uno para las entradas (DB10) y otro para las salidas (DB20) de los esclavos AS-i sobre los cuales se trabaja a nivel de bit.

De tal manera se establece la siguiente tabla para el manejo de un total de 18 esclavos, 48 entradas y 30 salidas.

Tabla 6-22: Tabla de direcciones AS-i

ESTACIÓN	ESCLAVO	SÍMBOLO	ENTRADAS		SALIDAS		DESCRIPCIÓN
ESTACIÓN 1	1	B10.1	DB10.DBX1.	4			SENSOR INDUCTIVO
		B10.2	DB10.DBX1.	5			SENSOR INDUCTIVO
		B10.3	DB10.DBX1.	6			SENSOR ÓPTICO
		B10.4	DB10.DBX1.	7			SENSOR INDUCTIVO
	2	Y10.1			DB20.DBX1.	0	ELECTROVÁLVULA
	3	IN1	DB10.DBX2.	4			OUT ESTACIÓN 1
		IN2	DB10.DBX2.	5			OUT ESTACIÓN 1
		IN3	DB10.DBX2.	6			OUT ESTACIÓN 1
		IN4	DB10.DBX2.	7			OUT ESTACIÓN 1
		OUT1			DB20.DBX2.	4	IN ESTACIÓN 1
		OUT2			DB20.DBX2.	5	IN ESTACIÓN 1
		OUT3			DB20.DBX2.	6	IN ESTACIÓN 1
OUT4				DB20.DBX2.	7	IN ESTACIÓN 1	
ESTACIÓN 2	4	B20.1	DB10.DBX2.	0			SENSOR INDUCTIVO
		B20.2	DB10.DBX2.	1			SENSOR INDUCTIVO
		B20.3	DB10.DBX2.	2			SENSOR ÓPTICO
		B20.4	DB10.DBX2.	3			SENSOR INDUCTIVO
	5	Y20.1			DB20.DBX3	4	ELECTROVÁLVULA
	6	IN1	DB10.DBX3	0			OUT ESTACIÓN 2
		IN2	DB10.DBX3	1			OUT ESTACIÓN 2
		IN3	DB10.DBX3	2			OUT ESTACIÓN 2
		IN4	DB10.DBX3	3			OUT ESTACIÓN 2
		OUT1			DB20.DBX3	0	IN ESTACIÓN 2
		OUT2			DB20.DBX3	1	IN ESTACIÓN 2
		OUT3			DB20.DBX3	2	IN ESTACIÓN 2
OUT4				DB20.DBX3	3	IN ESTACIÓN 2	
ESTACIÓN 3	7	B30.1	DB10.DBX4	4			SENSOR INDUCTIVO
		B30.2	DB10.DBX4	5			SENSOR INDUCTIVO
		B30.3	DB10.DBX4	6			SENSOR ÓPTICO
		B30.4	DB10.DBX4	7			SENSOR INDUCTIVO
	8	Y20.1			DB20.DBX4	0	ELECTROVÁLVULA

	9	IN1	DB10.DBX5	4		OUT ESTACIÓN 3	
		IN2	DB10.DBX5	5		OUT ESTACIÓN 3	
		IN3	DB10.DBX5	6		OUT ESTACIÓN 3	
		IN4	DB10.DBX5	7		OUT ESTACIÓN 3	
		OUT1			DB20.DBX5	4	IN ESTACIÓN 3
		OUT2			DB20.DBX5	5	IN ESTACIÓN 3
		OUT3			DB20.DBX5	6	IN ESTACIÓN 3
		OUT4			DB20.DBX5	7	IN ESTACIÓN 3
ESTACIÓN 4	10	B40.1	DB10.DBX5	0		SENSOR INDUCTIVO	
		B40.2	DB10.DBX5	1		SENSOR INDUCTIVO	
		B40.3	DB10.DBX5	2		SENSOR ÓPTICO	
		B40.4	DB10.DBX5	3		SENSOR INDUCTIVO	
	11	Y20.1			DB20.DBX6	4	ELECTROVÁLVULA
	12	IN1	DB10.DBX6	0		OUT ESTACIÓN 4	
		IN2	DB10.DBX6	1		OUT ESTACIÓN 4	
		IN3	DB10.DBX6	2		OUT ESTACIÓN 4	
		IN4	DB10.DBX6	3		OUT ESTACIÓN 4	
		OUT1			DB20.DBX6	0	IN ESTACIÓN 4
		OUT2			DB20.DBX6	1	IN ESTACIÓN 4
		OUT3			DB20.DBX6	2	IN ESTACIÓN 4
OUT4				DB20.DBX6	3	IN ESTACIÓN 4	
ESTACIÓN 5	13	B50.1	DB10.DBX7	4		SENSOR INDUCTIVO	
		B50.2	DB10.DBX7	5		SENSOR INDUCTIVO	
		B50.3	DB10.DBX7	6		SENSOR ÓPTICO	
		B50.4	DB10.DBX7	7		SENSOR INDUCTIVO	
	14	Y20.1			DB20.DBX7	0	ELECTROVÁLVULA
	15	IN1	DB10.DBX8	4		OUT ESTACIÓN 5	
		IN2	DB10.DBX8	5		OUT ESTACIÓN 5	
		IN3	DB10.DBX8	6		OUT ESTACIÓN 5	
		IN4	DB10.DBX8	7		OUT ESTACIÓN 5	
		OUT1			DB20.DBX8	4	IN ESTACIÓN 5
		OUT2			DB20.DBX8	5	IN ESTACIÓN 5
		OUT3			DB20.DBX8	6	IN ESTACIÓN 5
		OUT4			DB20.DBX8	7	IN ESTACIÓN 5
	ESTACIÓN 6	16	B60.1	DB10.DBX8	0		SENSOR INDUCTIVO
B60.2			DB10.DBX8	1		SENSOR INDUCTIVO	
B60.3			DB10.DBX8	2		SENSOR ÓPTICO	
B60.4			DB10.DBX8	3		SENSOR INDUCTIVO	
17		Y20.1			DB20.DBX9	4	ELECTROVÁLVULA
18		IN1	DB10.DBX9	0		OUT ESTACIÓN 6	
		IN2	DB10.DBX9	1		OUT ESTACIÓN 6	
		IN3	DB10.DBX9	2		OUT ESTACIÓN 6	
		IN4	DB10.DBX9	3		OUT ESTACIÓN 6	
		OUT1			DB20.DBX9	0	IN ESTACIÓN 6
		OUT2			DB20.DBX9	1	IN ESTACIÓN 6

	OUT3		DB20.DBX9	2	IN ESTACIÓN 6
	OUT4		DB20.DBX9	3	IN ESTACIÓN 6

Elaborado por: El investigador

Por último, a través del programa de usuario, se accede a valores binarios de esclavos AS-i estándar por medio de determinados comandos de periferia de STEP 7.

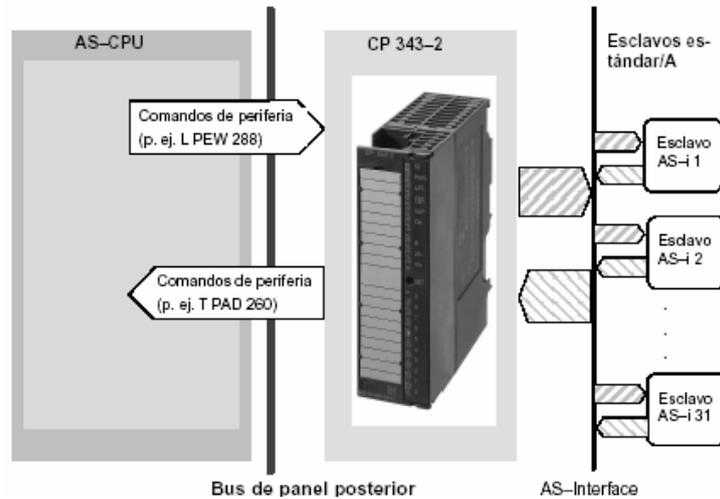


Fig. 6.31: Accesos a esclavos AS-i

Fuente: BUS AS-I Configuración y programación de una red AS-i con un S7-300 (Guerrero V. , 2005)

Bus de célula Profibus

Por medio de la red Profibus se integra los controladores lógicos programables de las estaciones descritas anteriormente con el fin de comunicar cada etapa del proceso para lograr los objetivos de flexibilidad propuestos.

Para ello es necesario establecer la configuración maestro-esclavo en cada área del proceso considerando la Figura 6.30.

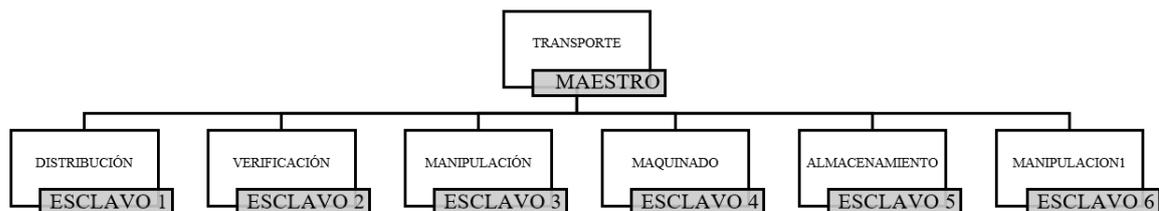


Fig. 6.32: Estructura maestro-esclavo Red Profibus

Fuente: El investigador

Se procede a la configuración de los PLC para añadirlos a la red Profibus, así como las variables a ser compartidas de cada una de las estaciones.

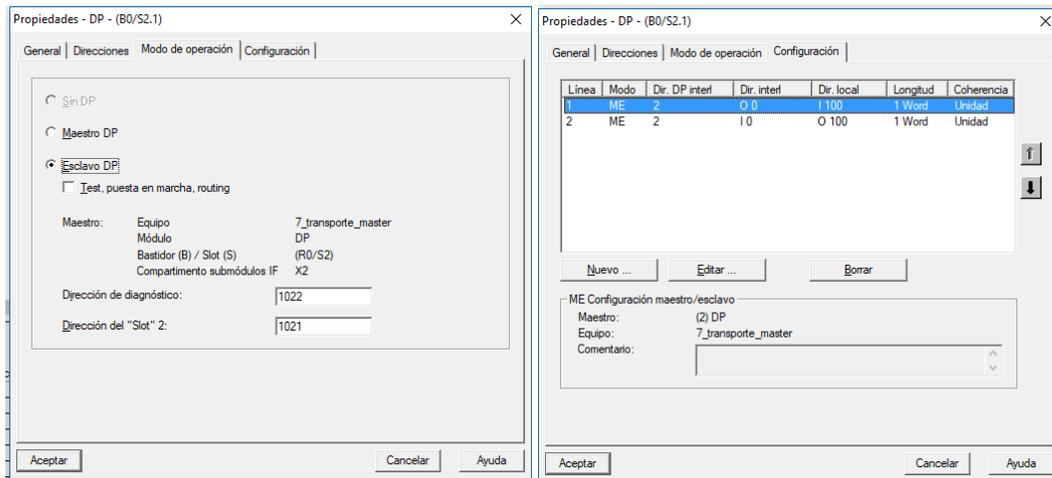


Fig. 6.33: Configuración PLC Red Profibus

Fuente: El investigador

Topología Red Profibus DP

Una vez configurados los PLC maestro y esclavo, los agregamos a la red Profibus.

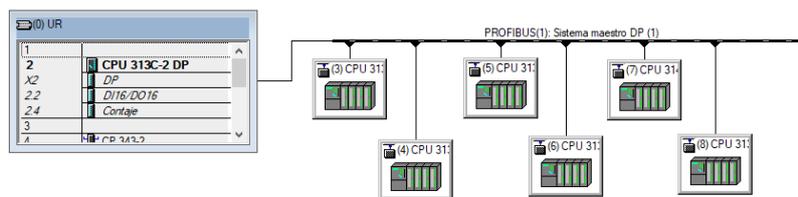


Fig. 6.34: Topología Red Profibus

Fuente: El investigador

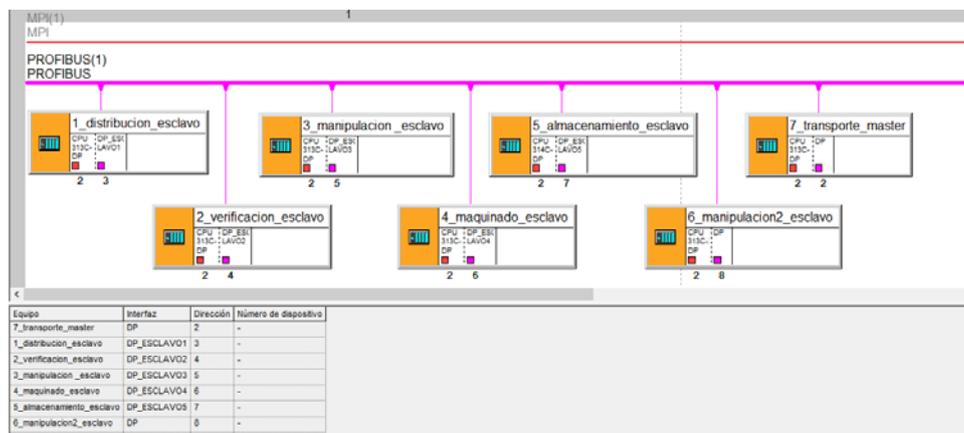


Fig. 6.35: Características Red Profibus

Fuente: El investigador

Red de planta Profinet

Al igual que una red Ethernet, Profinet utiliza el conjunto de protocolos TCP/IP para la transferencia de datos en toda la empresa y a todos los niveles. Podría decirse entonces que Profinet es una Ethernet Industrial. Por lo tanto, primeramente, es necesario establecer la configuración de las direcciones IP tomando en cuenta la siguiente estructura:

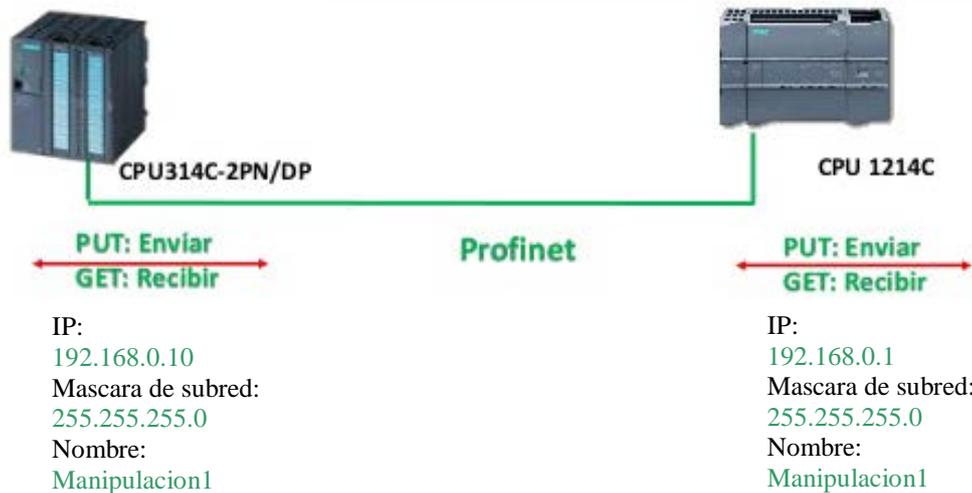


Fig. 6.36: Topología Red Profinet

Fuente: El investigador

La red Profinet se realizó con el objeto de tener una comunicación vertical entre niveles de campo, célula y planta.

Red de oficina Ethernet

La red Ethernet elaborada en el nivel de oficina se desarrolló para analizar los datos obtenidos a través del control y visualización de los datos requeridos por el HMI de la siguiente manera:



Fig. 6.37: Topología Red Profinet

Fuente: El investigador

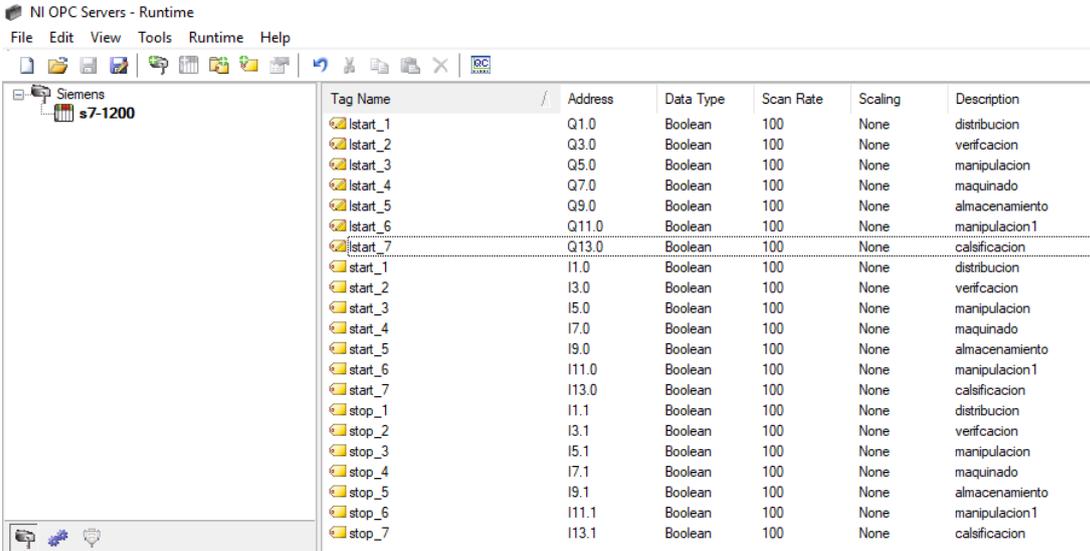
6.8.8. Análisis de datos

Para realizar un análisis de datos orientado a Big Data se desarrolló una interfaz humana máquina desde la cual se obtiene el control y visualización de las principales tareas de cada estación MPS, así como los datos de producción necesarios.

Programación de HMI

El diseño y programación del interfaz humano máquina se la realizó en el software LABVIEW debido a la gran versatilidad y manejo de datos que ofrece, por lo tanto, fue necesario la configuración de un OPC SERVER que permite integrar PLC de distintas marcas y distintos protocolos de comunicación en una sola HMI.

Primeramente, se realizó la configuración de la comunicación y etiquetas del NI OPC Server



Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
lstart_1	Q1.0	Boolean	100	None	distribucion
lstart_2	Q3.0	Boolean	100	None	verificacion
lstart_3	Q5.0	Boolean	100	None	manipulacion
lstart_4	Q7.0	Boolean	100	None	maquinado
lstart_5	Q9.0	Boolean	100	None	almacenamiento
lstart_6	Q11.0	Boolean	100	None	manipulacion1
lstart_7	Q13.0	Boolean	100	None	calcsificacion
start_1	I1.0	Boolean	100	None	distribucion
start_2	I3.0	Boolean	100	None	verificacion
start_3	I5.0	Boolean	100	None	manipulacion
start_4	I7.0	Boolean	100	None	maquinado
start_5	I9.0	Boolean	100	None	almacenamiento
start_6	I11.0	Boolean	100	None	manipulacion1
start_7	I13.0	Boolean	100	None	calcsificacion
stop_1	I1.1	Boolean	100	None	distribucion
stop_2	I3.1	Boolean	100	None	verificacion
stop_3	I5.1	Boolean	100	None	manipulacion
stop_4	I7.1	Boolean	100	None	maquinado
stop_5	I9.1	Boolean	100	None	almacenamiento
stop_6	I11.1	Boolean	100	None	manipulacion1
stop_7	I13.1	Boolean	100	None	calcsificacion

Fig. 6.38: Configuración variables NI OPC Server

Fuente: El investigador

A continuación, se configura las variables de entrada y salida dentro del proyecto de LABVIEW para ser utilizadas como etiquetas en la programación del HMI.

Fig. 6.39: Configuración variables Labview

Fuente: El investigador

Finalmente se diseñan las ventanas del interfaz humano maquina tomando en cuenta la siguiente estructura para un mejor control del sistema de manufactura presentadas a continuación, así como la debida programación incluida en el anexo 6.

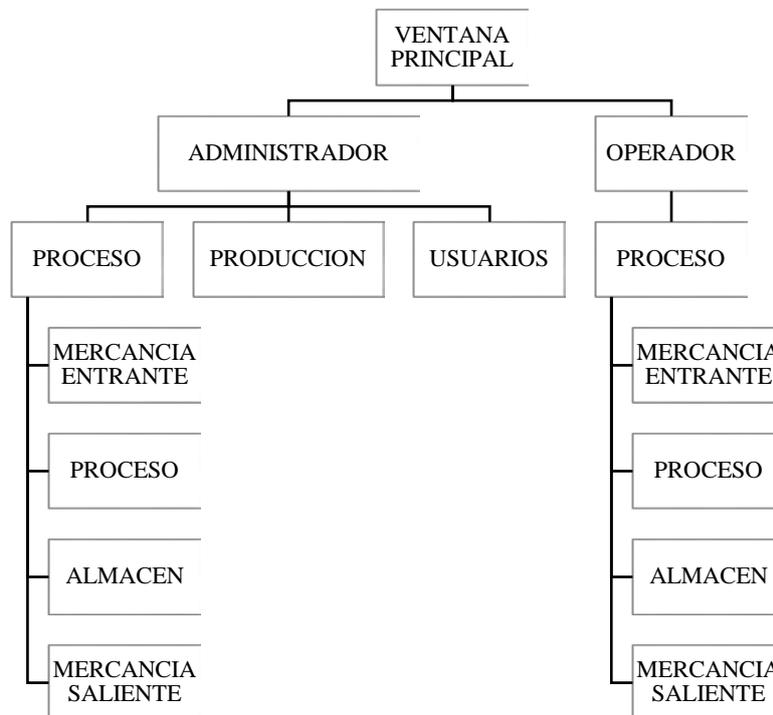


Fig. 6.40: Estructura HMI

Fuente: El investigador

En la ventana principal se expone los datos informativos del proyecto y un control de acceso que brinda la capacidad de establecer funciones específicas al administrador y operador respectivamente.



Fig. 6.41: Ventana principal HMI

Fuente: El investigador

La ventana del administrador brinda la posibilidad de acceder a datos de producción en tiempo real, como la posibilidad de registrar usuarios nuevos y el acceso al sistema de manufactura.

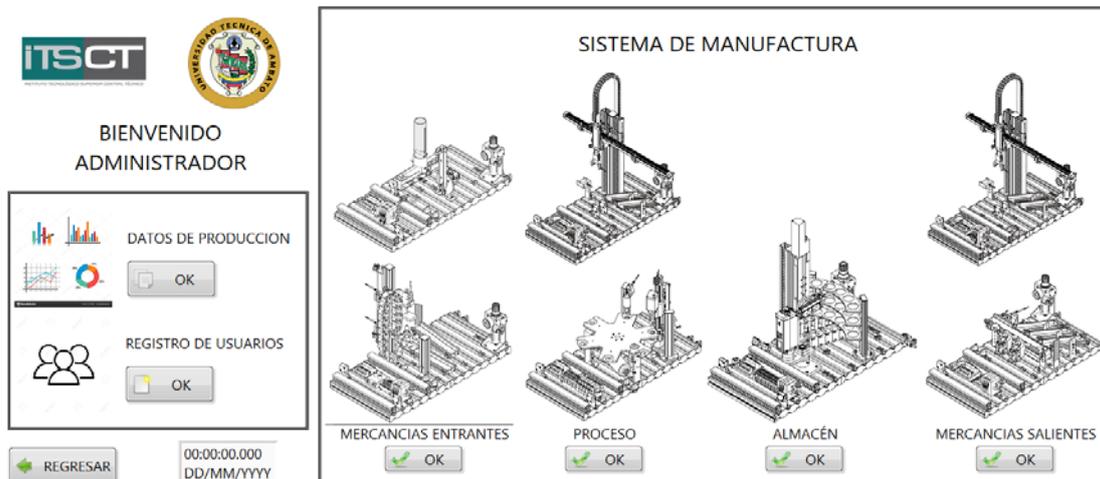


Fig. 6.42: Ventana del administrador HMI

Fuente: El investigador

La ventana del operador solo brinda la función de acceder al sistema de manufactura.

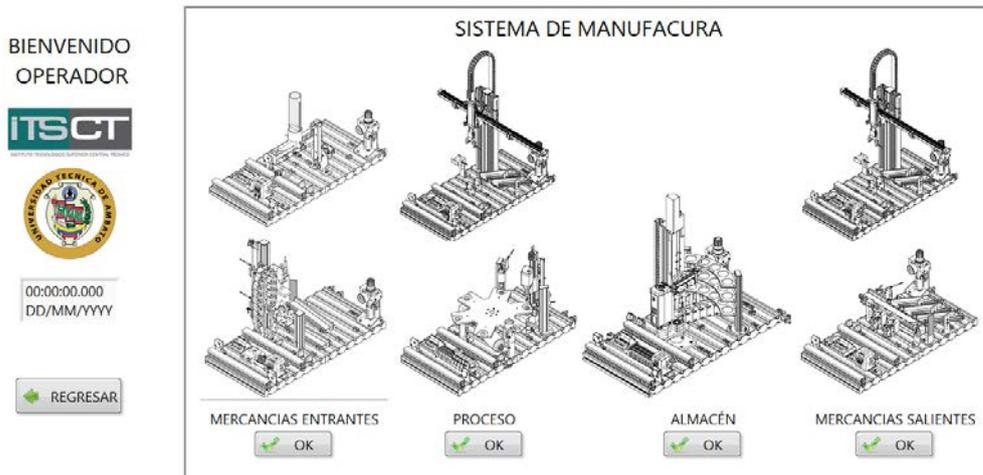


Fig. 6.43: Ventana del operador HMI

Fuente: El investigador

La ventana de mercancías entrantes ofrece la capacidad de control de inicio y parada de los sistemas de distribución y verificación, además se incorpora la flexibilidad en cuanto a producción según el tipo de material (plástico o metálico) y tamaño de los cilindros (grande o pequeño). Por último, se visualiza la cantidad de cilindros distribuidos y verificados y alama de falta de suministro de mercancía.

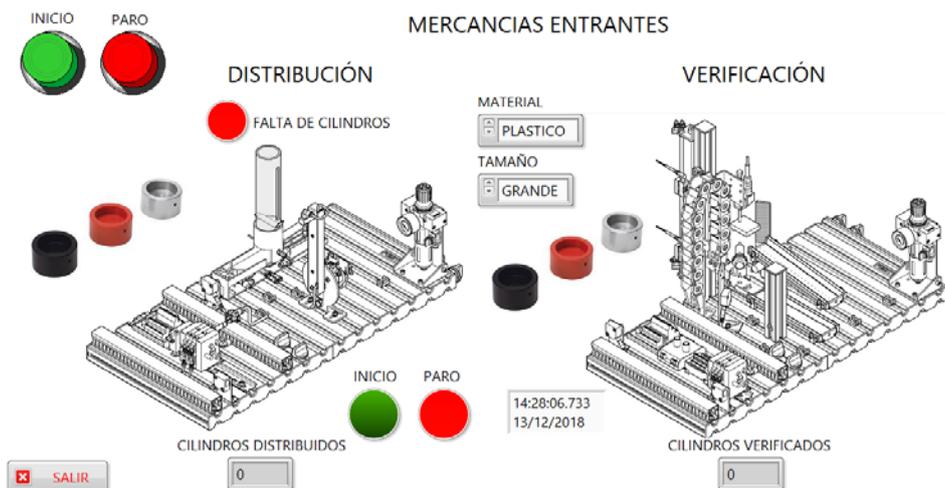


Fig. 6.44: Ventana mercancías entrantes HMI

Fuente: El investigador

La ventana de proceso ofrece la capacidad de control de inicio y parada de los sistemas de manipulación y maquinado, además se incorpora la flexibilidad en cuanto a producción según el tipo de maquinado ya sea martillado, taladrado o ambas. Por último, se visualiza la cantidad de cilindros manipulados y maquinados.

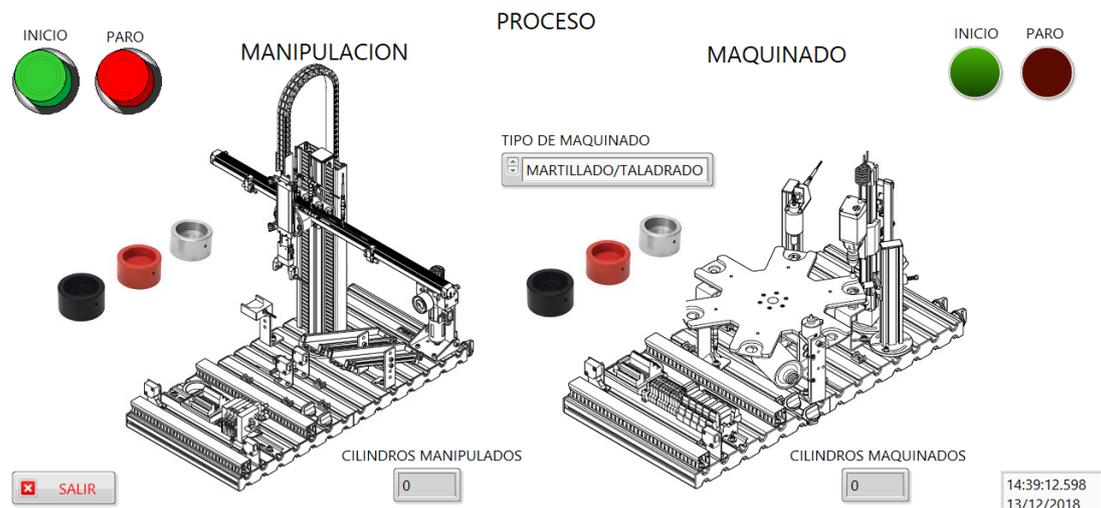


Fig. 6.45: Ventana proceso HMI

Fuente: El investigador

La ventana de almacenamiento ofrece la capacidad de control del sistema de almacenamiento y la visualización de la cantidad de cilindros almacenados.

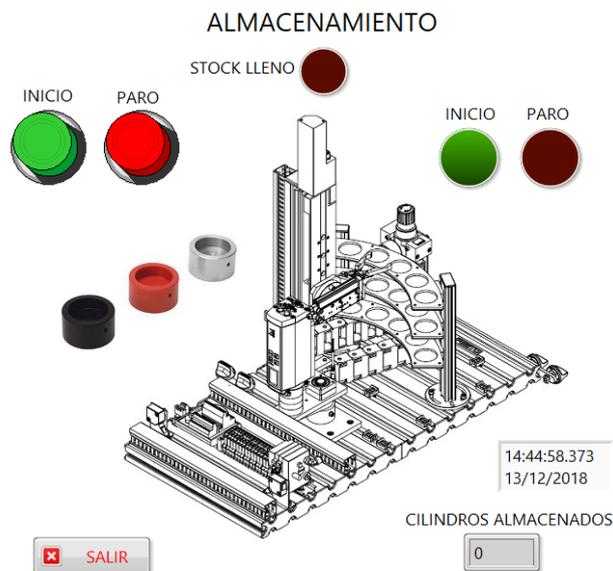


Fig. 6.46: Ventana almacén HMI

Fuente: El investigador

La ventana de proceso ofrece la capacidad de control de inicio y parada de los sistemas de manipulación y clasificación y se visualiza la cantidad de cilindros manipulados clasificados por color.

millones de clientes en todo el mundo y la gestión de más de 77 millones de nombres de dominio.

Dentro del creador de sitios web de GoDaddy se diseñó la interfaz gráfica, y se estableció los datos que estarán disponibles en la nube a través de la plataforma GOOGLE DRIVE.



Fig. 6.49: Configuración servidor web

Fuente: El investigador

Una vez publicado el servidor web podemos interactuar en varias plataformas como pc o dispositivos móviles con acceso a internet; se encuentra disponible en tiempo real los datos de producción y su análisis respectivo.



Fig. 6.50: Servidor web dispositivo móvil

Fuente: El investigador

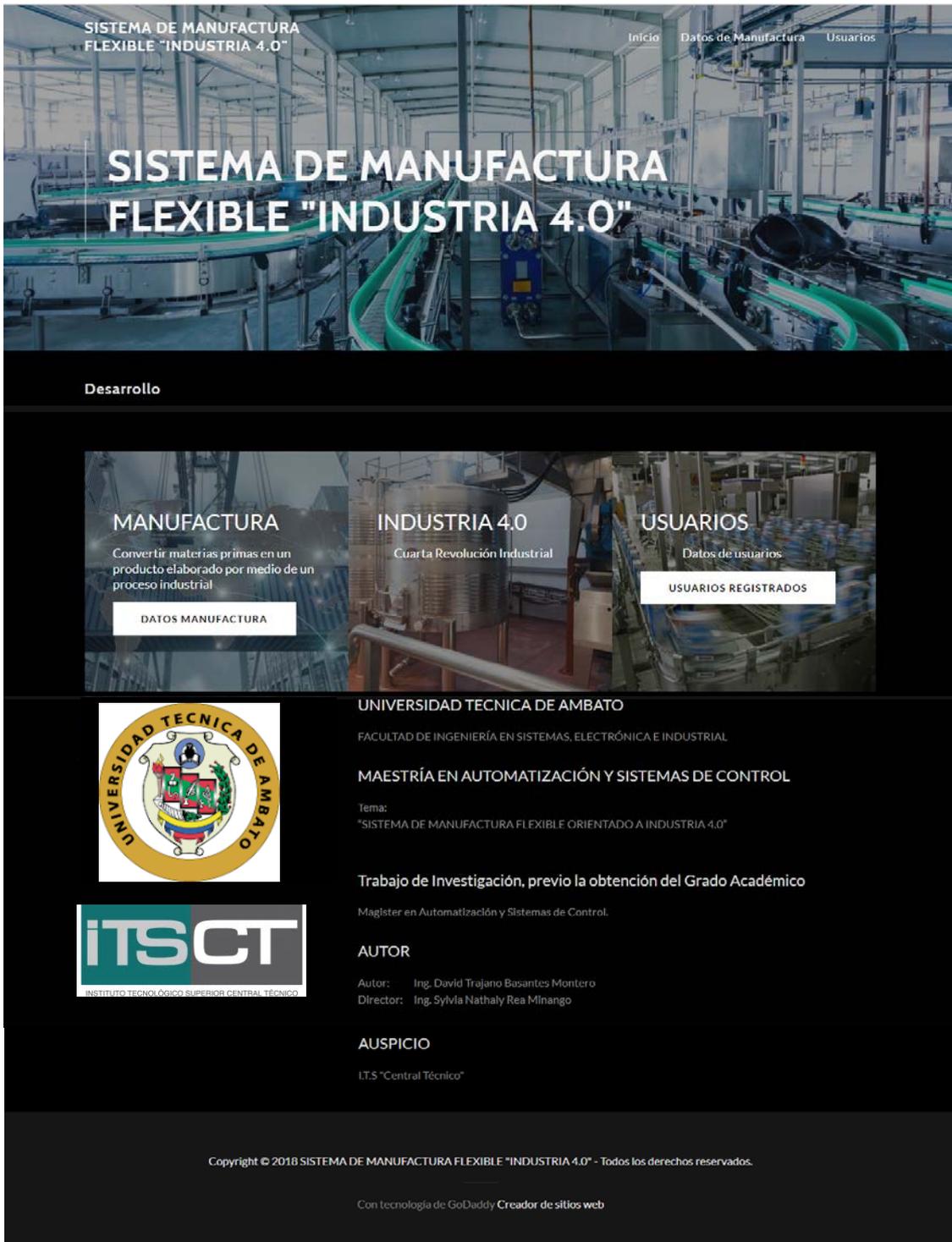


Fig. 6.51: Servidor web PC

Fuente: El investigador

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	USUARIO	FECHA	HORA	CILINDROS DISTRIBUIDOS	CILINDROS MANIPULADOS	CILINDROS VERIFICADOS	CILINDROS MAQUINADOS	CILINDROS ALMACENADOS	CILINDROS MANIPULADOS	CILINDROS CLASIFICADOS	MATERIAL	TAMAÑO	TIPO DE MAQUINADO	CO
2	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:01:20 p. m.	1	0	0	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA
3	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:01:50 p. m.	2	1	0	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA
4	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:02:20 p. m.	3	2	1	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA
5	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:02:50 p. m.	4	3	2	1	0	0	0	NA	NA	NA	NA
6	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:03:20 p. m.	5	4	3	2	1	0	0	NA	NA	NA	NA
7	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:03:50 p. m.	6	5	4	3	2	1	0	NA	NA	NA	NA
8	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:04:20 p. m.	7	6	5	4	3	2	1	NA	NA	NA	NA
9	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:04:50 p. m.	8	7	6	5	4	3	2	NA	NA	NA	NA
10	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:05:20 p. m.	9	8	7	6	5	4	3	NA	NA	NA	NA
11	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:05:50 p. m.	10	9	8	7	6	5	4	NA	NA	NA	NA
12	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:06:20 p. m.	11	10	9	8	7	6	5	NA	NA	NA	NA
13	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:06:50 p. m.	12	11	10	9	8	7	6	NA	NA	NA	NA
14	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:07:20 p. m.	13	12	11	10	9	8	7	NA	NA	NA	NA
15	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:07:50 p. m.	14	13	12	11	10	9	8	NA	NA	NA	NA
16	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:08:20 p. m.	15	14	13	12	11	10	9	NA	NA	NA	NA
17	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:08:50 p. m.	16	15	14	13	12	11	10	NA	NA	NA	NA
18	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:09:20 p. m.	17	16	15	14	13	12	11	NA	NA	NA	NA
19	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:09:50 p. m.	18	17	16	15	14	13	12	NA	NA	NA	NA
20	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:10:20 p. m.	19	18	17	16	15	14	13	NA	NA	NA	NA
21	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:10:50 p. m.	20	19	18	17	16	15	14	NA	NA	NA	NA
22	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:11:20 p. m.	21	20	19	18	17	16	15	NA	NA	NA	NA
23	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:11:50 p. m.	22	21	20	19	18	17	16	NA	NA	NA	NA
24	DAVID BASANTES	10/13/2018	3:12:20 p. m.	23	22	21	20	19	18	17	NA	NA	NA	NA
25														

Fig. 6.52: Servidor web datos de producción

Fuente: El investigador

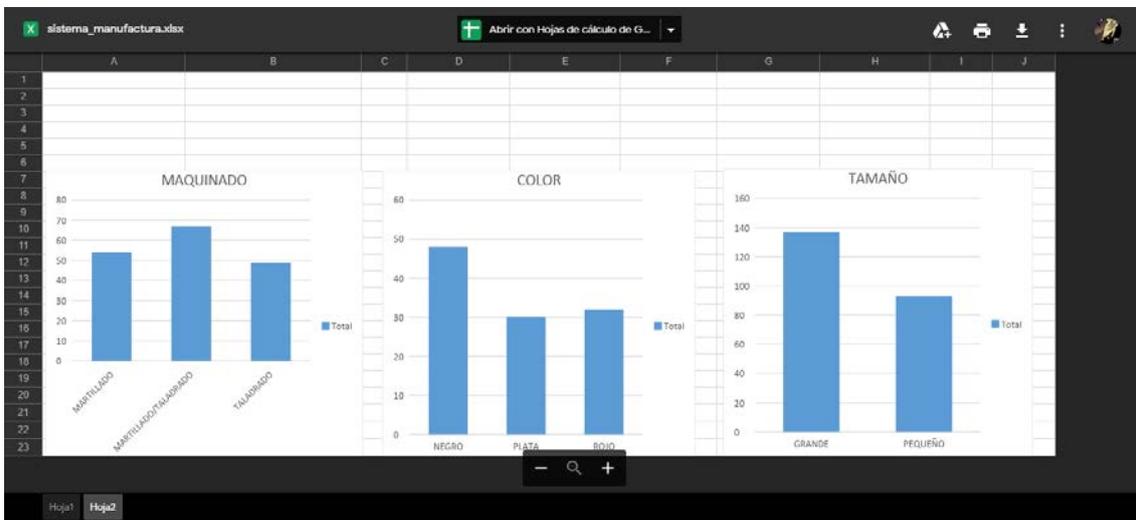


Fig. 6.53: Servidor web análisis de producción

Fuente: El investigador

6.8.10. Simulación

La tecnología informática moderna permite crear simulaciones 3D realistas, incluso de los sistemas de automatización más complejos. Sin necesidad de poner en peligro a personas ni a máquinas. Esto permite familiarizarse con la tecnología de la automatización.

Una de las técnicas orientadas a Industria 4.0 es el uso de estos sistemas de simulación en este caso el personal directamente relacionado con la operación del sistema de

manufactura modelo puede obtener una visión generalizada del funcionamiento de cada una de las estaciones consideradas.

El software Ciros de Festo es una poderosa herramienta de desarrollo industrial de simulación 3D para automatización de procesos y fábricas, proporciona entre sus ejemplos prácticos el entorno simulado de un sistema de manufactura MPS 507-FMS válido como simulación de nuestro sistema de manufactura modelo implementado.

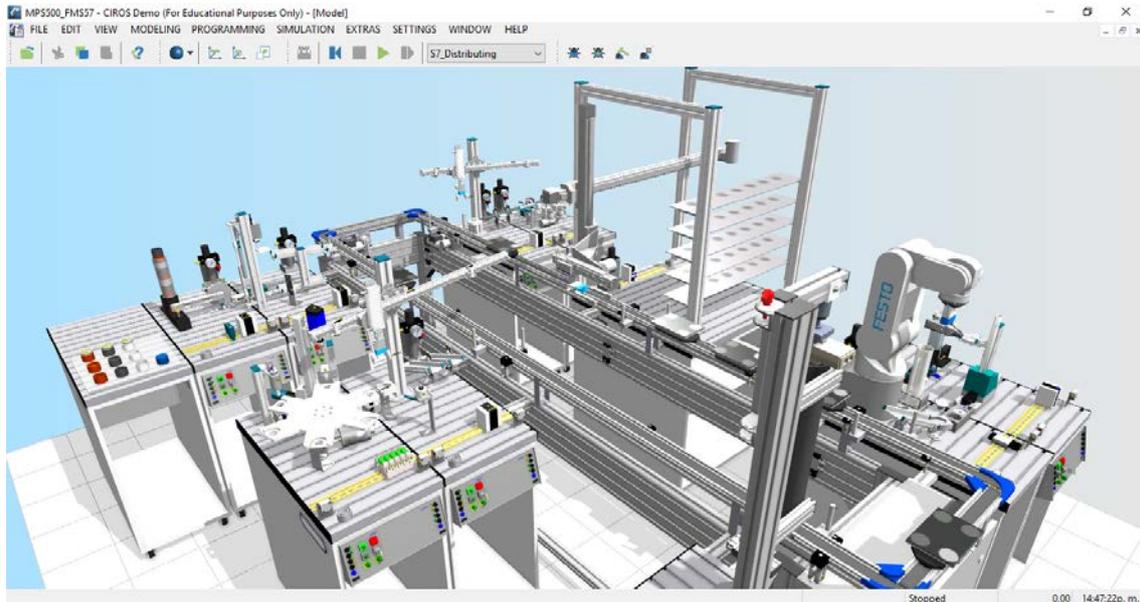


Fig. 6.54: Simulación del sistema en Ciros

Fuente: El investigador

6.8.11. Pruebas

Las pruebas se desarrollaron tomando en cuenta dos fases importantes del proyecto, en primera instancia se verificó el funcionamiento base previamente establecido de cada uno de los MPS y su parcial integración analizando la capacidad de flexibilidad del sistema, para después en base a las técnicas de Industria 4.0: Integración Horizontal y Vertical, Big Data, La Nube y Simulación aplicadas determinar el incremento de flexibilidad alcanzado según los parámetros establecidos del sistema de manufactura modelo.

6.8.12. Fase 1: Funcionamiento Base

Posterior al análisis de la situación inicial, el mantenimiento realizado, el levantamiento de planos y diagramas, la configuración y programación base implementada en los sistemas MPS se determina el funcionamiento del sistema de manufactura modelo en base

a los resultados presentados en el anexo 7 y su flexibilidad ante los parámetros establecidos obteniendo los siguientes resultados.

Análisis de funcionamiento: Todos los sistemas de producción modular se encuentran funcionando, de tal manera se obtuvieron los siguientes resultados de producción y almacenamiento:

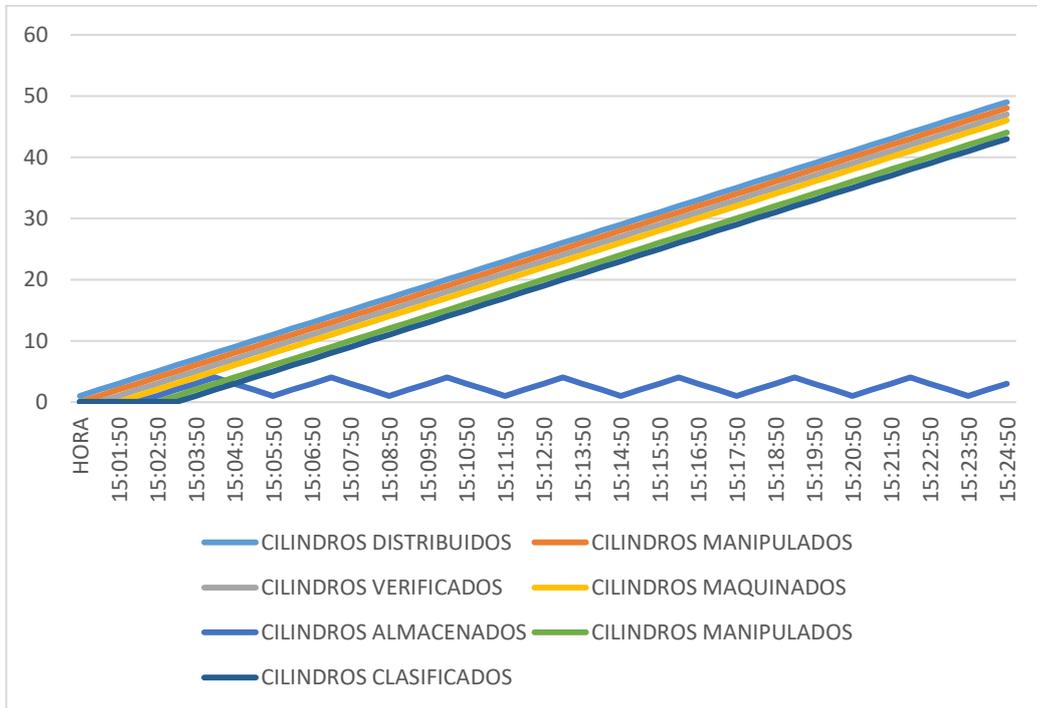


Fig. 6.55: Producción

Fuente: El investigador

Análisis de parámetros de flexibilidad

- **Análisis de variedad de partes**

Debido a la implementación base del sistema solo es posible contar con un tipo de variedad de cilindros debido a la configuración inicial implementada de tal manera que:

La estación de verificación encargada de determinar el material y tamaño del cilindro no cuenta con los sistemas de control necesarios implementados tales como:

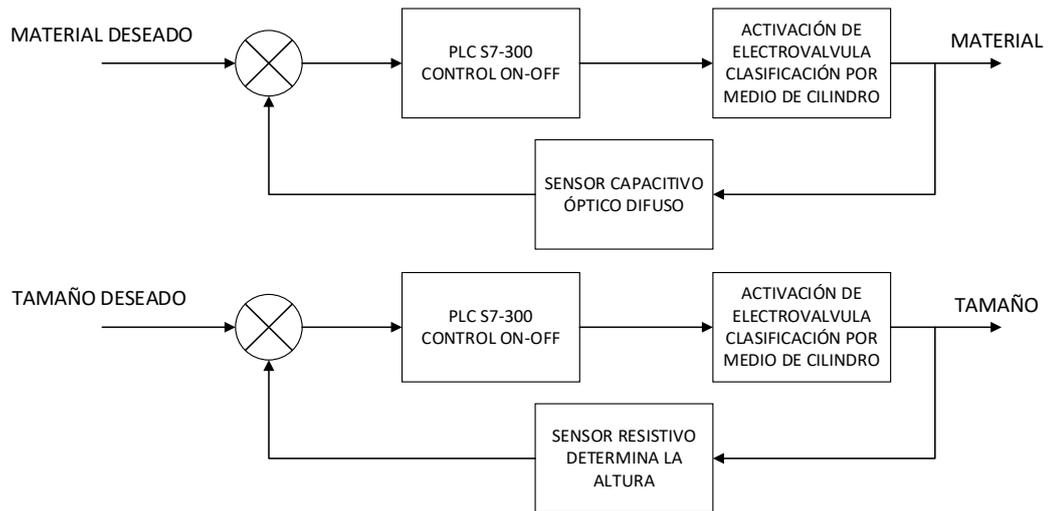


Fig. 6.56: Lazos de control estación de verificación

Fuente: El investigador

Por lo tanto, se obtiene:

- Tipo de material: Único
- Tamaño: Único

La estación de maquinado obedece órdenes del operador siendo necesario la implementación de un lazo de control descrito a continuación:

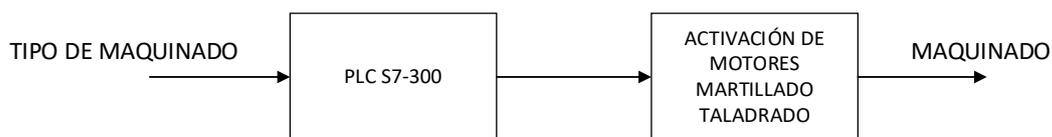


Fig. 6.57: Lazos de control estación de maquinado

Fuente: El investigador

Por lo tanto, se obtiene:

- Tipo de maquinado: Único

Por último, la estación de clasificación no cuenta con el siguiente sistema de control necesario para clasificar los colores de los cilindros

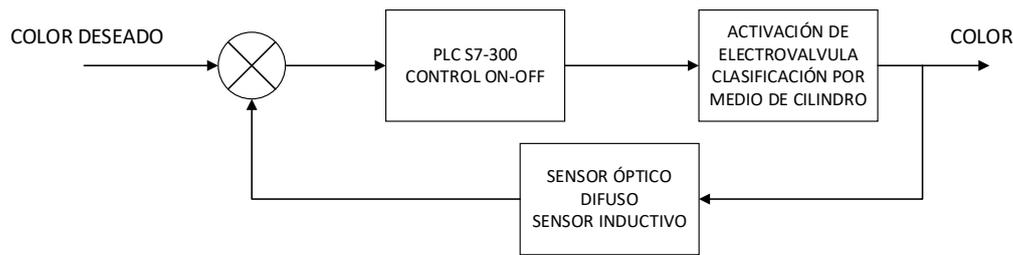


Fig. 6.58: Lazos de control estación de clasificación

Fuente: El investigador

Por lo tanto, se obtiene:

- Color: Único

- **Cambio de programación:**

No existe ningún tipo de red a nivel célula por ende la falta de comunicación horizontal entre estaciones de producción impide que el sistema de manufactura soporte cambios de programación, el sistema no puede reconfigurarse automáticamente.

- **Recuperación de errores:**

Ya que el sistema de manufactura base implementado no posee una comunicación vertical entre niveles de producción tampoco una interfaz humana máquina de control y supervisión no se puede establecer alarmas de error para que el operador pueda actuar según sea el caso.

- **Nuevas partes:**

Debido a la falta de tecnologías de la información implementadas y el nulo análisis de producción para el posible mercado faculta la imposibilidad e innecesaria acción de introducir nuevos diseños a los existentes.

6.8.13. Fase 2: Funcionamiento Flexible

A continuación de la fase uno y el análisis de los resultados obtenidos, se implementan las tecnologías orientadas a Industria 4.0 en el sistema de manufactura modelo y se determina su flexibilidad ante los parámetros establecidos obteniendo los siguientes resultados.

Análisis de parámetros de flexibilidad

- **Análisis de variedad de partes**

Tras la implementación de los sistemas de control necesarios y M2M *Machine-to-machine communication* como parte de las tecnologías orientadas a Industria 4.0 dentro de la integración horizontal y vertical implantada en el sistema de manufactura modelo específicamente brindado la comunicación necesaria a las estaciones de producción a través de la red Profibus, se logra que en función de los requerimientos del operador el sistema pueda producir nueve variedades de cilindros.

Tabla 6-23: Variedad de partes

TAMAÑO	MATERIAL	MAQUINADO	COLOR
GRANDE	PLÁSTICO	MARTILLADO	ROJO
		TALADRADO	ROJO
		MARTILLADO/TALADRADO	ROJO
	METÁLICO	MARTILLADO	PLATA
		TALADRADO	PLATA
		MARTILLADO/TALADRADO	PLATA
PEQUEÑO	PLÁSTICO	MARTILLADO	NEGRO
		TALADRADO	NEGRO
		MARTILLADO/TALADRADO	NEGRO

Elaborado por: El investigador

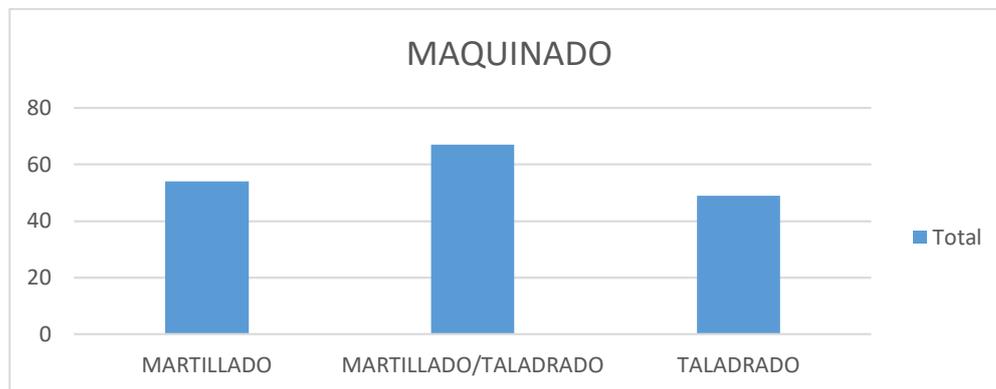


Fig. 6.59: Cilindros maquinados

Fuente: El investigador

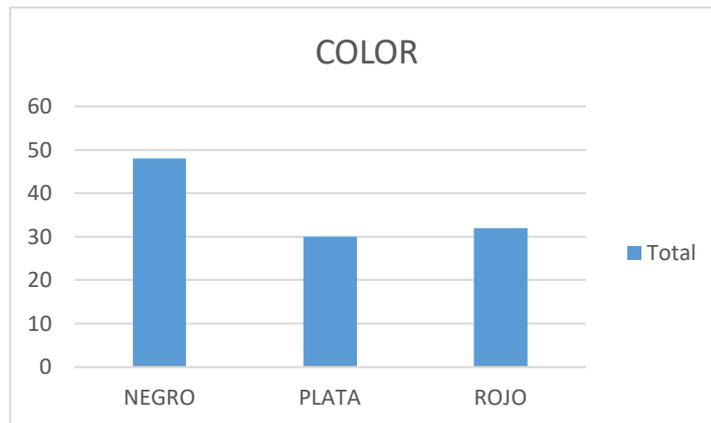


Fig. 6.60: Cilindros clasificados por color

Fuente: El investigador

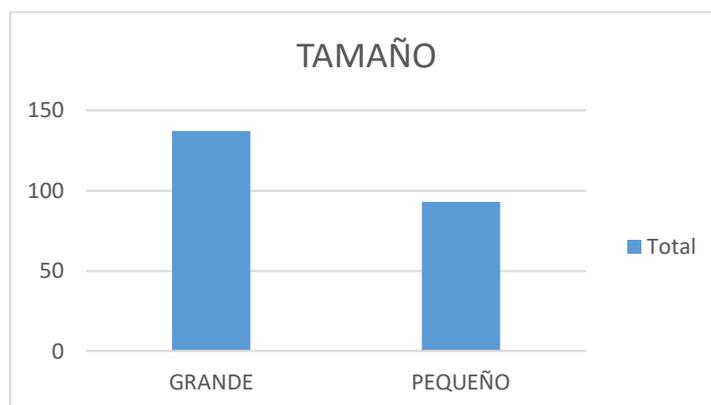


Fig. 6.61: Cilindros clasificados por tamaño

Fuente: El investigador

- **Cambio de programación:**

A través de M2M y HMI implantados en el sistema de manufactura modelo a través de las redes AS-i, Profibus, Profinet, y Ethernet Industrial es posible cambiar la programación en función de los requerimientos del operador por medio de la interfaz de control.

Desde la perspectiva del operador se establece la facilidad requerida para que los sistemas sean puestos en marcha o paro y brinden toda la información pertinente en cuanto a producción se refiere para determinar el cambio de la programación de producción en función a la variedad de partes analizada.

- **Recuperación de errores:**

Con la implantación del HMI el operador tiene a su disposición alarmas ante las posibles fallas o errores que se puedan suscitar en el sistema para actuar según corresponda con la posibilidad de parar y aislar del proceso el sistema afectado.

La capacidad de recuperación de errores brindada por el cambio de programación susceptible es uno de los parámetros más importantes en cuanto a nivel de flexibilidad se refiere.

- **Nuevas partes:**

Por último, la necesidad de introducir nuevas partes está estrechamente vinculada con el análisis de datos de producción generado por medio de la integración del sistema de manufactura modelo, así como el acceso en tiempo real de dichos datos a través de la nube. El sistema actualmente brinda esa posibilidad de forma eficiente. Sin olvidar la importancia de un análisis previo de factibilidad en cuanto a nuevas partes fabricadas a través del uso de sistemas de simulación en específico el presentado anteriormente con el que cuenta el sistema de manufactura modelo.

Es importante destacar que el sistema de manufactura modelo fue sometido a varias pruebas antes de la obtención de los resultados presentados, los niveles de flexibilidad se establecen en comparación a una programación base implantada siguiendo la línea de fabricación de un único producto, no obstante, el objetivo establecido en la propuesta se enfoca directamente en el impacto que el desarrollo y aplicación de tecnologías orientadas a industria 4.0 generó en el sistema.

Haber alcanzado un nivel de capacidad en cuanto a variedad de partes del 100% en comparación al 11% inicial con la integración horizontal y vertical del sistema determina que dicha tecnología es fundamental para cumplir uno de los parámetros de flexibilidad establecidos, el resto de parámetros al ser netamente cualitativos sus resultados se expresan en niveles de cumplimiento y facilidad de aplicación, a través de la interfaz humano máquina, la cual brinda la capacidad de controlar todo el sistema desde un dispositivo en este caso una PC, más todos los datos adquiridos generados por cada estación, cada área y cada sensor desde los niveles de oficina, de planta de célula y campo respectivamente integra totalmente el sistema enfocado en la factibilidad de cambios de programación y recuperación de errores.

Si analizamos los elementos que interviene en el sistema fácilmente hablamos de un total de 50 actuadores entre indicadores, válvulas, salidas parametrizadas y motores, por otra parte, un total de 150 señales de entrada de presostatos, sensores magnéticos, ópticos, inductivos, capacitivos, encoders, pulsadores, selectores y entradas parametrizadas que sin el manejo adecuado a través de la adquisición de datos implantada su control, visualización análisis y registro no sería posible, esto fundamenta la relativa facilidad con la que un cambio de programación es factible, incluso detección inmediata de fallas.

El análisis de nuevas partes a ser introducidas será determinado gracias al uso de herramientas de simulación propuestas, ya que el ahorro sustancial en temas de implementación para determinar la factibilidad de nuevas partes producidas constituye el principal factor de análisis.

En resumen, el análisis de flexibilidad del sistema de manufactura se presenta a continuación:

Tabla 6-24: Resumen pruebas

	VARIEDAD DE PARTES	RESULTADO	TECNOLOGÍAS INDUSTRIA 4.0
FASE 1	VARIEDAD DE PARTES	11%	NA
	CAMBIO DE PROGRAMACIÓN	NO	NA
	RECUPERACIÓN DE ERRORES	NO	NA
	NUEVAS PARTES	NO	NA
FASE 2	VARIEDAD DE PARTES	100%	Integración vertical y horizontal de sistemas
	CAMBIO DE PROGRAMACIÓN	SI	Interfaz humano máquina
	RECUPERACIÓN DE ERRORES	SI	Integración vertical y horizontal de sistemas , Interfaz humano máquina
	NUEVAS PARTES	SI	Análisis de datos, la nube, simulación

Elaborado por: El investigador



Fig. 6.62: Sistema de manufactura modelo mercancías entrantes, proceso

Fuente: El investigador



Fig. 6.63: Sistema de manufactura modelo almacén, mercancías salientes

Fuente: El investigador

6.8.14. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- En base a documentación bibliográfica que sirvió como punto de partida para el análisis de los métodos y técnicas necesarias para el desarrollo de la propuesta de investigación se determinó las herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 que mejor se adhieren al proceso de manufactura modelo logrando la flexibilidad propuesta.
- Se implementó el sistema de manufactura modelo a través del uso eficiente de los MPS considerando las características de funcionamiento establecidas y a su vez incorporando tecnología de última generación para lograr el aumento de la flexibilidad propuesto.
- Se determinó la influencia de las herramientas tecnológicas orientadas a Industria 4.0 del sistema de manufactura modelo a través del análisis cuantitativo y cualitativo con respecto a los parámetros establecidos obteniendo como resultado un importante incremento de la flexibilidad del sistema.
- La aplicación de nuevas herramientas tecnológicas en función al desarrollo de los sistemas de manufactura incentiva directamente al crecimiento de la industria nacional en conceptos de flexibilidad en cuanto a fabricación de productos, así como la capacidad de análisis de dichas posibilidades dentro de laboratorios provistos de sistemas a escala y técnicas de simulación para el desarrollo de la educación técnica superior.

Recomendaciones

- La capacidad de desarrollo del sistema de manufactura modelo en cuanto a escalamiento y flexibilidad es infinita por lo tanto se recomienda la continua investigación referente a nuevas tecnologías emergentes aplicables.
- Se recomienda tomar como base lo expuesto en el presente proyecto en cuanto a nivel de procedimientos generados para la implementación de tecnologías Industria 4.0 así como para su continuo mantenimiento.
- A nivel funcional del sistema de manufactura modelo se recomienda el uso por parte del personal calificado sin desvalorar el hecho de ser un sistema a escala

pues representaría afectaciones personales como materiales de importante valor económico.

- Se recomienda la adquisición de nuevas estaciones MPS por parte de las autoridades de la institución para ampliar las posibilidades físicas de reconfiguración del sistema de manufactura con el objeto de abarcar otras áreas de la educación.

Bibliografía

- Ali Khan, W., Wisniewski, L., Lang, D., & Jasperneite, J. (2017). Analysis of the Requirements for Offering Industrie 4.0 Applications as a Cloud Service. *017 IEEE 26th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, 1181-1188.
- AVEVA Group Plc and its subsidiaries. (2018). *Wonderware*.
- Banco Mundial. (2016). Dividendos digitales. *Informe sobre el desarrollo mundial*.
- Barros Losada, T., & Muñuzuri Sanz, J. (2017). La Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones. *Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería de Organización Industrial*.
- Brettel, M., Klein, M., & Friederichsen, N. (2016). The relevance of manufacturing flexibility in the context of Industrie 4.0. *Procedia CIRP 41*, 105-110.
- D'Emilia, G., & Gaspari, A. (2018). Data Validation Techniques for Measurements Systems Operating in a Industry 4.0 Scenario a Condition Monitoring Application. *2018 Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, Brescia*, 112-116.
- Daneri, P. (2008). *PLC Automatización y Control Industrial*. Buenos Aires: Hispano America S.A.
- de la Fuente, E., & Mazaeda, R. (s.f.). Industria 4.0. *Informática Industrial. Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. EII. Universidad de Valladolid*.
- Del Val Román, J. L. (2016). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. *Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática*.
- Deutsches Institut für Normung. (2002). Control Technology - Rules for the Designation of Measuring Instrumenst. *DIN 19223*.
- Ebel, F., Idler, S., Prede, G., & Scholz, D. (2010). *Neumática Electroneumática Fundamentos*. Denkendorf: Festo Didactic GmbH & Co.
- Ebel, F., Idler, S., Prede, G., & Scholz, D. (2010). *Neumática Electroneumática Fundamentos*. Denkendorf,: Festo Didactic GmbH & Co. KG.

- Festo Didactic SE. (2017). Sistemas de aprendizaje y servicios para la formación técnica. *Automatización industrial* , 143.
- García Moreno, E. (1999). *Automatización de Procesos Industriales*. Universitat Politècnica de València.
- Garzón, N., Kulfas, M., Palacios, J., & Tamayo, D. (2016). Evolución del sector manufacturero ecuatoriano 2010-2013 Tipologías estadísticas y dinámicas de las manufacturas. *Cuaderno de Trabajo N.1*.
- Gerbert, P., Lorenz , M., Rüßmann , M., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industria 4.0: El futuro de la productividad y el crecimiento en las industrias manufactureras. *Boston Consulting Group*.
- González, T., & Ramírez, A. (2015). *Control On/Off Sistemas de Control y Controladores*. San Cristóbal: Universidad Nacional Experimental del Táchira, Departamento de Ingeniería Electrónica.
- Guerrero, V. (2005). *BUS AS-I Configuración y programación de una red*.
- Guerrero, V., Yuste, R., & Martinez, L. (2010). *Comunicaciones industriales*.
- JOM. (02 de 11 de 2017). *Automatización industrial*. Obtenido de <http://estampacionesjom.com/automatizacion-industrial-estas-son-sus-aplicaciones/>
- Kagermann, H. (2015). La industria 4.0 llega a los clientes del futuro a través de servicios inteligentes. *Weidmüller, S.A*.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educación.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry. *Manufacturing Letters*.
- Li, C., & Lau , H. (2017). A Critical Review of Product Safety in Industry 4.0 Applications. *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 1661-1665.
- Li, C., & Lau, H. (2018). Integration of industry 4.0 and assessment model for product safety. *IEEE Symposium on Product Compliance Engineering (ISPCE)*, 1-5.

- Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., & Dewhurst, M. (2017). *Un Futuro que Funciona: Automatización, Empleo Y Productividad. Mckinsey Global Institute, 7.*
- Mätzler, S., & Wollschlaeger, M. (2017). Interchange Format for the Generation of Functional Elements for Industrie 4.0 Components. *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 5453-5459.*
- Miranda , A. (2016). *Industria 4.0 By NC Tech. NC Tech.*
- Pallás Areny, R. (2004). *Sensores y Acondicionadores de Señal. Marcombo.*
- Pethig, F., Niggemann, O., & Walter, A. (2017). Towards Industrie 4.0 Compliant Configuration of Condition Monitoring Services. *017 IEEE 15th International Conference on Industrial Informatics (INDIN), 271-276.*
- Petrasch, R., & Hentschke, R. (2016). Process modeling for industry 4.0 applications: Towards an industry 4.0 process modeling language and method. *13th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE), 1-5.*
- Sánchez, V., & Pizarro, D. (2010). Diagnóstico del nivel de automatización en las pequeñas y medianas industrias de la ciudad de Cuenca. *INGENIUS, Revista de Ciencia y Tecnología.*
- Siemens A&D. (2006). SIMATIC PCS 7 – SIMATIC IT – Integration. *Applicantion & Tools.*
- Siemens AG. (2006). *Comunicación con SIMATIC Manual de sistema . Nurnberg.*
- Siemens AG. (2008). *S7-300 CPU 31xC y CPU 31x Datos técnicos Manual de producto. NÜRNBERG.*
- Siemens AG. (2009). *S7 Controlador programable S7-1200.*
- Siemens AG. (2012). *Profinet Descripción del sistema. Nurnberg: Siemens AG.*
- Smith, C., & Corripio, A. (1991). *Control Automático de Procesos Teorí y Practica. Mexico DF: Limusa.*

- Soler, S., & Wollschlaeger, M. (2017). Control as an Industrie 4.0 Component Network-adaptive Applications for Control. *22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 1-4.
- VDMA German Engineering Federation. (2016). Guiding principles for the implementation of Industrie 4.0 in small and medium sized businesses. *Guideline Industrie 4.0* .
- Waller, D., & Werner, H. (1997). *Neumática Nivel Básico*. Esslingen: Festo Didactic KG.
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0 a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Li & Zhang Computer Networks*, 158–168.

Anexos

Anexo 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

CENTRO DE MAESTRÍA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AUTOMATIZACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL

Encuesta dirigida a los docentes del área de Electricidad del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico.

OBJETIVO

Obtener información para conocer el criterio del personal docente del área de Electricidad del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico con respecto al sistema de manufactura modelo, la misma que servirá de apoyo a la investigación planteada, la información es anónima y tendrá la reserva del caso, se le solicita comedidamente contestar con veracidad el siguiente cuestionario.

INSTRUCCIONES

- Marque con una X en el paréntesis de la alternativa que usted crea conveniente.
- Seleccione solo una de las alternativas
- Procure ser lo más objetivo y veraz.

PREGUNTAS

1. **¿Conoce usted los parámetros definidos para determinar la flexibilidad de un sistema de manufactura?**

Si () PARCIALMENTE () No ()

2. **¿Actualmente puede el sistema de manufactura modelo procesar diferentes productos en un modo de no-lote?**

Si () No ()

3. **¿Actualmente puede el sistema de manufactura modelo aceptar cambios en la programación de la producción?**

Si () No ()

4. **¿Actualmente puede el sistema de manufactura modelo recuperarse de fallas y daños, mientras la producción no es detenida por completo?**

Si ()

No ()

5. ¿Actualmente pueden nuevos diseños ser introducidos a los existentes con relativa facilidad dentro del sistema de manufactura modelo?

Si ()

No ()

6. ¿Conoce usted las nuevas herramientas tecnológicas disponibles orientadas a Industria 4.0?

Si ()

No ()

7. ¿Piensa que las nuevas tecnologías dentro de Industria 4.0 facilitarán la flexibilidad dentro de un sistema de manufactura?

SI ()

MEDIANAMENTE ()

NO()

8. ¿Qué tecnologías dentro de Industria 4.0 piensa que ampliaría la flexibilidad del sistema de manufactura modelo ha desarrollado en base a MPS FESTO?

NINGUNA

()

BIG DATA

()

ROBOTS AUTÓNOMOS

()

REALIDAD AUMENTADA

()

SIMULACIÓN

()

FABRICACIÓN ADITIVA

()

INTERNET DE LAS COSAS IOT

()

INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS HORIZONTALES Y VERTICALES

()

LA NUBE

()

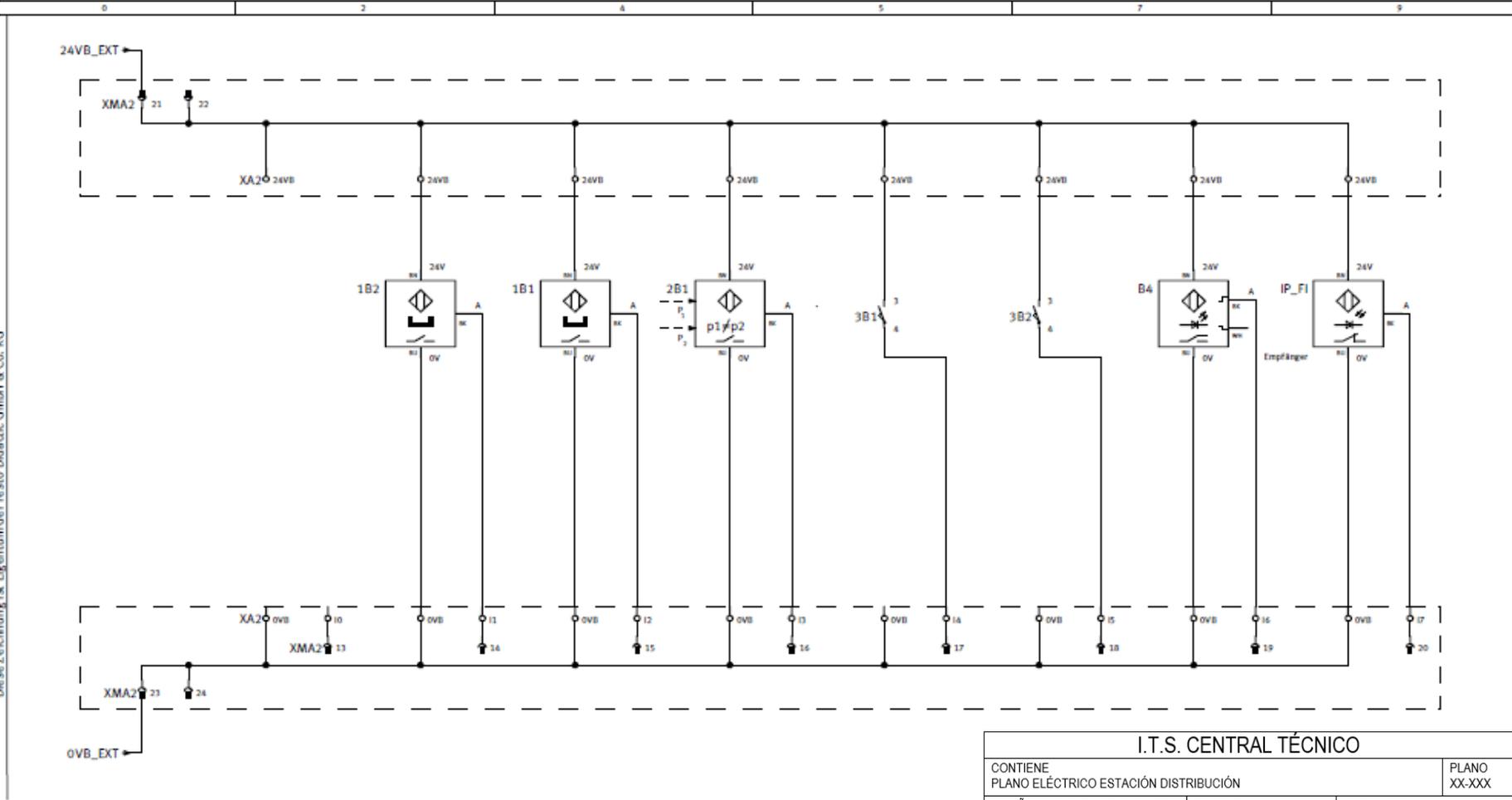
Gracias por su colaboración.

Anexo 2

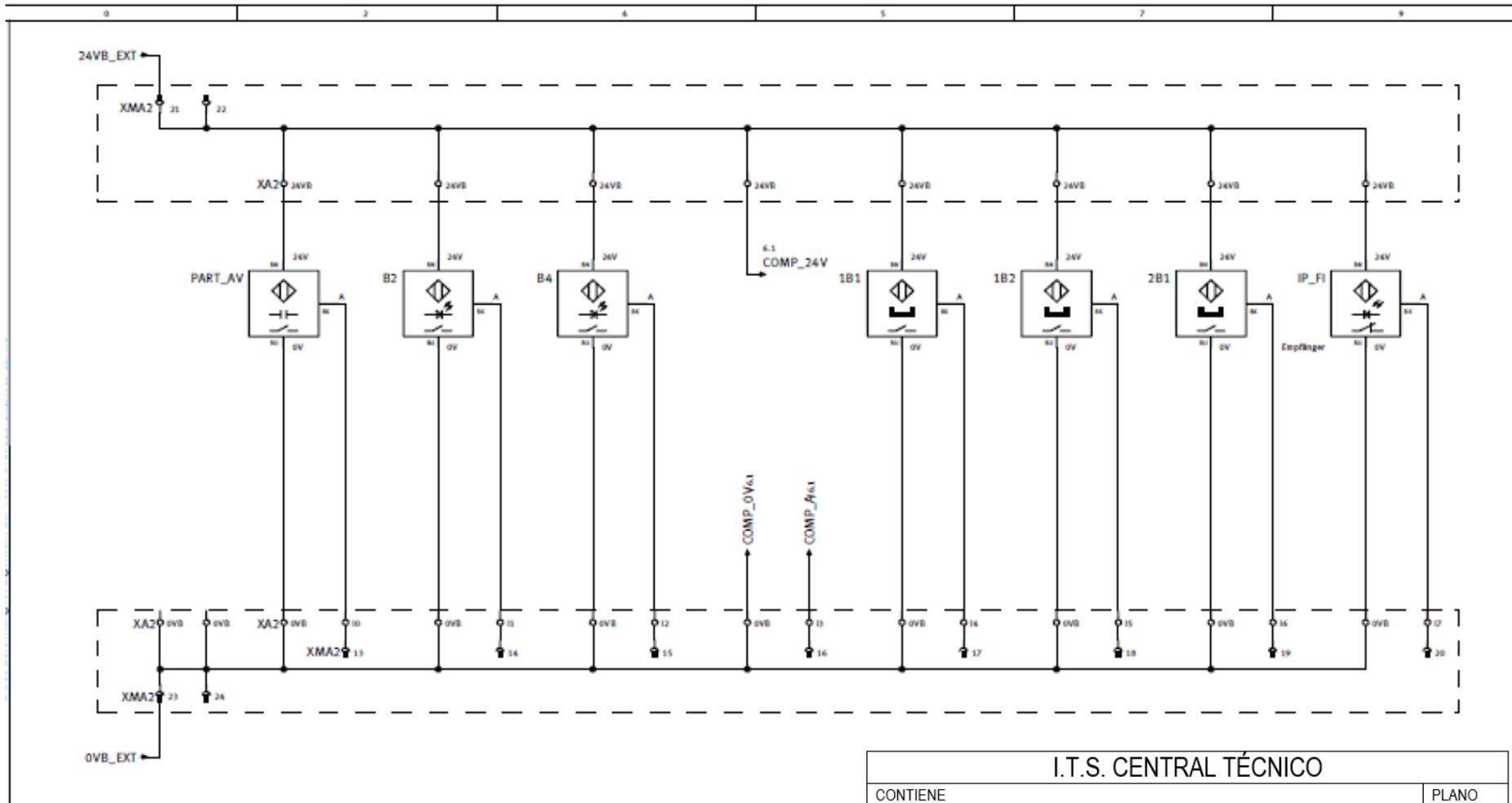
Tabla X
Distribución Chi-Cuadrado (χ^2)

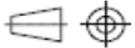
Grados de Libertad	Probabilidades												
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,9	0,75	0,25	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	
1	7,9	6,6	5,0	3,8	2,7	1,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	10,6	9,2	7,4	6,0	4,6	2,8	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
3	12,8	11,3	9,3	7,8	6,3	4,1	1,2	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1
4	14,9	13,3	11,1	9,5	7,8	5,4	1,9	1,1	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2
5	16,7	15,1	12,8	11,1	9,2	6,6	2,7	1,6	1,1	0,8	0,6	0,4	0,4
6	18,5	16,8	14,4	12,6	10,6	7,8	3,5	2,2	1,6	1,2	0,9	0,7	0,7
7	20,3	18,5	16,0	14,1	12,0	9,0	4,3	2,8	2,2	1,7	1,2	1,0	1,0
8	22,0	20,1	17,5	15,5	13,4	10,2	5,1	3,5	2,7	2,2	1,6	1,3	1,3
9	23,6	21,7	19,0	16,9	14,7	11,4	5,9	4,2	3,3	2,7	2,1	1,7	1,7
10	25,2	23,2	20,5	18,3	16,0	12,5	6,7	4,9	3,9	3,2	2,6	2,2	2,2
11	26,8	24,7	21,9	19,7	17,3	13,7	7,6	5,6	4,6	3,8	3,1	2,6	2,6
12	28,3	26,2	23,3	21,0	18,5	14,8	8,4	6,3	5,2	4,4	3,6	3,1	3,1
13	29,8	27,7	24,7	22,4	19,8	16,0	9,3	7,0	5,9	5,0	4,1	3,6	3,6
14	31,3	29,1	26,1	23,7	21,1	17,1	10,2	7,8	6,6	5,6	4,7	4,1	4,1
15	32,8	30,6	27,5	25,0	22,3	18,2	11,0	8,5	7,3	6,3	5,2	4,6	4,6
16	34,3	32,0	28,8	26,3	23,5	19,4	11,9	9,3	8,0	6,9	5,8	5,1	5,1
17	35,7	33,4	30,2	27,6	24,8	20,5	12,8	10,1	8,7	7,6	6,4	5,7	5,7
18	37,2	34,8	31,5	28,9	26,0	21,6	13,7	10,9	9,4	8,2	7,0	6,3	6,3
19	38,6	36,2	32,9	30,1	27,2	22,7	14,6	11,7	10,1	8,9	7,6	6,8	6,8
20	40,0	37,6	34,2	31,4	28,4	23,8	15,5	12,4	10,9	9,6	8,3	7,4	7,4
21	41,4	38,9	35,5	32,7	29,6	24,9	16,3	13,2	11,6	10,3	8,9	8,0	8,0
22	42,8	40,3	36,8	33,9	30,8	26,0	17,2	14,0	12,3	11,0	9,5	8,6	8,6
23	44,2	41,6	38,1	35,2	32,0	27,1	18,1	14,8	13,1	11,7	10,2	9,3	9,3
24	45,6	43,0	39,4	36,4	33,2	28,2	19,0	15,7	13,8	12,4	10,9	9,9	9,9
25	46,9	44,3	40,6	37,7	34,4	29,3	19,9	16,5	14,6	13,1	11,5	10,5	10,5
26	48,3	45,6	41,9	38,9	35,6	30,4	20,8	17,3	15,4	13,8	12,2	11,2	11,2
27	49,6	47,0	43,2	40,1	36,7	31,5	21,7	18,1	16,2	14,6	12,9	11,8	11,8
28	51,0	48,3	44,5	41,3	37,9	32,6	22,7	18,9	16,9	15,3	13,6	12,5	12,5
29	52,3	49,6	45,7	42,6	39,1	33,7	23,6	19,8	17,7	16,0	14,3	13,1	13,1
30	53,7	50,9	47,0	43,8	40,3	34,8	24,5	20,6	18,5	16,8	15,0	13,8	13,8

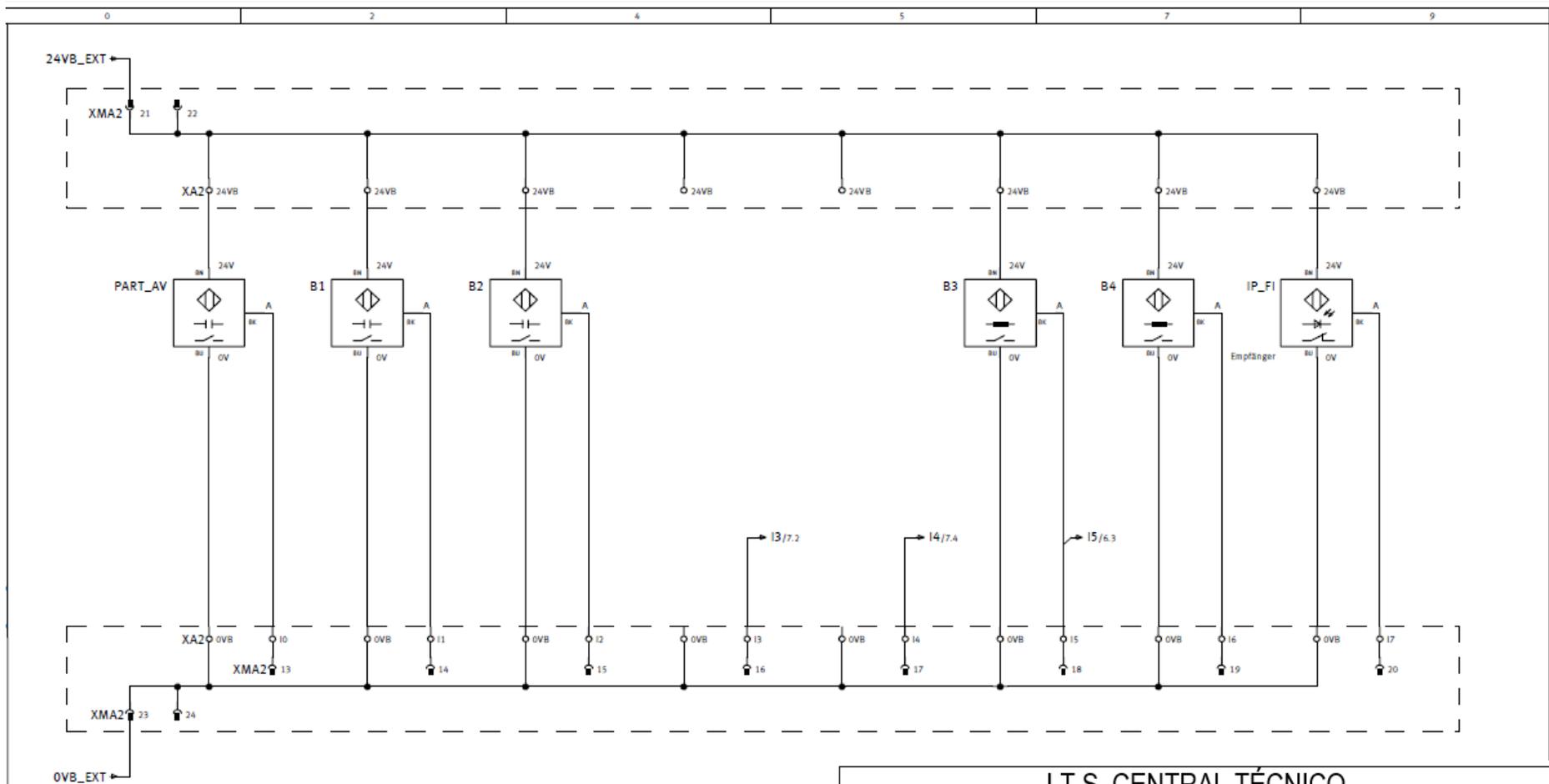
Anexo 3



I.T.S. CENTRAL TÉCNICO		
CONTIENE PLANO ELÉCTRICO ESTACIÓN DISTRIBUCIÓN		PLANO XX-XXX
DISEÑADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:
ARCHIVO AUTOCAD: DISTRIBUCIÓN.dwg	FECHA: 10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4	 LAM No. 01/13

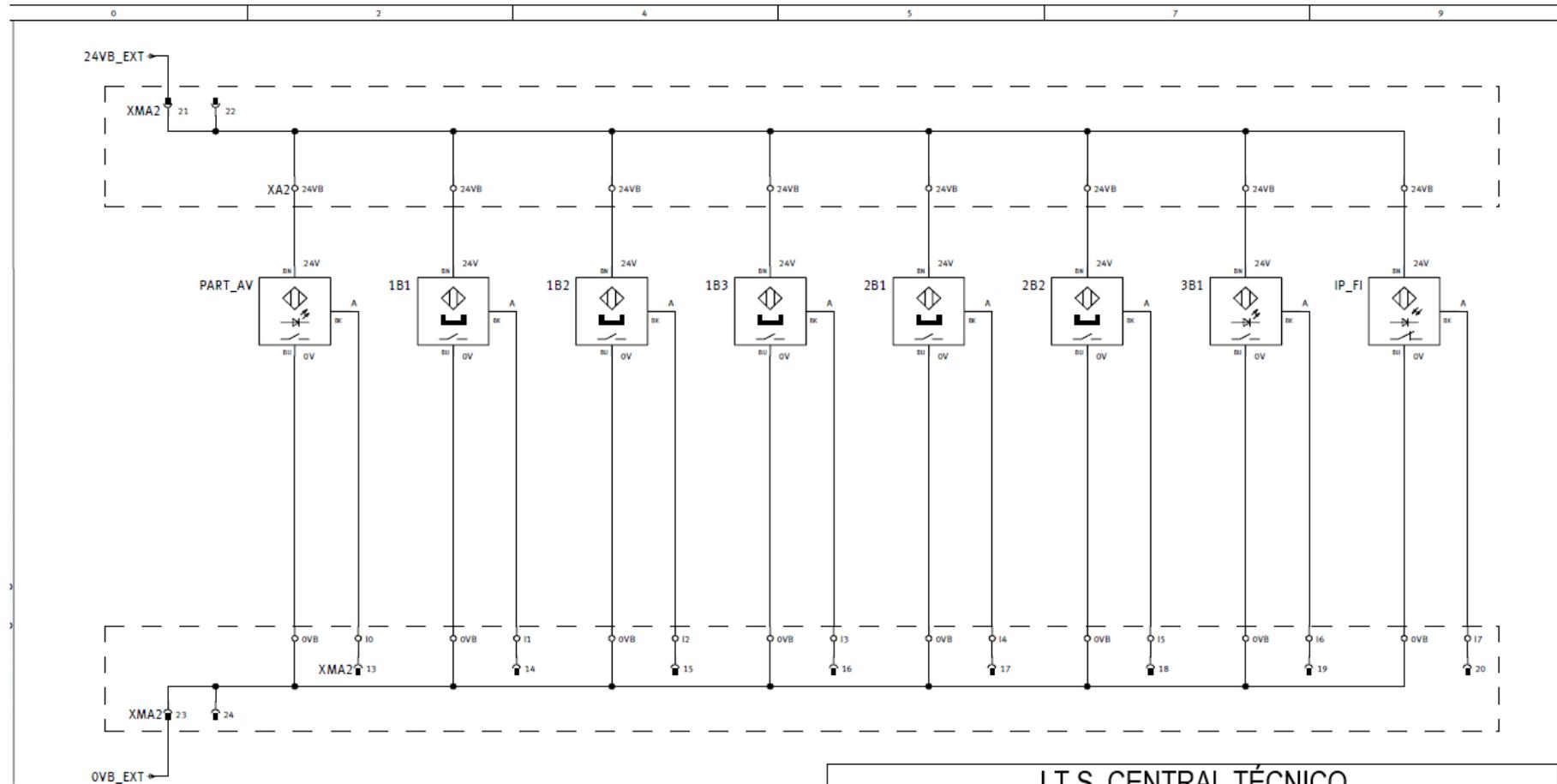


I.T.S. CENTRAL TÉCNICO		
CONTIENE PLANO ELÉCTRICO ESTACIÓN VERIFICACIÓN		PLANO XX-XXX
DISEÑADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:
ARCHIVO AUTOCAD: VERIFICACIÓN.dwg	FECHA: 10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4	 LAM No. 02/13

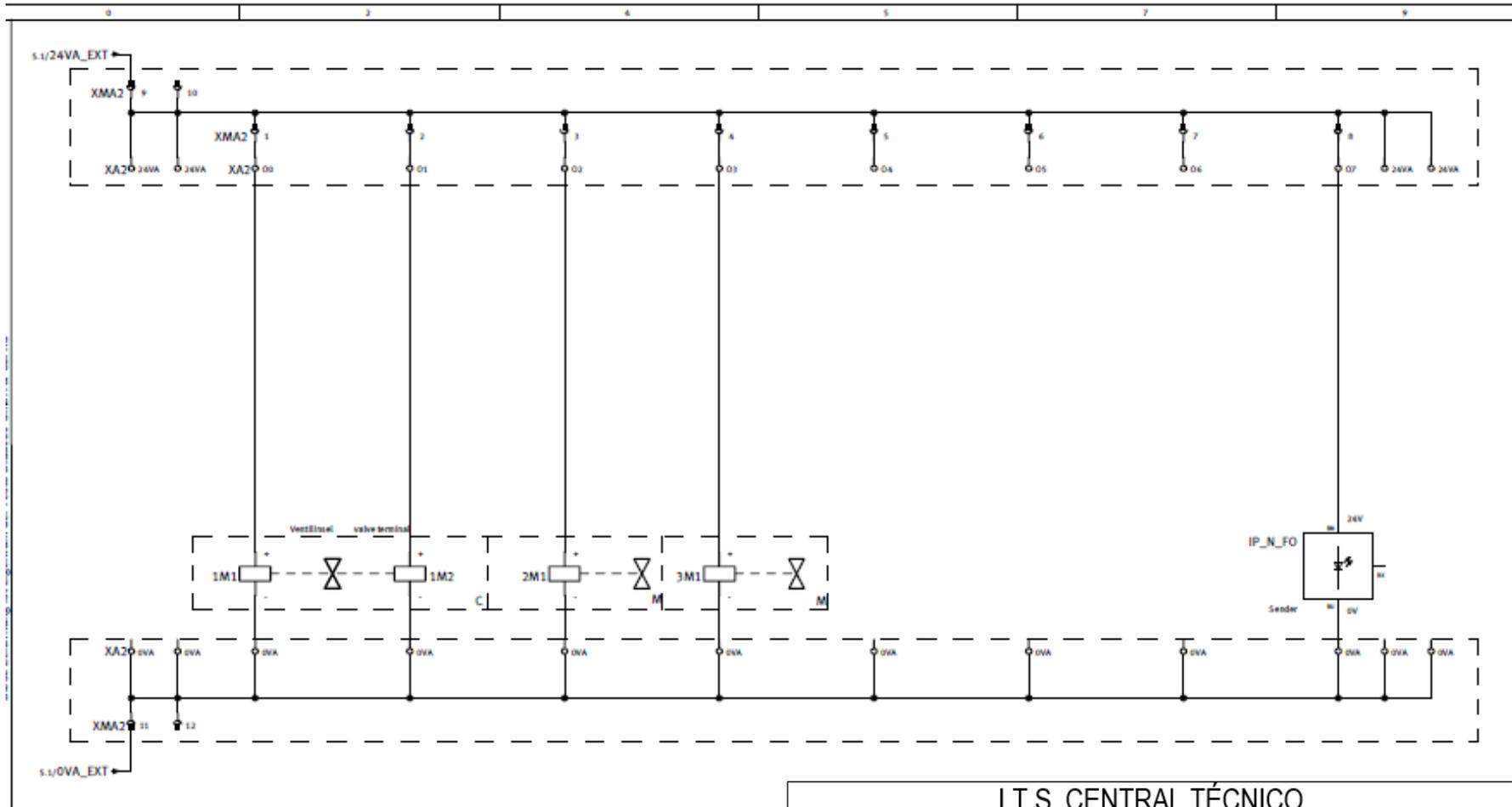


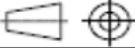
I.T.S. CENTRAL TÉCNICO

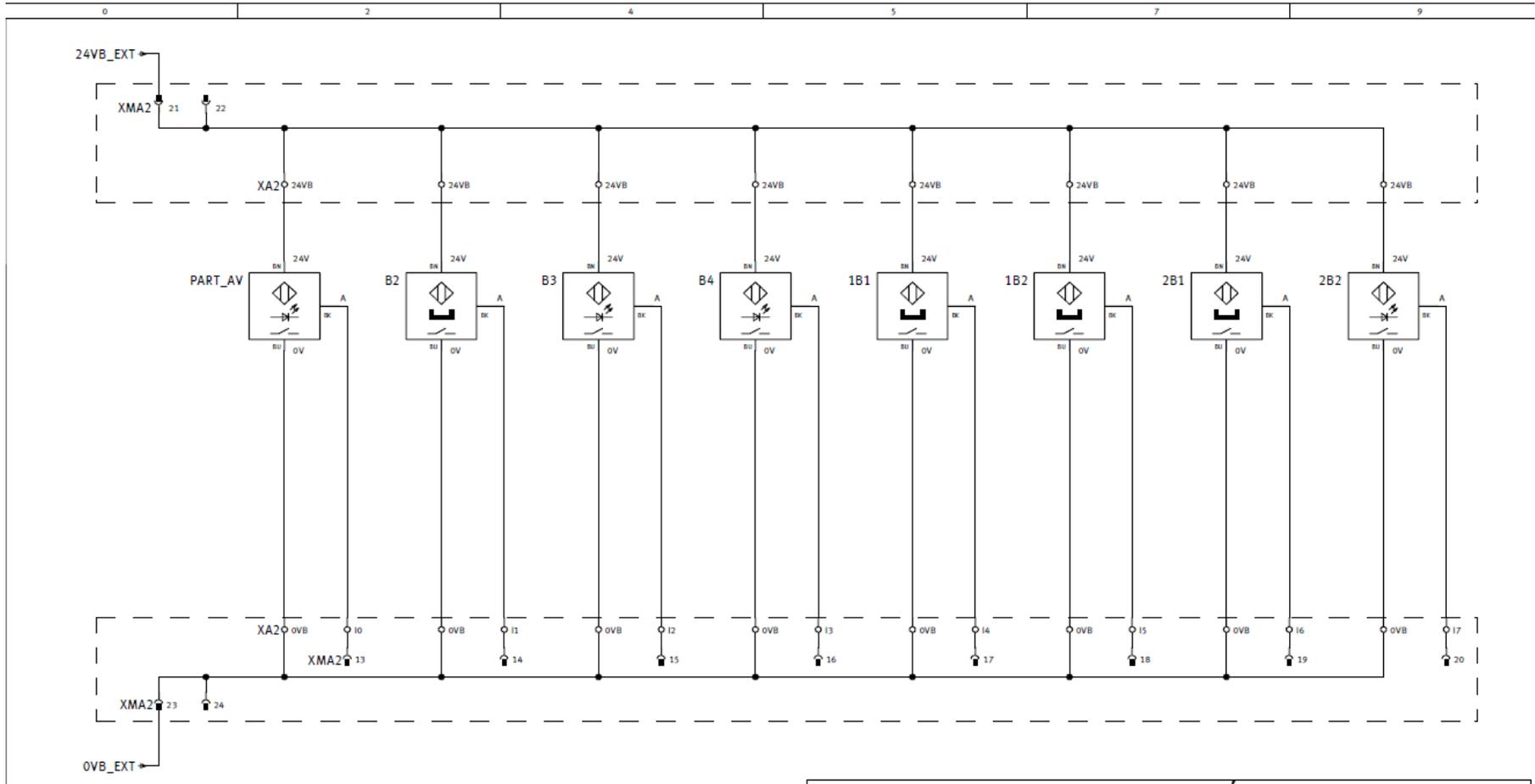
CONTIENE PLANO ELÉCTRICO ESTACIÓN VERIFICACIÓN1		PLANO XX-XXX
DISEÑADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:
ARCHIVO AUTOCAD: VERIFICACIÓN1.dwg	FECHA:10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4	LAM No. 04/13



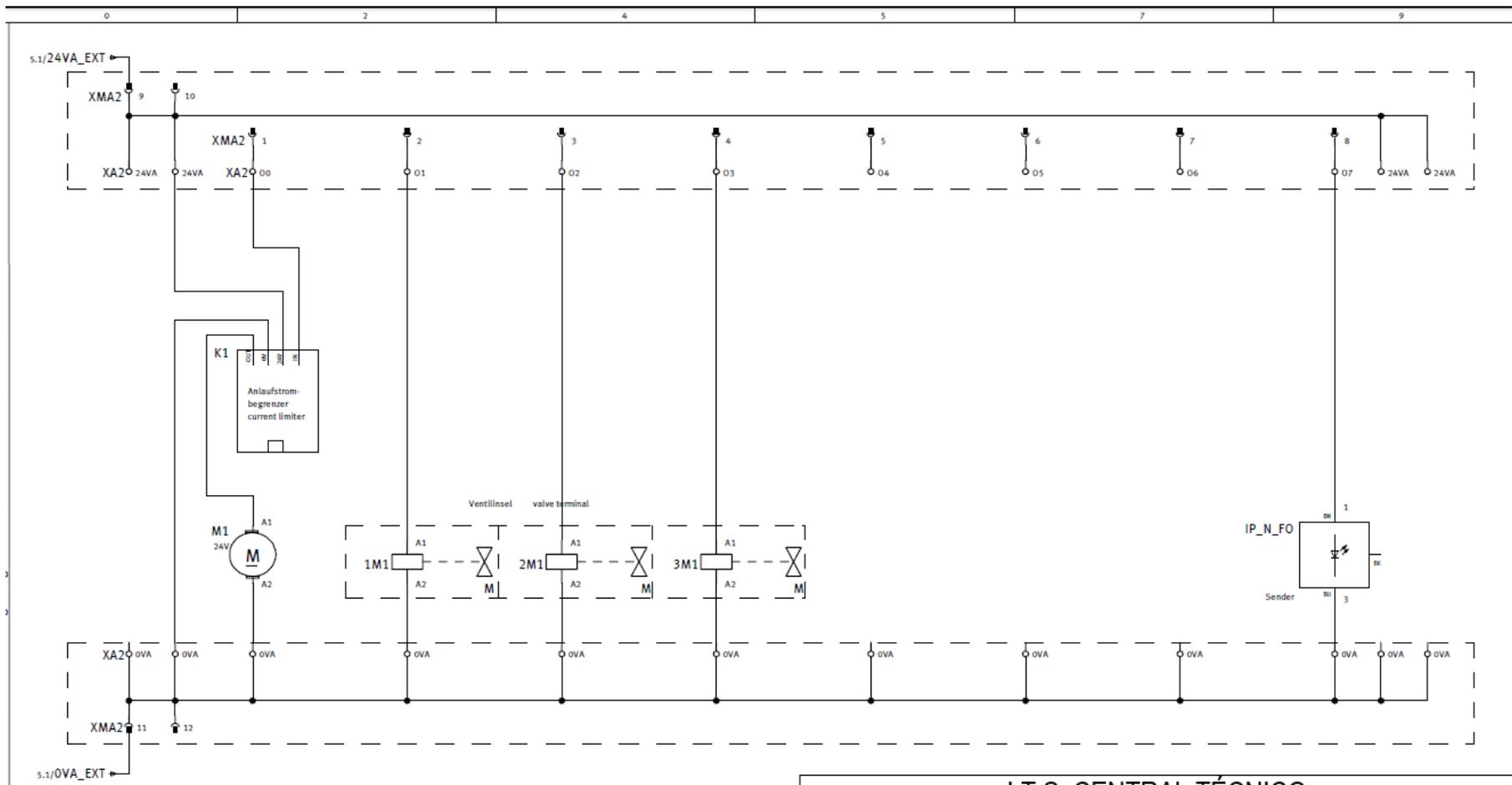
I.T.S. CENTRAL TÉCNICO		
CONTIENE PLANO ELÉCTRICO ESTACIÓN MANIPULACIÓN		PLANO XX-XXX
DISEÑADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:
ARCHIVO AUTOCAD: MANIPULACIÓN.dwg	FECHA: 10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4	  LAM No. 05/13



I.T.S. CENTRAL TÉCNICO		
CONTIENE PLANO ELÉCTRICO ESTACIÓN MANIPULACIÓN1		PLANO XX-XXX
DISEÑADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:
ARCHIVO AUTOCAD: MANIPULACIÓN1.dwg	FECHA: 10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4	 LAM No. 06/13

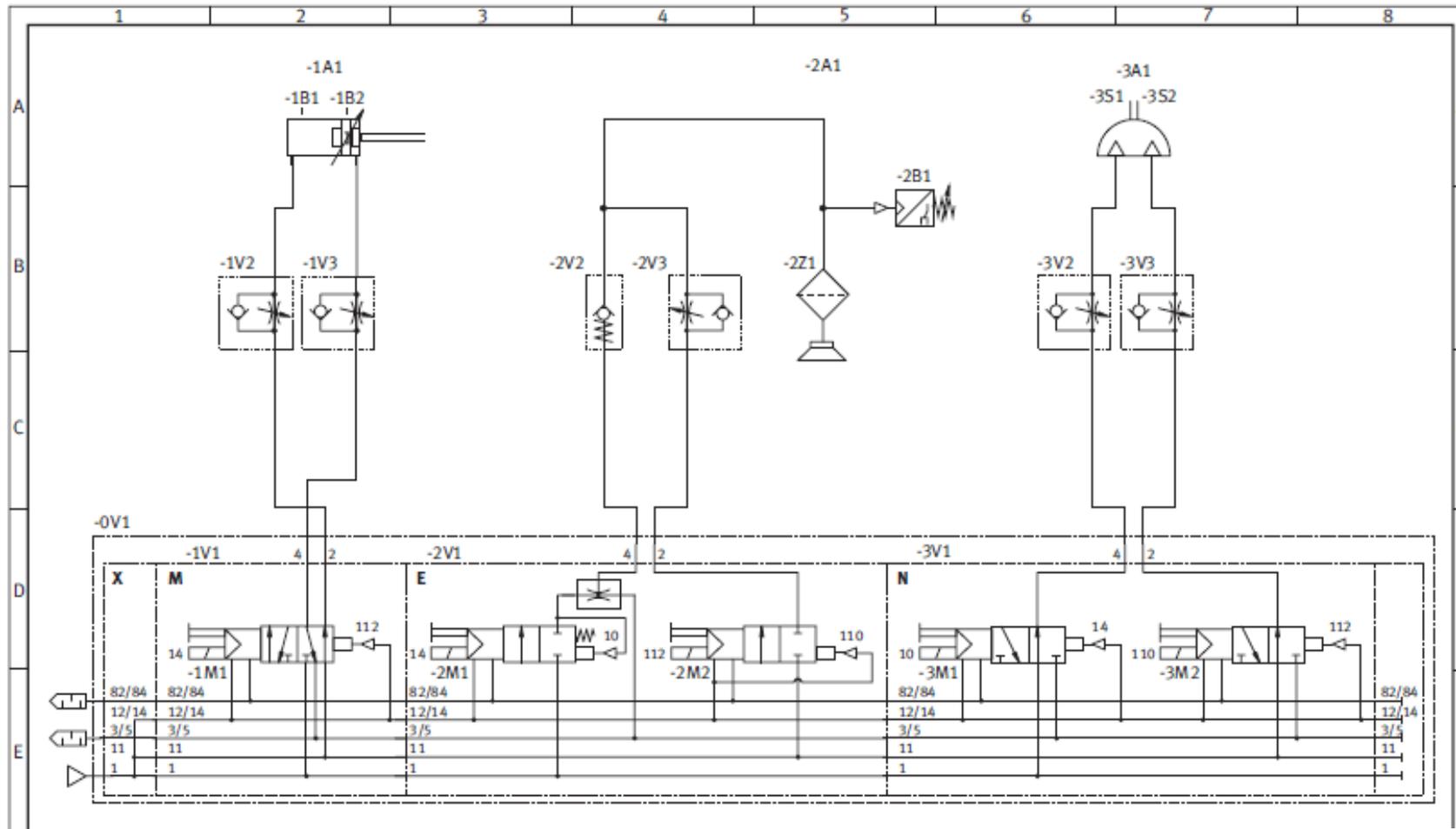


I.T.S. CENTRAL TÉCNICO			
CONTIENE PLANO ELÉCTRICO ESTACIÓN CLASIFICACIÓN			PLANO XX-XXX
DISEÑADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:	
ARCHIVO AUTOCAD: CLASIFICACIÓN.dwg	FECHA: 10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4		LAM No. 06/13

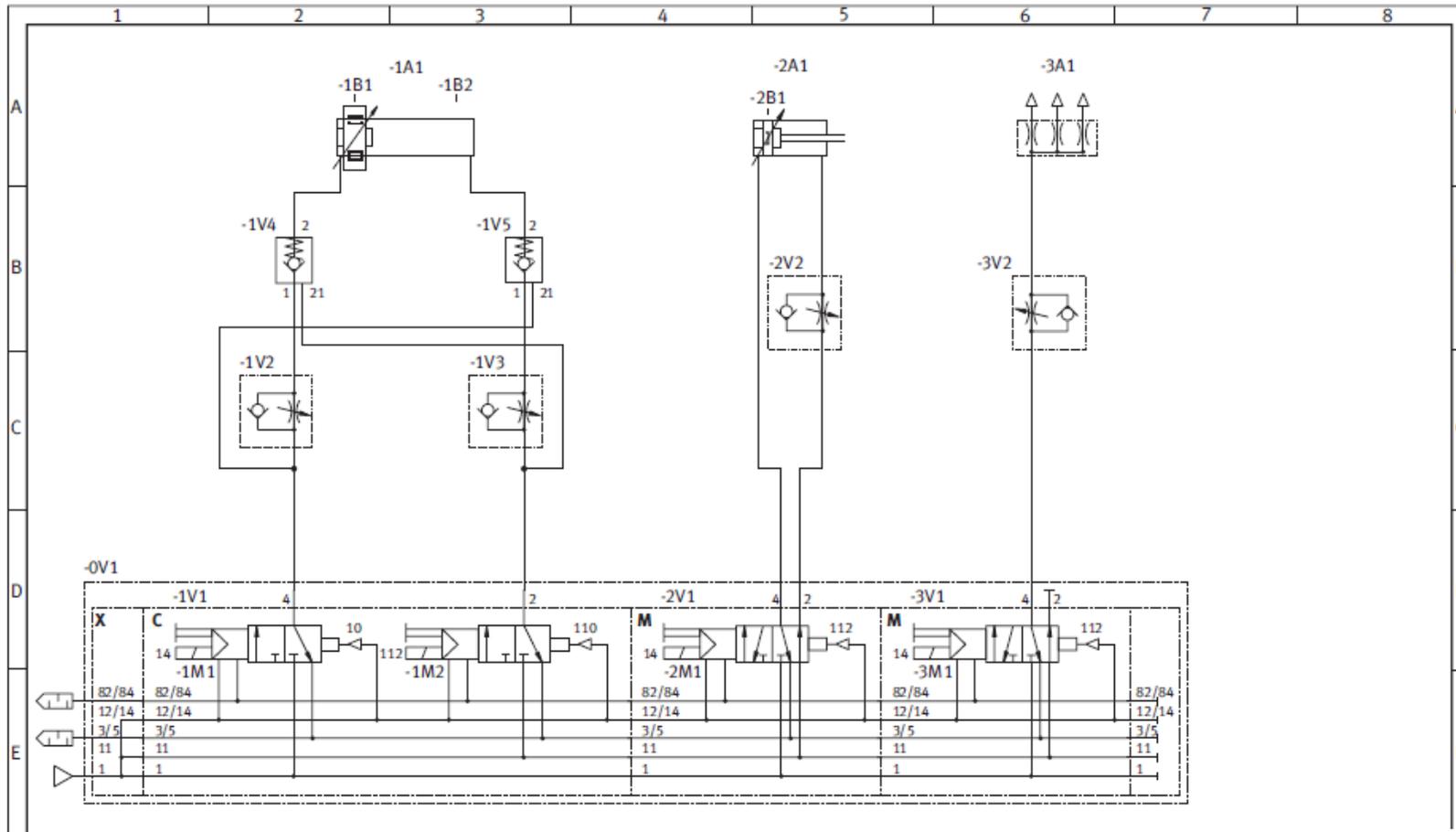


I.T.S. CENTRAL TÉCNICO			
CONTIENE PLANO ELÉCTRICO ESTACIÓN CLASIFICACIÓN1			PLANO XX-XXX
DISEÑADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:	
ARCHIVO AUTOCAD: CLASIFICACIÓN1.dwg	FECHA:10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4		LAM No. 06/13

Anexo 4

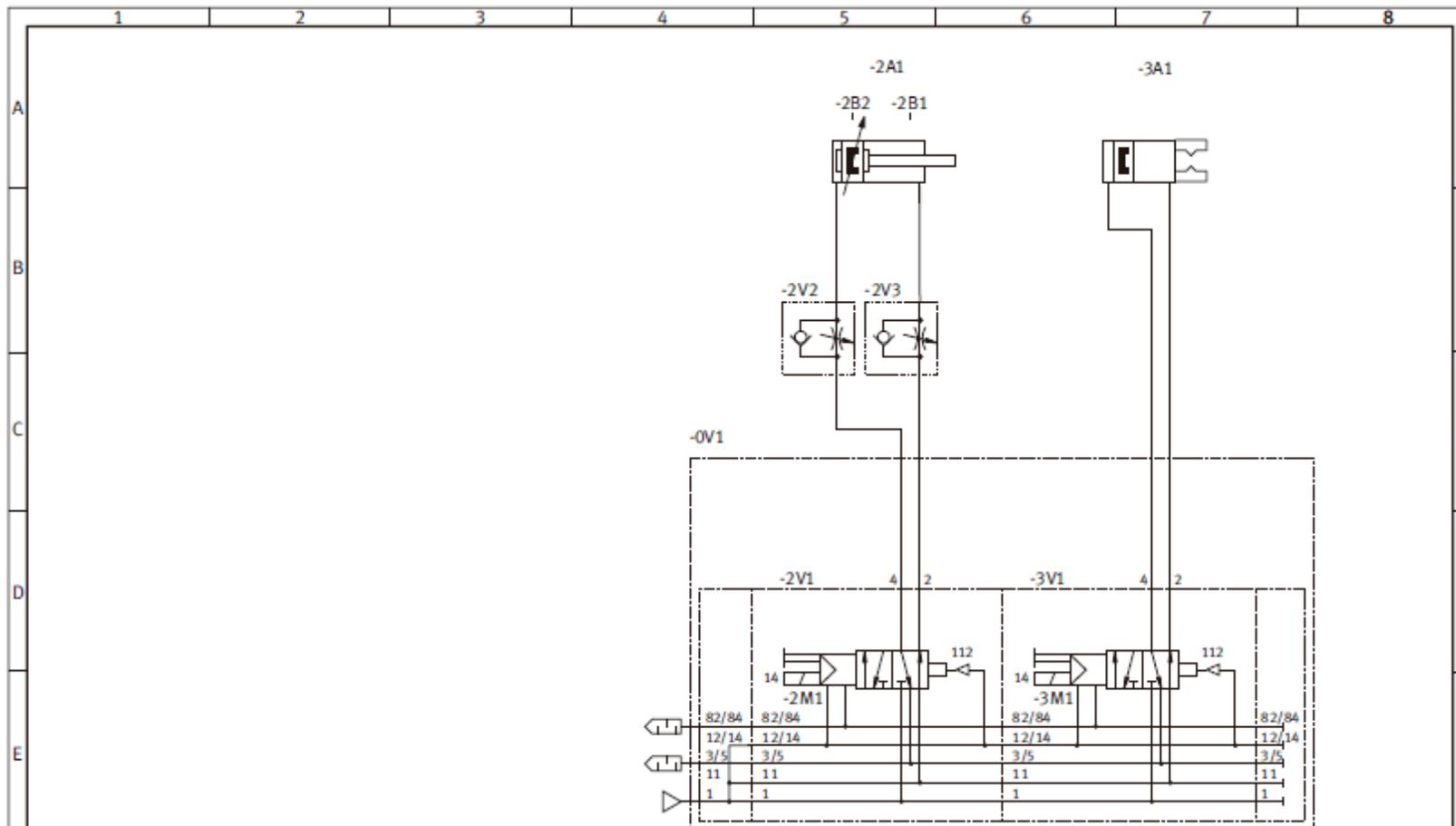


I.T.S. CENTRAL TÉCNICO		
CONTIENE DIAGRAMA NEUMÁTICO ESTACIÓN DISTRIBUCIÓN		PLANO XX-XXX
DISENADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:
ARCHIVO AUTOCAD: N_DISTRIBUCIÓN.dwg	FECHA: 10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4	LAM No. 10/13



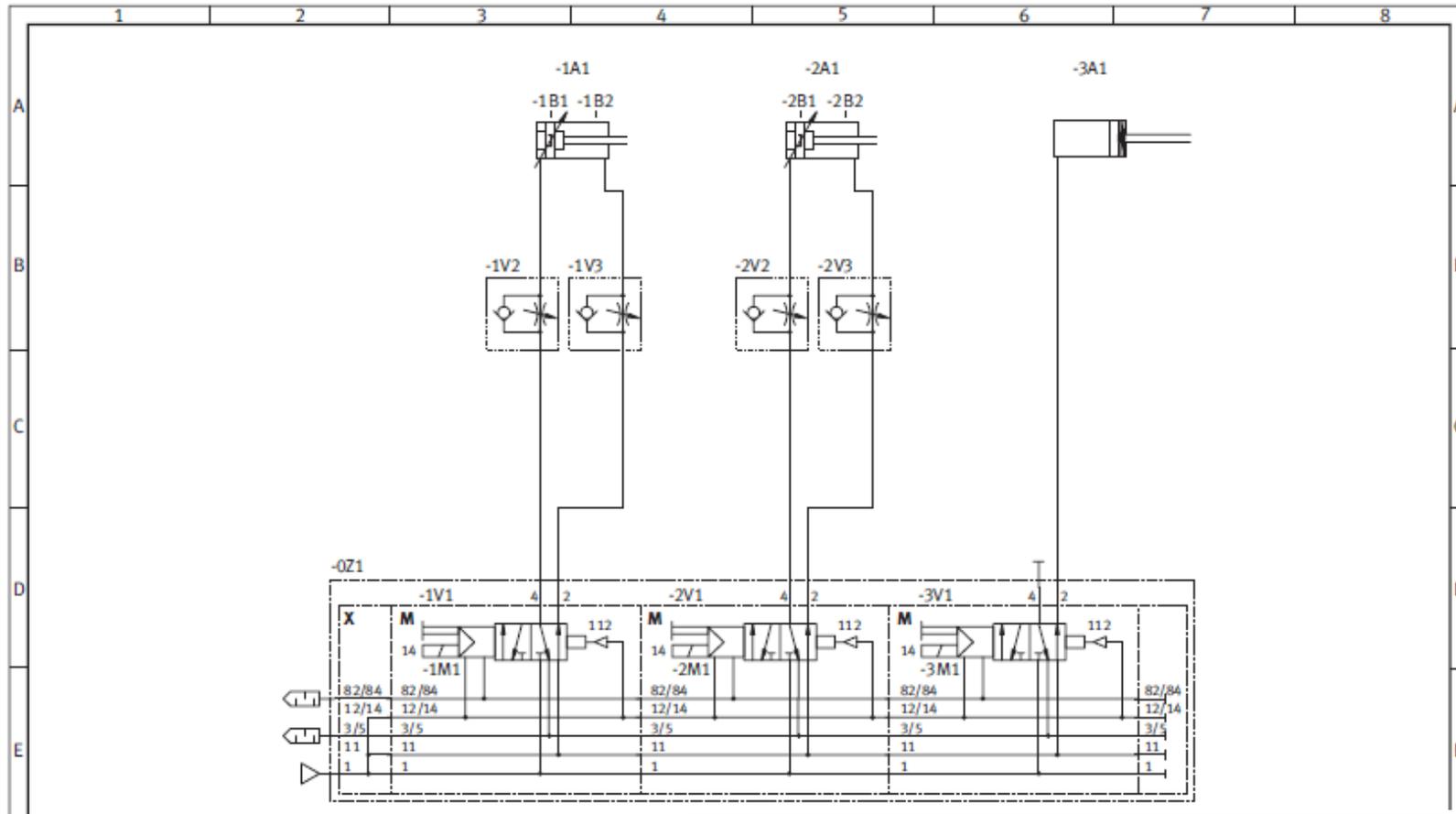
I.T.S. CENTRAL TÉCNICO

CONTIENE DIAGRAMA NEUMÁTICO ESTACIÓN VERIFICACIÓN		PLANO XX-XXX
DISEÑO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:
ARCHIVO AUTOCAD: N_VERIFICACIÓN.dwg	FECHA: 10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4	  LAM No. 10/13



I.T.S. CENTRAL TÉCNICO

CONTIENE DIAGRAMA NEUMÁTICO ESTACIÓN MANIPULACIÓN		PLANO XX-XXX
DISEÑADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:
ARCHIVO AUTOCAD: <u>N_MANIPULACIÓN.dwg</u>	FECHA: 10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4	LAM No. 12/13



I.T.S. CENTRAL TÉCNICO

CONTIENE DIAGRAMA NEUMÁTICO ESTACIÓN DISTRIBUCIÓN		PLANO XX-XXX
DISEÑADO: ING. DAVID BASANTES	REVISADO:	APROBADO:
ARCHIVO AUTOCAD: N_DISTRIBUCIÓN.dwg	FECHA: 10/OCT/2018 ESCALA: 1:XXX A4	LAM No. 13/13

ACTUATOR SENSOR INTERFACE 4I APPLICATION
MODULE 4X M12 SOCKETS, EMI



Figure similar

General technical data:

Design of the product		digital I/O modules for operation in the field, IP67 - user modules
Design of the slave type		standard slave
Type		4 inputs
I/O configuration		0
ID code		0
Number I/O sockets		4
Protocol is supported AS-interface protocol		Yes
Type of electrical connection of the inputs and outputs		M12 screw-type terminals
AS interface total current input max	mA	120
operating voltage according to AS-Interface specification	V	26.5 ... 31.6
Equipment marking acc. to DIN 40719 extended according to IEC 204-2 acc. to IEC 750		A
Equipment marking acc. to DIN EN 61346-2		K

Inputs:

Number of digital inputs		4
Input circuit		PNP
Type of voltage of the input voltages		DC
Input voltage	V	20 ... 30
Inputs switching level High min	V	10
Input current at digital input		
• for signal <1> minimum	mA	5
• with signal <0> maximum	mA	1.5
Inputs sensor supply using AS-Interface		short-circuit and overload resistant
Design of the pin assignment of the inputs		standard assignment

Outputs:

Number of digital outputs		0
Design of the pin assignment of the outputs		standard assignment
Property of the output Short-circuit proof		No
Status display		
• display of I/Os		yellow LED
• display of AS-Interface/diagnostics		green LED
Assignment of data bits		
• socket		input (D0)
• socket 2		input (D1)
• socket 3		input (D2)
• socket 4		input (D3)

Ambient conditions:

Ambient temperature		
• during storage	°C	-40 ... +85
• during operation	°C	-25 ... +85
Protection class IP		IP67

Mechanical data:

Width	mm	45
Height	mm	80
Depth	mm	27
Mounting type		standard rail mounting/wall mounting using coupling module
connection		using contact pins on FK or Pg coupling module
Type of connection		2- and 3-wire technology

Certificates/ approvals:

AS-Interface certificate		yes
Approvals		UL, CSA, shipbuilding

General Product Approval	Declaration of Conformity	Shipping Approval
--------------------------	---------------------------	-------------------



Shipping Approval	other
-------------------	-------



[Umweltbestätigung](#)

[Bestätigungen](#)

[sonstig](#)

Further information

Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)

<http://www.siemens.com/industrial-controls/catalogs>

Industry Mall (Online ordering system)

<http://www.siemens.com/industrymall>

Cax online generator

<http://support.automation.siemens.com/WW/CAXorder/default.aspx?lang=en&mlfb=3RG9001-0AA00>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3RG9001-0AA00>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, EPLAN macros, ...)

http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_de.aspx?mlfb=3RG9001-0AA00&lang=en

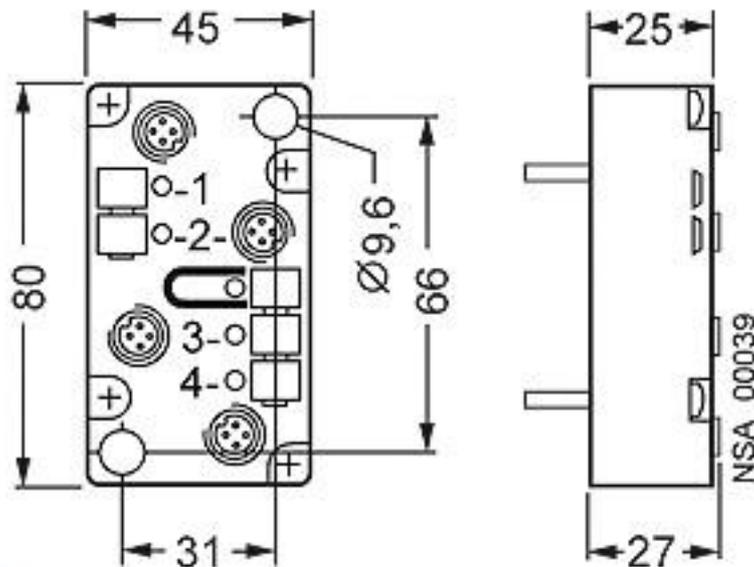


Figure similar



Figure similar

last modified:

10/07/2016

Módulo AS-Interface F90, digital 4DI/4DQ, IP20 4 entradas para sensor de 3 conductores alimentación de sensores externa 4 salidas, 2 A, 24 V DC máximo 6 A para todas las salidas Conexión en bornes de tornillo 90 mm de ancho

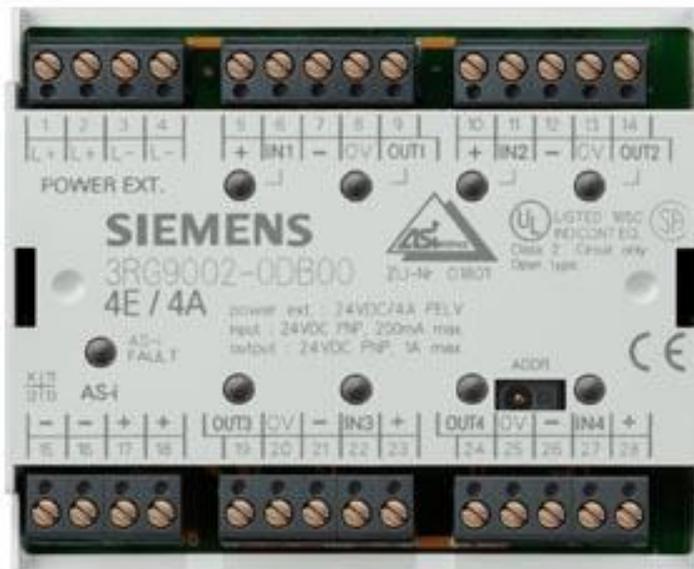


Figura similar

Datos técnicos generales:

Tipo de producto		módulo F90 - módulos E/S para armarios eléctricos IP20
Tipo		4 entradas / 4 salidas
Tipo de tipo de esclavo		esclavo estándar
Configuración E/A		7
Código ID/ID2		0/F
Tipo de conexión eléctrica de las entradas y salidas		bornes de tornillo
Interfaz AS consumo total corriente máx.	mA	30
tensión de servicio según especificación AS-Interface	V	26,5 ... 31,6
Direccionamiento		posible con conector hembra de direccionamiento integrado
Watchdog		incorporado
Aviso 1		El módulo posee cuatro entradas libres de potencial y cuatro salidas de conmutación libres de potencial. Para los circuitos de entrada y salida se necesita una fuente de alimentación externa suplementaria de 20 a 30 V según las especificaciones de la norma VDE 0106 (PELV) clase de protección III.

Aviso 2		Para alimentar los circuitos de salida se necesita una fuente externa suplementaria (AUX POWER) de 20 a 30 V DC. Esta fuente de alimentación suplementaria tiene que cumplir las especificaciones de la norma VDE 0106 (PELV), clase de protección III.
----------------	--	---

Alimentación del sensor:

Tipo de alimentación para la alimentación de sensores		vía AUX POWER
Propiedad de la alimentación del sensor resistente a cortocircuito y a sobrecarga		Sí
Intensidad máxima admisible de la alimentación de sensores para todas las entradas con temperatura ambiente de 40 °C	mA	200

Entradas:

Número de entradas digitales		4
Tipo de sistema de conexión		transistor PNP libre de potencial a 2 y 3 hilos
Circuito de entrada		transistor (PNP)
Tipo de corriente de las tensiones de entrada		DC
Corriente de entrada en entrada digital		
• con señal <1> mín.	mA	5
• con señal <0> máx.	mA	1,5
Entradas		
• nivel de conmutación High mín.	V	10
• alimentación de sensores vía AS-Interface		resistente a cortocircuitos y sobrecargas a 2 y 3 hilos
• conexión sensores		

Salidas:

Número de salidas digitales		4
Tipo de corriente de las tensiones de salida		DC
Salidas alimentación de tensión externa de 24 V DC		vía bornes de tornillo
Intensidad de salida en salida digital con señal <1> valor nominal	A	2
Tipo de salida lógica		electrónica
Salidas corriente total para todas las salidas	A	6
Propiedad de la salida resistente a cortocircuitos		Sí
Salidas		
• protección contra cortocircuitos		incorporado
• protección contra tensiones inducidas		incorporado
Display de estado		
• display E/S		LED amarillos
• display AS-Interface/diagnóstico		LED dual verde/rojo
Asignación de los bits de datos		
• D0		IN1/OUT1
• D1		IN2/OUT2

- D2
- D3

IN3/OUT3

IN4/OUT4

Condiciones ambiente:

Temperatura ambiente		
<ul style="list-style-type: none"> • durante el funcionamiento 	°C	-25 ... +70
<ul style="list-style-type: none"> • durante el almacenamiento 	°C	-40 ... +85
Grado de protección IP		IP20

Datos mecánicos:

Anchura	mm	90
Altura	mm	75
Profundidad	mm	37
Tipo de fijación		montaje en perfil de 35 mm

Certificados/ Homologaciones:

Certificado AS-Interface		disponible
Aprobaciones		UL, CSA, construcción naval

General Product Approval

Declaration of Conformity

Shipping Approval



Shipping Approval

other



LRS



PRS



RINA

[Confirmation](#)

[Miscellaneous](#)

Más información

Information- and Downloadcenter (Catálogos, Folletos,...)

<http://www.siemens.com/industrial-controls/catalogs>

Industry Mall (sistema de pedido online)

<http://www.siemens.com/industrymall>

Generador CAx online

<http://support.automation.siemens.com/WW/CAxorder/default.aspx?lang=en&mlfb=3RG9002-0DC00>

Service&Support (Manuales, certificados, características, FAQ,...)

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/ps/3RG9002-0DC00>

Base de datos de imágenes (fotos de producto, dibujos acotados 2D, modelos 3D, esquemas de conexiones, macros

EPLAN, ...)

http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_de.aspx?mlfb=3RG9002-0DC00&lang=en

Última modificación:

21/10/2018

AS Interface coupling module FK for 2" x 4" AS-i cable



Figure similar

General technical data		
Type of device		accessories digital I/O modules for operation in the field, IP67 - user modules
Design of the product		FK coupling module, standard version, for 2 x AS-Interface cables (yellow)
operating voltage according to AS-Interface specification	V	26.5 ... 31.6
Scope of supply		1 x coupling module, 4 x shaped seals, 3 x end seals (Viton)
Connections/Terminals		
connection		insulation piercing method for AS-Interface flat cable
Connection system		insulation piercing method for AS-Interface flat cable
AS interface		
• interface		EMS
Mechanical data		
Type of mounting		for wall and standard rail mounting
Contacts Load rating max	A	2

Ambient conditions

Ambient temperature	°C	-25 ... +85
degree of protection		IP67

Certificates/approvals

General Product Approval	Declaration of Conformity	Shipping Approval
--------------------------	---------------------------	-------------------



Shipping Approval	other
-------------------	-------



[Confirmation](#)

Further information

Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)

<http://www.siemens.com/industrial-controls/catalogs>

Industry Mall (Online ordering system)

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/en/Catalog/product?mlfb=3RG9010-0AA00>

Cax online generator

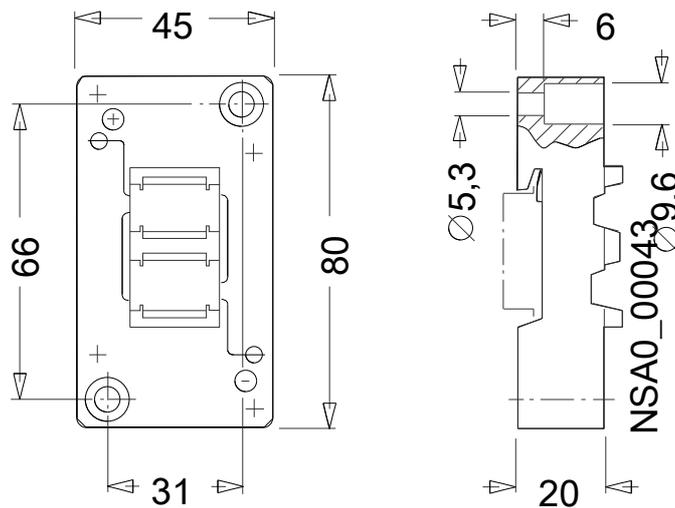
<http://support.automation.siemens.com/WW/CAXorder/default.aspx?lang=en&mlfb=3RG9010-0AA00>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3RG9010-0AA00>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, EPLAN macros, ...)

http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_de.aspx?mlfb=3RG9010-0AA00&lang=en



last modified:

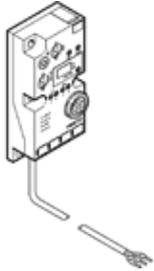
10/13/2018

Valve interface ASI-EVA-K1-2E1A-Z

Part number: 196087

FESTO

AS interface with cable for all valves up to 6 W (12 W)



Data sheet

Feature	values
CE symbol (see declaration of conformity)	according to EU-EMV guideline
Authorization	c UL us - Recognized (OL)

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X9



Safety relay for monitoring E-STOP pushbuttons, safety gates and light barriers.

Approvals

PNOZ X9	
	◆
	◆
	◆

Unit features

- ▶ Positive-guided relay outputs:
 - 7 safety contacts (N/O), instantaneous
 - 2 auxiliary contacts (N/C), instantaneous
- ▶ 2 semiconductor outputs
- ▶ Connection options for:
 - E-STOP pushbutton
 - Safety gate limit switch
 - Reset button
 - Light barriers
- ▶ LED indicator for:
 - Switch status channel 1/2
 - Supply voltage
 - Reset circuit
 - Input circuits
- ▶ Semiconductor output signals:
 - Supply voltage is present
 - Switch status channel 1/2
- ▶ See order reference for unit types

- ▶ Safety gates
- ▶ Light barriers

Safety features

The relay meets the following safety requirements:

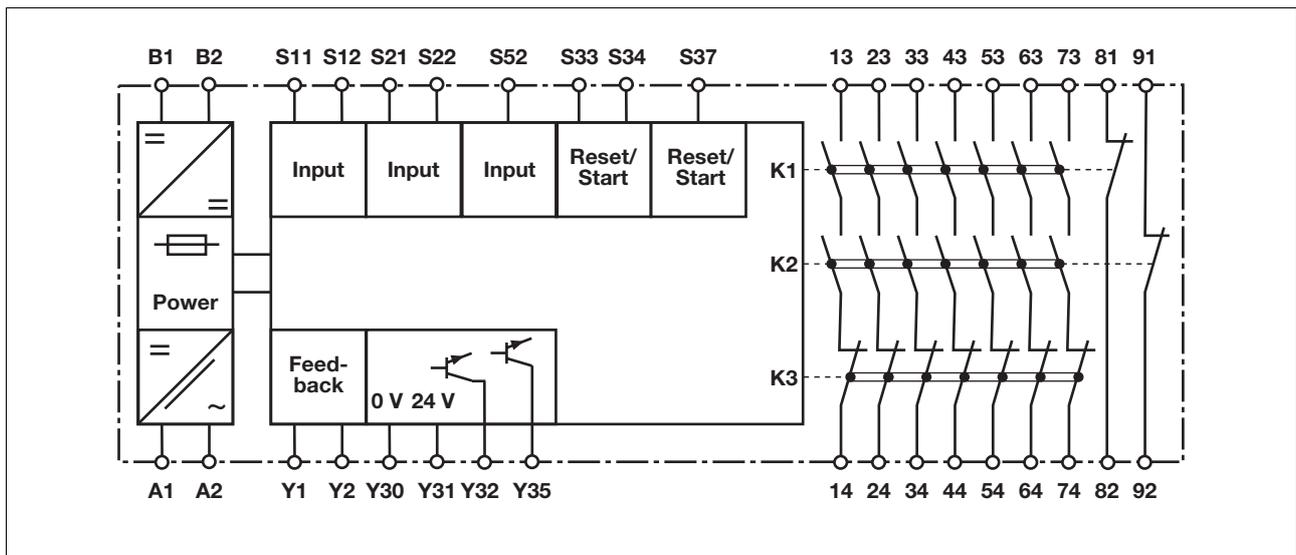
- ▶ The circuit is redundant with built-in self-monitoring.
- ▶ The safety function remains effective in the case of a component failure.
- ▶ The correct opening and closing of the safety function relays is tested automatically in each on-off cycle.
- ▶ The transformer is short circuit-proof. An electronic fuse is used on a DC supply.

Unit description

The safety relay meets the requirements of EN 60947-5-1, EN 60204-1 and VDE 0113-1 and may be used in applications with

- ▶ E-STOP pushbuttons

Block diagram

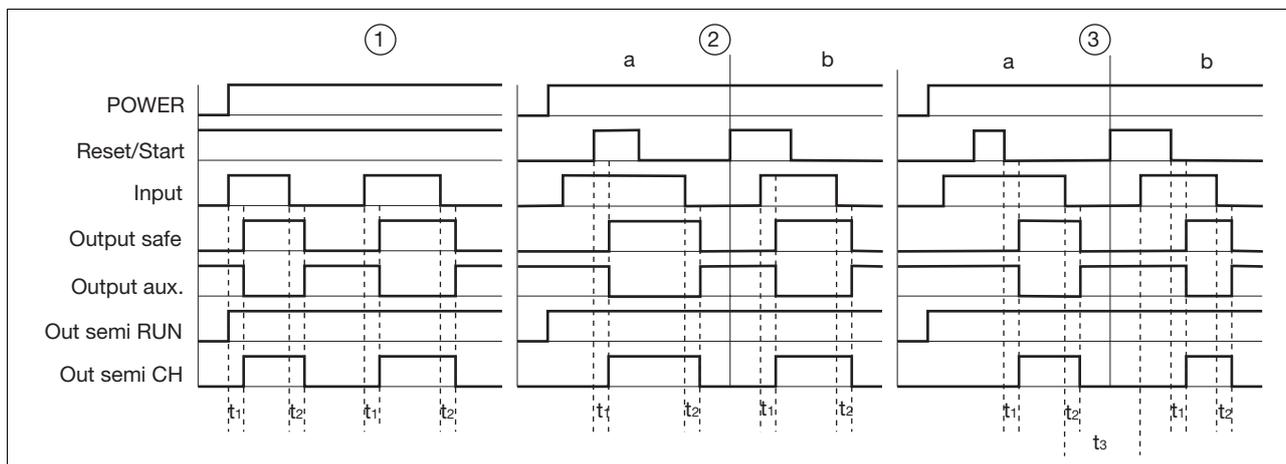


Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X9

Function description

- ▶ Single-channel operation: no redundancy in the input circuit, earth faults in the reset and input circuit are detected.
- ▶ Dual-channel operation without detection of shorts across contacts: redundant input circuit, detects
 - earth faults in the reset and input circuit,
 - short circuits in the input circuit and, with a monitored reset, in the reset circuit too.
- ▶ Dual-channel operation with detection of shorts across contacts: redundant input circuit, detects
 - earth faults in the reset and input circuit,
 - short circuits in the input circuit and, with a monitored reset, in the reset circuit too,
 - shorts between contacts in the input circuit.
- ▶ Automatic start: Unit is active once the input circuit has been closed.
- ▶ Manual reset: Unit is active once the input circuit is closed and then the reset circuit is closed.
- ▶ Monitored reset: Unit is active once
 - the input circuit is closed and then the reset circuit is closed and opened again.
 - the reset circuit is closed and then opened again once the input circuit is closed.
- ▶ Increase in the number of available contacts by connecting contact expansion modules or external contactors/relays.

Timing diagram



Key

- ▶ Power: Supply voltage
- ▶ Reset/start: Reset circuit S33-S34
- ▶ Input: Input circuits S11-S12, S21-S22, S52
- ▶ Output safe: Safety contacts 13-14, 23-24, 33-34, 43-44, 53-54, 63-64, 73-74
- ▶ Output aux.: Auxiliary contacts 81-82, 91-92
- ▶ Out semi RUN: Semiconductor output supply voltage Y35
- ▶ Out semi CH: Semiconductor output switch status Y32
- ▶ ①: Automatic reset
- ▶ ②: Manual reset
- ▶ ③: Monitored reset
- ▶ a: Input circuit closes before reset circuit
- ▶ b: Reset circuit closes before input circuit
- ▶ t₁: Switch-on delay
- ▶ t₂: Delay-on de-energisation
- ▶ t₃: Recovery time

Wiring

Please note:

- ▶ Information given in the “Technical details” must be followed.
- ▶ Outputs 13-14, 23-24, 33-34, 43-44, 53-54, 63-64, 73-74 are safety contacts, outputs 81-82, 91-92 are auxiliary contacts (e.g. for display).
- ▶ To prevent contact welding, a fuse should be connected before the output contacts (see technical details).
- ▶ Calculation of the max. cabling runs I_{max} in the input circuit:

$$I_{max} = \frac{R_{lmax}}{R_l / km}$$

R_{lmax} = max. overall cable resistance (see technical details)
 R_l / km = cable resistance/km
- ▶ Use copper wire that can withstand 60/75 °C.
- ▶ Sufficient fuse protection must be provided on all output contacts with capacitive and inductive loads.

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X9

Preparing for operation

► Supply voltage

Supply voltage	AC	DC

► Input circuit

Input circuit	Single-channel	Dual-channel
E-STOP without detection of shorts across contacts		
E-STOP with detection of shorts across contacts		
Safety gate without detection of shorts across contacts		
Safety gate with detection of shorts across contacts		
Light barrier with detection of shorts across contacts via ESPE		

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X9

▶ Reset circuit

Reset circuit	E-STOP/safety gate wiring (single and dual-channel, without shorts across contacts)	E-STOP/safety gate wiring (dual-channel, with shorts across contacts)
Automatic reset		
Manual reset		
Monitored reset		

▶ Feedback loop

Feedback loop	
Contacts from external contactors	

▶ Semiconductor output

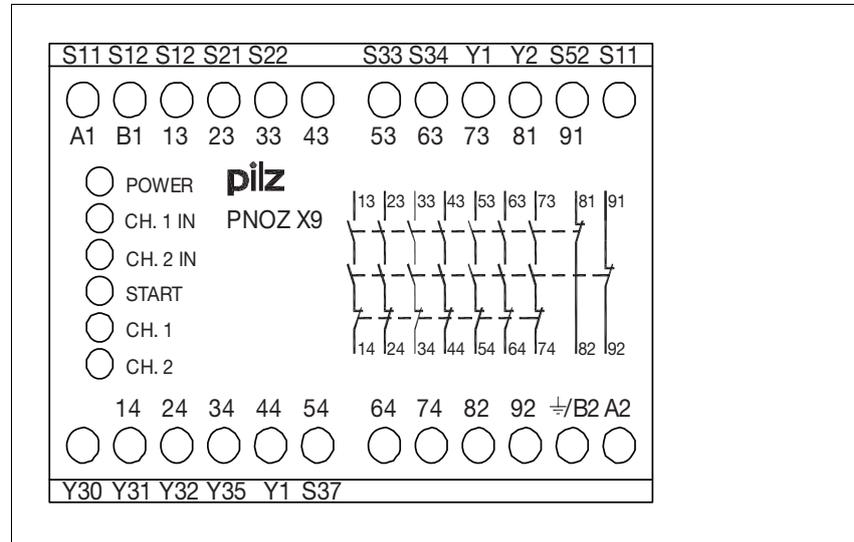
--

▶ Key

S1/S2	E-STOP/safety gate switch
S3	Reset button
	Switch operated
	Gate open
	Gate closed

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X9

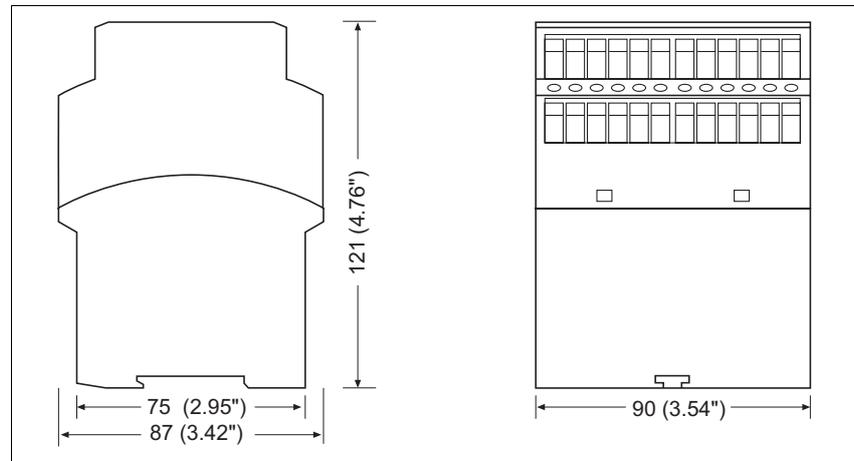
Terminal configuration



Installation

- ▶ The safety relay should be installed in a control cabinet with a protection type of at least IP54.
- ▶ Use the notch on the rear of the unit to attach it to a DIN rail.
- ▶ Ensure the unit is mounted securely on a vertical DIN rail (35 mm) by using a fixing element (e.g. retaining bracket or an end angle).

Dimensions

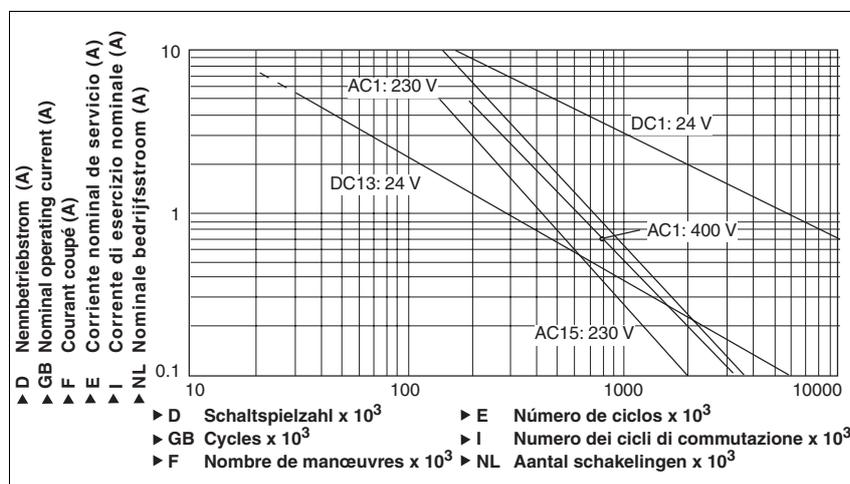


Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X9

Notice

This data sheet is only intended for use during configuration. For installation and operation, please refer to the operating instructions supplied with the unit.

Service life graph



Technical details

Electrical data

Supply voltage	
Supply voltage U _B AC	24 V, 42 V, 100 - 120 V, 200 - 230 V
Supply voltage U _B DC	24 V
Voltage tolerance	-15 %/+10 %
Power consumption at U _B AC	11.0 VA
Power consumption at U _B DC	5.5 W
Frequency range AC	50 - 60 Hz
Residual ripple DC	160 %
Voltage and current at	
Input circuit DC: 24.0 V	50.0 mA
Reset circuit DC: 24.0 V	100.0 mA
Feedback loop DC: 24.0 V	100.0 mA
Number of output contacts	
Safety contacts (S) instantaneous:	7
Auxiliary contacts (N/C):	2
Utilisation category in accordance with EN 60947-4-1	
Safety contacts: AC1 at 240 V	I _{min} : 0.01 A , I _{max} : 8.0 A P _{max} : 2000 VA
Safety contacts: AC1 at 400 V	I _{min} : 0.01 A , I _{max} : 5.00 A P _{max} : 2000 VA
Safety contacts: DC1 at 24 V	I _{min} : 0.01 A , I _{max} : 8.0 A P _{max} : 200 W
Auxiliary contacts: AC1 at 240 V	I _{min} : 0.01 A , I _{max} : 8.0 A P _{max} : 2000 VA
Auxiliary contacts: DC1 at 24 V	I _{min} : 0.01 A , I _{max} : 8.0 A P _{max} : 200 W
Utilisation category in accordance with EN 60947-5-1	
Safety contacts: AC15 at 230 V	I _{max} : 5.0 A
Safety contacts: DC13 at 24 V (6 cycles/min)	I _{max} : 7.0 A
Auxiliary contacts: AC15 at 230 V	I _{max} : 5.0 A
Auxiliary contacts: DC13 at 24 V (6 cycles/min)	I _{max} : 7.0 A
Contact material	AgSnO₂ + 0.2 µm Au

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X9

Electrical data	
External contact fuse protection ($I_K = 1 \text{ kA}$) to EN 60947-5-1	
Blow-out fuse, quick	
Safety contacts:	10 A
Auxiliary contacts:	10 A
Blow-out fuse, slow	
Safety contacts:	6 A
Auxiliary contacts:	6 A
Circuit breaker 24 VAC/DC, characteristic B/C	
Safety contacts:	6 A
Auxiliary contacts:	6 A
Semiconductor outputs (short circuit proof)	24.0 V DC, 20 mA
External supply voltage	24.0 V DC
Voltage tolerance	-20 %/+20 %
Max. overall cable resistance R_{lmax} input circuits, reset circuits	
single-channel at U_B DC	45 Ohm
single-channel at U_B AC	45 Ohm
dual-channel without detect. of shorts across contacts at U_B DC	90 Ohm
dual-channel without detect. of shorts across contacts at U_B AC	90 Ohm
dual-channel with detect. of shorts across contacts at U_B DC	15 Ohm
dual-channel with detect. of shorts across contacts at U_B AC	15 Ohm
Safety-related characteristic data	
PL in accordance with EN ISO 13849-1	PL e (Cat. 4)
Category in accordance with EN 954-1	Cat. 4
SIL CL in accordance with EN IEC 62061	SIL CL 3
PFH in accordance with EN IEC 62061	2.31E-09
SIL in accordance with IEC 61511	SIL 3
PFD in accordance with IEC 61511	2.03E-06
t_M in years	20
Times	
Switch-on delay	
with automatic reset typ.	200 ms
with automatic reset max.	250 ms
with automatic reset after power on typ.	220 ms
with automatic reset after power on max.	300 ms
with manual reset typ.	200 ms
with manual reset max.	250 ms
on monitored reset with rising edge typ.	150 ms
on monitored reset with rising edge max.	220 ms
Delay-on de-energisation	
with E-STOP typ.	20 ms
with E-STOP max.	30 ms
with power failure typ.	170 ms
with power failure max.	250 ms
Recovery time at max. switching frequency 1/s	
after E-STOP	50 ms
after power failure	300 ms
Min. start pulse duration with a monitored reset	
with rising edge	50 ms
Simultaneity, channel 1 and 2	150 ms
Supply interruption before de-energisation	35 ms
Environmental data	
EMC	EN 60947-5-1, EN 61000-6-2
Vibration to EN 60068-2-6	
Frequency	10 - 55 Hz
Amplitude	0.35 mm
Climatic suitability	EN 60068-2-78

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X9

Environmental data	
Airgap creepage in accordance with EN 60947-1	
Pollution degree	2
Overvoltage category	III
Rated insulation voltage	250 V
Rated impulse withstand voltage	4.0 kV
Ambient temperature	-10 - 55 °C
Storage temperature	-40 - 85 °C
Protection type	
Mounting (e.g. cabinet)	IP54
Housing	IP40
Terminals	IP20
Mechanical data	
Housing material	
Housing	PPO UL 94 V0
Front	ABS UL 94 V0
Cross section of external conductors with screw terminals	
1 core flexible	0.20 - 4.00 mm ² , 24 - 10 AWG
2 core, same cross section, flexible:	
with crimp connectors, without insulating sleeve	0.20 - 2.50 mm ² , 24 - 14 AWG
without crimp connectors or with TWIN crimp connectors	0.20 - 2.50 mm ² , 24 - 14 AWG
Torque setting with screw terminals	0.60 Nm
Dimensions	
Height	87.0 mm
Width	90.0 mm
Depth	121.0 mm
Weight	750 g

The standards current on **06/04** apply.

Conventional thermal current		
Number of contacts	I_{th} (A) at U_B DC	I_{th} (A) at U_B AC
1	8.00 A	8.00 A
2	8.00 A	5.60 A
3	8.00 A	4.60 A
4	7.00 A	4.00 A
5	6.00 A	3.50 A
6	5.50 A	3.20 A
7	5.00 A	3.00 A

Order reference			
Type	Features	Terminals	Order no.
PNOZ X9	24 VAC/DC	Screw terminals	774 609
PNOZ X9	42 VAC 24 VDC	Screw terminals	774 601
PNOZ X9	110 - 120 VAC 24 VDC	Screw terminals	774 605
PNOZ X9	220 - 230 VAC 24 VDC	Screw terminals	774 606

AS-interface product range

The simple and systematic solution



Variety is the norm at Festo ...

... both when it comes to products with AS-interface and configuration options such as CPV and CPA valve terminals.

Simple individual configuration – to obtain a product harmonised to suit your requirements, simply enter the appropriate part number from the tables in the product configurator and then configure the valve terminal for the AS-interface according to your requirements. www.festo.com/en/engineering (Product configurator)

For further product information, see AS-interface Info brochure (Info 220).

The standard – AS-interface ...

... has, for economical reasons, become the accepted standard solution for the networking of sensors and actuators in numerous applications. Three major reasons for this are:

- Speed as well as reduced installation, system and maintenance costs and yet high availability
- Optimally suitable for the safe transmission of small data sets under demanding industrial conditions
- Electrical installation via a single cable as opposed to numerous cables which saves time and money and minimises conventional fault finding.

AS-interface – the solution within your machine. Suitable for upward networking via gateway – entirely to your choice.

AS-interface is simple

- One cable for data and power
- Free choice of topology
- Shaped cable to eliminate polarity reversal

AS-interface is safe

- Immune to interference
- Unscreened installation
- Safety at Work up to SIL3 (EN 60204-1) and Category 4 (EN 954-1)

AS-interface is clearly configured

- 31 or 62 slaves per master
- Compact slaves 4I4O
- Automatic addressing if replaced

AS-interface is open to all

- Vendor-independent
- Standardised to EN 50 295 and IEC 62062-2
- Converter and gateways to all fieldbus systems and Ethernet

AS-interface is innovative

- Specification 3.0 since October 2004
- Profile for quick and easy analogue value transmission
- Profile for diagnostics, text displays and FDT

AS-interface is economical

- Reduce installation costs by up to 40%
- Eliminate downtime thanks to diagnostics and condition monitoring
- Technically practical and economical addition to fieldbuses or Industrial Ethernet

AS-interface is ideal for pneumatics

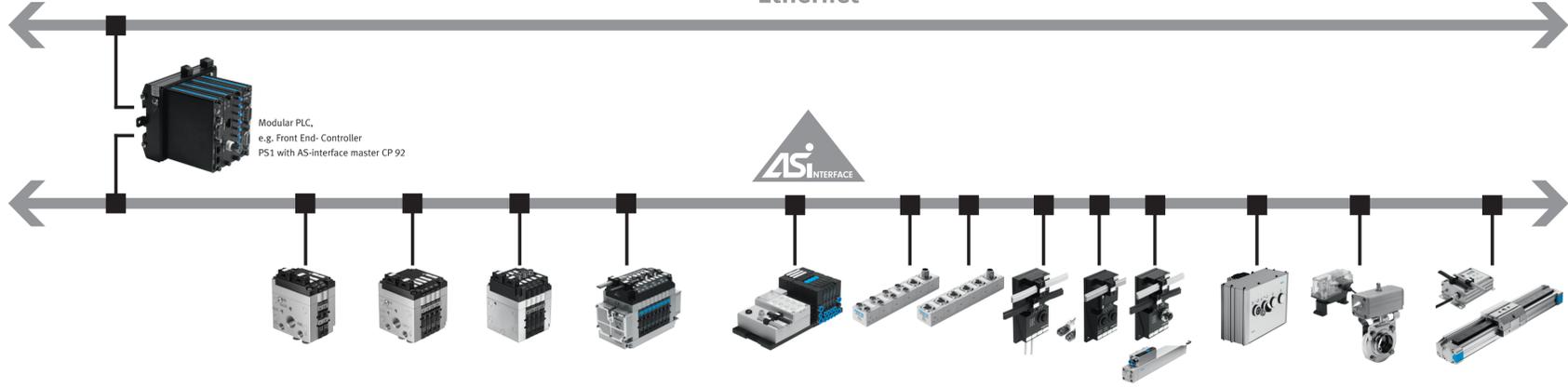
- Decentralised installation and short tubing lengths
- Results in shorter cycle times
- Saves compressed air

AS-interface – the simple and systematic solution

Festo is the driving force of innovation for AS-interface, e.g. as ...

- Founder member of the association
- Inventor of valve terminals
- First-time integration of AS-interface into valve terminals
- Integrator of latest AS-interface functions and profiles into pneumatic end position controllers and other products
- Market leader for intelligent pneumatics

Ethernet



AS-interface data

Order code/Electrical connection	AZ	AZ/AS	AE	AO	BE	AE	BE
AS-interface data							
AS-interface to Spec. 2.1/3.0 ¹⁾	■	■	■	■	■	■	■
A/B-Slave							
Peripheral fault (Bi)	■	■	■	■	■	■	■
Peripheral fault (LED)	■	■	■	■	■	■	■
Communication fault (LED)	■	■	■	■	■	■	■
Communication fault (Bi)	■	■	■	■	■	■	■
Auxiliary power „Z“ (AZ)	■	reversible	■	■	■	■	■
No „Z“ (AS)	■	■ ⁴⁾	■	■	■	■	■

Compact Performance valve terminal CPV

CPV10-VI	Part number 18200
CPV14-VI	Part number 18210
CPV18-VI	Part number 18220



Note: Part numbers of CPV and CPA valve terminals = Modular products which need to be configured in the product configurator according to your requirements. www.festo.com/en/engineering

Compact Performance valve terminal CPA

Modular sub-base CPA10-VI AE/AO	Part number 533847
CPA14-VI AE/AO	Part number 533848

ASI-I/O modules

For part numbers/types, see table below

Individual valve connection ASI-EVA

For part numbers/types, see table below

Local controller for process drives DLP-VSE

DLP-VSE-3-5/3-G-ASI
Part number 188473

Sensor box for process drives DAPZ

DAPZ-SB-I-30DC-DSAM-RO
Part number 534473

Elektronik endposition controller* Soft Stop SPC11

SPC11-POT-TLF-ASI
Part number 526907
SPC11-POT-LWG-ASI
Part number 526908
SPC11-MTS-AIF-ASI
Part number 526909
* depending on the displacement encoder. For further information, see Info brochure Soft Stop SPC11 (Info 303) or contact your sales representative.

I/O data

Outputs	AZ	AZ/AS	AE	AO	BE	AE	BE
Valve locations	4	4	4	4	3	8	6
Single/double sol. valves to be configured (switch)	2	4	4	4	3	8	6
Inputs							
Relay output CPV10	■	■	■	■	■	■	■
CPV14	■	■	■	■	■	■	■
CPV18	■	■	■	■	■	■	■
Watch dog	■	■	■	■	■	■	■
AS-interface parameter	■	■	■	■	■	■	■
AS-interface slave profile 7.4	■	■	■	■	■	■	■

Pneumatics

Nominal flow [l/min]	AZ	AZ/AS	AE	AO	BE	AE	BE
10	400	400	400	400	400	400	400
14	800	800	800	800	800	800	800
18	1600	1600 ⁴⁾	1600	1600	1600	1600	1600
Pressure range [bar]	-0,9 ... 10	-0,9 ... 10	-0,9 ... 10	-0,9 ... 10	-0,9 ... 10	-0,9 ... 10	-0,9 ... 10
Valve functions	■	■	■	■	■	■	■
5/2 single solenoid	■	■	■	■	■	■	■
5/2 double solenoid	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾
5/3E	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾
5/3B	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾
5/3G	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾	■ ³⁾
3/2 (2x 3/2) no	■	■	■	■	■	■	■
3/2 (2x 3/2) nc	■	■	■	■	■	■	■
3/2 (2x 3/2) no/nc	■	■	■	■	■	■	■
Vacuum generator	■	■	■	■	■	■	■

Connection technology and attachment

ASI-SD-FK	Flat cable socket	AZ	AZ/AS	AE	AO	BE	AE	BE
ASI-SD-FK180	Flat cable socket	■	■	■	■	■	■	■
ASI-M12 (4-pin)	Flat cable distributor M12	■	■	■	■	■	■	■
Inputs		■	■	■	■	■	■	■
Outputs		■	■	■	■	■	■	■
DIN rail (hat rail)		■	■	■	■	■	■	■
Wall mounting		■	■	■	■	■	■	■
Others		■	■	■	■	■	■	■

ASI-SD-FK180

■ 2) Not included in scope of delivery

ASI-M12 (4-pin)

■ 3) To be built via 2x 3/2-way functions

Inputs

■ 4) CPV18: only available with electrical connection „AZ“

¹⁾ Slaves as per Spec. 2.1 and 3.0 can be used in the same network ²⁾ Not included in scope of delivery ³⁾ To be built via 2x 3/2-way functions ⁴⁾ CPV18: only available with electrical connection „AZ“

Full AS-interface details from master to accessories

Description	Type	Part number
Modular SPS, Master to Spec. 2.1		
Busboard	PS1-BP50-12,5W-5SLOT	160817
AS interface module	PS1-CP92-ASI	537231
Processor	PS1-HC20-40-FST	193120
Further on request		
Combi power supply unit AS-interface 31.6 V and 24 V DC	ASI-CNT-115/230AC-B	191082
Addressing device	ASI-PRG-ADR	18959
Addressing cable	KASI-ADR	18960
Flat cable, yellow	KASI-1,5-Y-100	18940
Flat cable, black	KASI-1,5-Z-100	18941
Cable sleeve	ASI-KT-FK	165593
Flat cable socket	ASI-SD-FK	18785
Flat cable socket, repositioned by 180°	ASI-SD-FK180	196089
Flat cable distributor, cable parallel	ASI-KVT-FK	18786
Cable distributor, cable symmetrical	ASI-KVT-FK-S	18797

Description	Type	Part number
Flat cable distributor yellow/black on 2x M12	ASI-KVT-FKX2-M12	527474
Cable socket	ASI-SD-FK-M12	18788
Cable socket	ASI-SD-PG-M12	18789
Connecting cable ⁵⁾	NEBU-M12GS-F-0.2-M12G4	542129
Connecting cable ⁵⁾	KM12-M12-GSGD-1-4	185499
Connecting cable ⁵⁾	KM12-M12-GSGD-2,5	18684
Connecting cable ⁵⁾	KM12-M12-GSGD-5	18686
DUO cable	KM12-DUO-M8-GGD	18685
DUO cable	KM12-DUO-M8-GDWD	18688
DUO cable	KM12-DUO-M8-WDWD	18687
Connecting cable, for inputs, with straight plug and straight socket		
1 m long	KM8-M8-GSGD-1	175489
2,5 m long	KM8-M8-GSGD-2,5	165610
5 m long	KM8-M8-GSGD-5	165611
Modular system for any connecting cables NEBU ⁶⁾	NEBU	539052

Description	Type	Part number
Connecting cable DNCV and ASI-EVA... (DNCV)	KM12-8GD8GS-2-PU	525617
T-adapter (M12 → 2xM12)	NEBU-M12D5-M12T5	541596
T-adapter (M12 → 2xM8)	NEBU-M8D3-M12T5	541597
Sensor plug (M12 5-pin)	SEA-M12-5GS-PG7	175487
Sensor plug (M12 4-pin)	SEA-GS-7	18666
Sensor plug (M12 4-pin)	SEA-GS-PG9	18778
Sensor plug (M12 4-pin)	SEA-4GS-7-2,5	192008
Sensor plug (angled)	SEA-M12-4WD-PG7	185498
Sensor plug (screw-in)	SEA-3GS-M8-S	192009
Sensor plug (solderable)	SEA-3GS-M8	18696
Sensor plug (Harax)	SEA-GS-HAR-4POL	525928
Sensor plug (25-pin)	SD-SUB-D-ST25	527522
Sensor plug (fur 2 Kabel, 5-pin)	SEA-5GS-11-DUO	192010
Sensor plug (fur 2 Kabel, 4-pin)	S-5GS-11-DUO	18779

⁵⁾ Also suitable for ASI-M12 bus connection
⁶⁾ Define your own connecting cable. Select M8 (3- or 4-pin) or M12 (4- or 5-pin) at each end as required and specify the desired cable length and quality – Festo delivers customised cables. www.festo.com/en/engineering (Product configurator)

ASI-EVA and ASI-I/O modules

Description	Type	Part number
AS-interface for 1 valve with F-coil	ASI-EVA-MF-2E1A-Z	196081
AS-interface for 2 valves with F-coil	ASI-EVA-MF-2E2A-Z	196082
AS-interface for 2 valves with F-coil	ASI-4DI2DO-2xMF-Z	542126
AS-interface for 1 valve CPE10/14-M1BH	ASI-EVA-MZB9-2E1A-Z	196083
AS-interface for 2 valves CPE10/14-M1BH	ASI-EVA-MZB9-2E2A-Z	196084
AS-interface for 2 valves CPE10/14-M1BH	ASI-4DI2DO-2xMZB9-Z	542128
AS-interface for 1 valve with EB-coil	ASI-EVA-MEB-2E1A-Z	196085
AS-interface for 2 valves with EB-coil	ASI-EVA-MEB-2E2A-Z	196086
AS-interface for 2 valves with EB-coil	ASI-4DI2DO-2xMEB-Z	542127
AS-interface with cable for any valves up to 6 W (12 W)	ASI-EVA-K1-2E1A-Z	196087
AS-interface with cable for any valves up to 6 W (12 W)	ASI-EVA-K1-2E2A-Z	196088
AS-interface for 4 sensor inputs	ASI-EVA-4E-M12-SPOL	197069
AS-interface for cylinder valve combination DNCV	ASI-EVA-2E2A-M12-8POL-Z	197070
AS-interface module with 8 inputs	ASI-8DI-M8-3POL	542124
AS-interface module with 4 in- and 3 outputs for any valves up to 24 W (48 W)	ASI-4DI3DO-M12x2-5POL-Z	542125

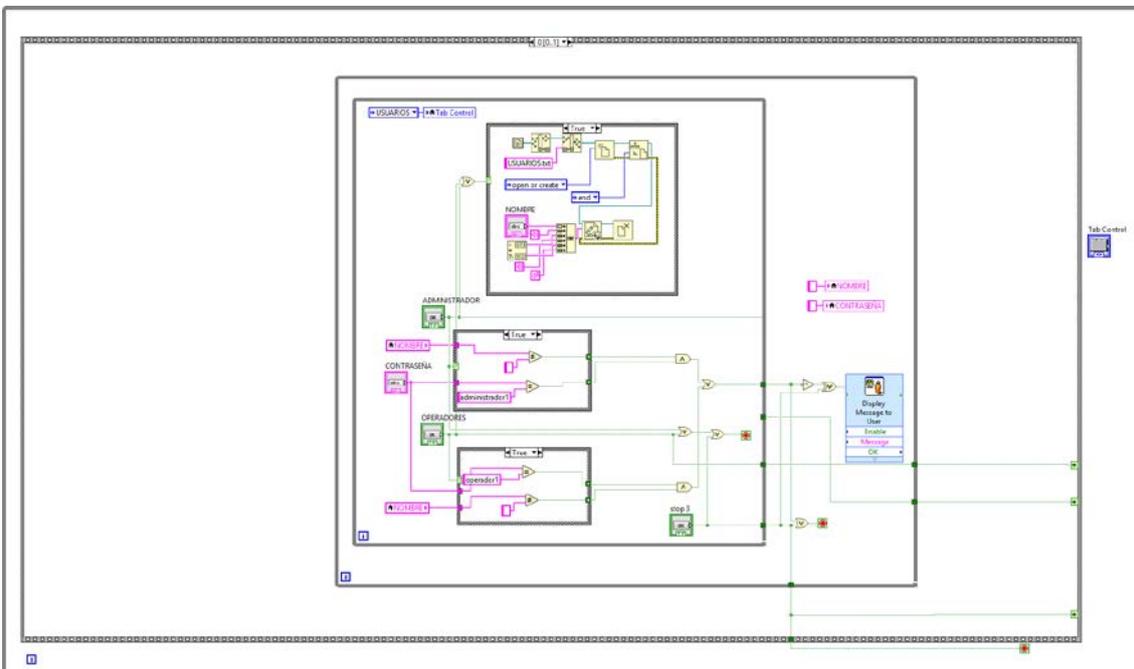
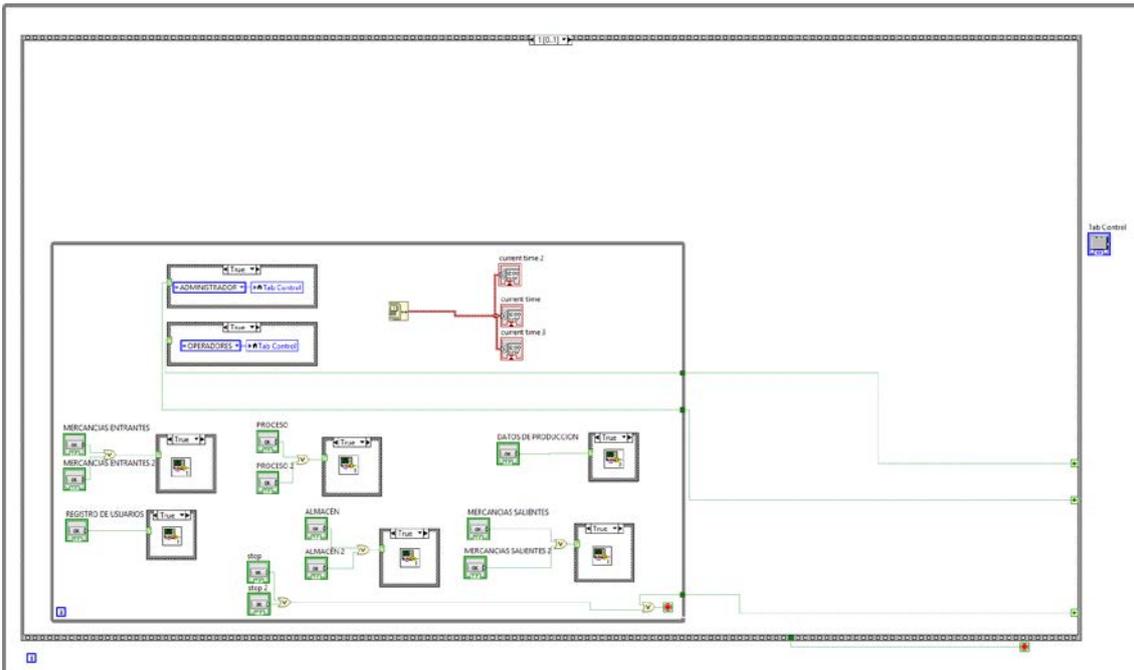
MF: Pin allocations to DIN EN 175301, design B, industry standard
MEB: Pin allocations to DIN EN 175301, design C
(M2B: Festo-specific, no standard design)

Festo AG & Co. KG

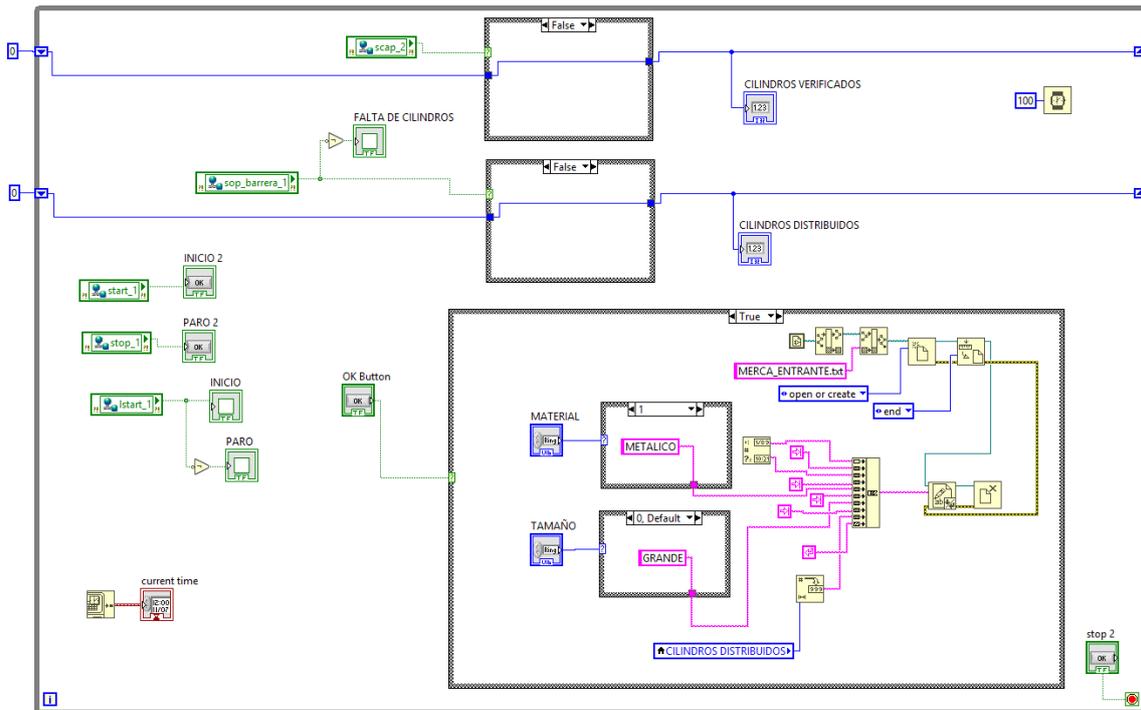
P.O. Box
73726 Esslingen
Germany
Phone +49/711/347-0
Fax +49/711/347-21 44
service_international@festo.com
www.festo.com

Anexo 6

Pantalla control de usuarios



Pantalla procesos



Anexo 7

Resultados obtenidos

USUARIO	FECHA	HORA	CILINDROS DISTRIBUIDO S	CILINDROS MANIPULADO S	CILINDROS VERIFICADO S	CILINDROS MAQUINADO S	CILINDROS ALMACENADO S	CILINDROS MANIPULADO S	CILINDROS CLASIFICADO S	MATERIA L	TAMAÑO	TIPO DE MAQUINADO	COLO R
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:01:2 0	1	0	0	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:01:5 0	2	1	0	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:02:2 0	3	2	1	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:02:5 0	4	3	2	1	0	0	0	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:03:2 0	5	4	3	2	1	0	0	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:03:5 0	6	5	4	3	2	1	0	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:04:2 0	7	6	5	4	3	2	1	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:04:5 0	8	7	6	5	4	3	2	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:05:2 0	9	8	7	6	3	4	3	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:05:5 0	10	9	8	7	2	5	4	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:06:2 0	11	10	9	8	1	6	5	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:06:5 0	12	11	10	9	2	7	6	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:07:2 0	13	12	11	10	3	8	7	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:07:5 0	14	13	12	11	4	9	8	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:08:2 0	15	14	13	12	3	10	9	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:08:5 0	16	15	14	13	2	11	10	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:09:2 0	17	16	15	14	1	12	11	NA	NA	NA	NA

DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:09:5 0	18	17	16	15	2	13	12	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:10:2 0	19	18	17	16	3	14	13	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:10:5 0	20	19	18	17	4	15	14	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:11:2 0	21	20	19	18	3	16	15	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:11:5 0	22	21	20	19	2	17	16	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:12:2 0	23	22	21	20	1	18	17	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:12:5 0	24	23	22	21	2	19	18	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:13:2 0	25	24	23	22	3	20	19	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:13:5 0	26	25	24	23	4	21	20	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:14:2 0	27	26	25	24	3	22	21	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:14:5 0	28	27	26	25	2	23	22	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:15:2 0	29	28	27	26	1	24	23	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:15:5 0	30	29	28	27	2	25	24	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:16:2 0	31	30	29	28	3	26	25	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:16:5 0	32	31	30	29	4	27	26	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:17:2 0	33	32	31	30	3	28	27	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:17:5 0	34	33	32	31	2	29	28	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:18:2 0	35	34	33	32	1	30	29	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:18:5 0	36	35	34	33	2	31	30	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:19:2 0	37	36	35	34	3	32	31	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:19:5 0	38	37	36	35	4	33	32	NA	NA	NA	NA

DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:20:2 0	39	38	37	36	3	34	33	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:20:5 0	40	39	38	37	2	35	34	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:21:2 0	41	40	39	38	1	36	35	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:21:5 0	42	41	40	39	2	37	36	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:22:2 0	43	42	41	40	3	38	37	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:22:5 0	44	43	42	41	4	39	38	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:23:2 0	45	44	43	42	3	40	39	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:23:5 0	46	45	44	43	2	41	40	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:24:2 0	47	46	45	44	1	42	41	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:24:5 0	48	47	46	45	2	43	42	NA	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	13/10/201 8	15:25:2 0	49	48	47	46	3	44	43	NA	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:15:1 0	1	0	0	0	0	0	0	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:15:4 0	2	1	0	0	0	0	0	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:16:1 0	3	2	1	0	0	0	0	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:16:4 0	4	3	2	1	0	0	0	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:17:1 0	5	4	3	2	1	0	0	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:17:4 0	6	5	4	3	2	1	0	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:18:1 0	7	6	5	4	3	2	1	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:18:4 0	8	7	6	5	4	3	2	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:19:1 0	9	8	7	6	3	4	3	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:19:4 0	10	9	8	7	2	5	4	PLASTICO	NA	NA	NA

DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:20:1 0	11	10	9	8	1	6	5	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:20:4 0	12	11	10	9	2	7	6	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:21:1 0	13	12	11	10	3	8	7	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:21:4 0	14	13	12	11	4	9	8	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:22:1 0	15	14	13	12	3	10	9	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:22:4 0	16	15	14	13	2	11	10	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:23:1 0	17	16	15	14	1	12	11	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:23:4 0	18	17	16	15	2	13	12	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:24:1 0	19	18	17	16	3	14	13	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:24:4 0	20	19	18	17	4	15	14	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:25:1 0	21	20	19	18	3	16	15	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:25:4 0	22	21	20	19	2	17	16	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:26:1 0	23	22	21	20	1	18	17	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:26:4 0	24	23	22	21	2	19	18	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:27:1 0	25	24	23	22	3	20	19	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:27:4 0	26	25	24	23	4	21	20	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:28:1 0	27	26	25	24	3	22	21	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:28:4 0	28	27	26	25	2	23	22	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:29:1 0	29	28	27	26	1	24	23	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:29:4 0	30	29	28	27	2	25	24	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:30:1 0	31	30	29	28	3	26	25	METALIC O	NA	NA	NA

DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:30:40	32	31	30	29	4	27	26	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:31:10	33	32	31	30	3	28	27	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:31:40	34	33	32	31	2	29	28	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:32:10	35	34	33	32	1	30	29	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:32:40	36	35	34	33	2	31	30	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:33:10	37	36	35	34	3	32	31	METALICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:33:40	38	37	36	35	4	33	32	METALICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:34:10	39	38	37	36	3	34	33	METALICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:34:40	40	39	38	37	2	35	34	METALICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:35:10	41	40	39	38	1	36	35	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:35:40	42	41	40	39	2	37	36	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:36:10	43	42	41	40	3	38	37	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:36:40	44	43	42	41	4	39	38	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:37:10	45	44	43	42	3	40	39	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:37:40	46	45	44	43	2	41	40	METALICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:38:10	47	46	45	44	1	42	41	METALICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:38:40	48	47	46	45	2	43	42	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:39:10	49	48	47	46	3	44	43	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:39:40	50	49	48	47	4	45	44	METALICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:40:10	51	50	49	48	3	46	45	METALICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/2018	10:40:40	52	51	50	49	2	47	46	PLASTICO	NA	NA	NA

DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:41:1 0	53	52	51	50	1	48	47	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:41:4 0	54	53	52	51	2	49	48	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:42:1 0	55	54	53	52	3	50	49	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:42:4 0	56	55	54	53	4	51	50	PLASTICO	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:43:1 0	57	56	55	54	3	52	51	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:43:4 0	58	57	56	55	2	53	52	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:44:1 0	59	58	57	56	1	54	53	METALIC O	NA	NA	NA
DANIEL BARZALLO	20/10/201 8	10:44:4 0	60	59	58	57	2	55	54	METALIC O	NA	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:15:1 0	1	0	0	0	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:15:4 0	2	1	0	0	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:16:1 0	3	2	1	0	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:16:4 0	4	3	2	1	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:17:1 0	5	4	3	2	1	0	0	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:17:4 0	6	5	4	3	2	1	0	METALIC O	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:18:1 0	7	6	5	4	3	2	1	METALIC O	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:18:4 0	8	7	6	5	4	3	2	METALIC O	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:19:1 0	9	8	7	6	3	4	3	METALIC O	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:19:4 0	10	9	8	7	2	5	4	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:20:1 0	11	10	9	8	1	6	5	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:20:4 0	12	11	10	9	2	7	6	PLASTICO	PEQUEÑ O	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:21:1 0	13	12	11	10	3	8	7	PLASTICO	PEQUEÑ O	NA	NA

DAVID BASANTES	3/11/2018	10:21:4 0	14	13	12	11	4	9	8	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:22:1 0	15	14	13	12	3	10	9	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:22:4 0	16	15	14	13	2	11	10	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:23:1 0	17	16	15	14	1	12	11	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:23:4 0	18	17	16	15	2	13	12	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:24:1 0	19	18	17	16	3	14	13	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:24:4 0	20	19	18	17	4	15	14	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:25:1 0	21	20	19	18	3	16	15	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:25:4 0	22	21	20	19	2	17	16	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:26:1 0	23	22	21	20	1	18	17	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:26:4 0	24	23	22	21	2	19	18	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:27:1 0	25	24	23	22	3	20	19	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:27:4 0	26	25	24	23	4	21	20	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:28:1 0	27	26	25	24	3	22	21	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:28:4 0	28	27	26	25	2	23	22	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:29:1 0	29	28	27	26	1	24	23	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:29:4 0	30	29	28	27	2	25	24	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:30:1 0	31	30	29	28	3	26	25	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:30:4 0	32	31	30	29	4	27	26	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:31:1 0	33	32	31	30	3	28	27	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:31:4 0	34	33	32	31	2	29	28	PLASTICO	GRANDE	NA	NA

DAVID BASANTES	3/11/2018	10:32:1 0	35	34	33	32	1	30	29	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:32:4 0	36	35	34	33	2	31	30	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:33:1 0	37	36	35	34	3	32	31	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:33:4 0	38	37	36	35	4	33	32	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:34:1 0	39	38	37	36	3	34	33	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:34:4 0	40	39	38	37	2	35	34	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:35:1 0	41	40	39	38	1	36	35	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:35:4 0	42	41	40	39	2	37	36	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:36:1 0	43	42	41	40	3	38	37	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:36:4 0	44	43	42	41	4	39	38	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:37:1 0	45	44	43	42	3	40	39	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:37:4 0	46	45	44	43	2	41	40	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:38:1 0	47	46	45	44	1	42	41	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:38:4 0	48	47	46	45	2	43	42	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:39:1 0	49	48	47	46	3	44	43	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:39:4 0	50	49	48	47	4	45	44	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:40:1 0	51	50	49	48	3	46	45	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:40:4 0	52	51	50	49	2	47	46	PLASTICO	PEQUEÑO	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:41:1 0	53	52	51	50	1	48	47	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:41:4 0	54	53	52	51	2	49	48	METALICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:42:1 0	55	54	53	52	3	50	49	METALICO	GRANDE	NA	NA

DAVID BASANTES	3/11/2018	10:42:4 0	56	55	54	53	4	51	50	PLASTICO	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:43:1 0	57	56	55	54	3	52	51	METALIC O	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:43:4 0	58	57	56	55	2	53	52	METALIC O	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:44:1 0	59	58	57	56	1	54	53	METALIC O	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	3/11/2018	10:44:4 0	60	59	58	57	2	55	54	METALIC O	GRANDE	NA	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:30:1 5	1	0	0	0	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:30:4 5	2	1	0	0	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:31:1 5	3	2	1	0	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:31:4 5	4	3	2	1	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:32:1 5	5	4	3	2	1	0	0	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:32:4 5	6	5	4	3	2	1	0	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:33:1 5	7	6	5	4	3	2	1	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:33:4 5	8	7	6	5	4	3	2	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:34:1 5	9	8	7	6	3	4	3	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:34:4 5	10	9	8	7	2	5	4	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:35:1 5	11	10	9	8	1	6	5	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:35:4 5	12	11	10	9	2	7	6	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:36:1 5	13	12	11	10	3	8	7	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:36:4 5	14	13	12	11	4	9	8	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:37:1 5	15	14	13	12	3	10	9	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:37:4 5	16	15	14	13	2	11	10	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NA

DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:38:1 5	17	16	15	14	1	12	11	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:38:4 5	18	17	16	15	2	13	12	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:39:1 5	19	18	17	16	3	14	13	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:39:4 5	20	19	18	17	4	15	14	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:40:1 5	21	20	19	18	3	16	15	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:40:4 5	22	21	20	19	2	17	16	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:41:1 5	23	22	21	20	1	18	17	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:41:4 5	24	23	22	21	2	19	18	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:42:1 5	25	24	23	22	3	20	19	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:42:4 5	26	25	24	23	4	21	20	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:43:1 5	27	26	25	24	3	22	21	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:43:4 5	28	27	26	25	2	23	22	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:44:1 5	29	28	27	26	1	24	23	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:44:4 5	30	29	28	27	2	25	24	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:45:1 5	31	30	29	28	3	26	25	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:45:4 5	32	31	30	29	4	27	26	PLASTICO	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:46:1 5	33	32	31	30	3	28	27	PLASTICO	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:46:4 5	34	33	32	31	2	29	28	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:47:1 5	35	34	33	32	1	30	29	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:47:4 5	36	35	34	33	2	31	30	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:48:1 5	37	36	35	34	3	32	31	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA

DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:48:4 5	38	37	36	35	4	33	32	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:49:1 5	39	38	37	36	3	34	33	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:49:4 5	40	39	38	37	2	35	34	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:50:1 5	41	40	39	38	1	36	35	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:50:4 5	42	41	40	39	2	37	36	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:51:1 5	43	42	41	40	3	38	37	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:51:4 5	44	43	42	41	4	39	38	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:52:1 5	45	44	43	42	3	40	39	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:52:4 5	46	45	44	43	2	41	40	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:53:1 5	47	46	45	44	1	42	41	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:53:4 5	48	47	46	45	2	43	42	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:54:1 5	49	48	47	46	3	44	43	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:54:4 5	50	49	48	47	4	45	44	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:55:1 5	51	50	49	48	3	46	45	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:55:4 5	52	51	50	49	2	47	46	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:56:1 5	53	52	51	50	1	48	47	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:56:4 5	54	53	52	51	2	49	48	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:57:1 5	55	54	53	52	3	50	49	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:57:4 5	56	55	54	53	4	51	50	PLASTICO	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:58:1 5	57	56	55	54	3	52	51	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:58:4 5	58	57	56	55	2	53	52	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	NA

DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:59:1 5	59	58	57	56	1	54	53	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	10/11/201 8	12:59:4 5	60	59	58	57	2	55	54	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRADO	NA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:30:1 5	1	0	0	0	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:30:4 5	2	1	0	0	0	0	0	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:31:1 5	3	2	1	0	0	0	0	PLASTICO	PEQUEÑO	MARTILLADO/TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:31:4 5	4	3	2	1	0	0	0	PLASTICO	PEQUEÑO	MARTILLADO/TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:32:1 5	5	4	3	2	1	0	0	PLASTICO	PEQUEÑO	MARTILLADO/TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:32:4 5	6	5	4	3	2	1	0	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:33:1 5	7	6	5	4	3	2	1	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:33:4 5	8	7	6	5	4	3	2	PLASTICO	PEQUEÑO	MARTILLADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:34:1 5	9	8	7	6	3	4	3	PLASTICO	PEQUEÑO	MARTILLADO/TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:34:4 5	10	9	8	7	2	5	4	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:35:1 5	11	10	9	8	1	6	5	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:35:4 5	12	11	10	9	2	7	6	PLASTICO	PEQUEÑO	MARTILLADO/TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:36:1 5	13	12	11	10	3	8	7	PLASTICO	PEQUEÑO	MARTILLADO/TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:36:4 5	14	13	12	11	4	9	8	PLASTICO	PEQUEÑO	MARTILLADO/TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:37:1 5	15	14	13	12	3	10	9	PLASTICO	PEQUEÑO	MARTILLADO/TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:37:4 5	16	15	14	13	2	11	10	PLASTICO	PEQUEÑO	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:38:1 5	17	16	15	14	1	12	11	PLASTICO	PEQUEÑO	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:38:4 5	18	17	16	15	2	13	12	PLASTICO	PEQUEÑO	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:39:1 5	19	18	17	16	3	14	13	PLASTICO	PEQUEÑO	TALADRADO	NEGR O

DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:39:4 5	20	19	18	17	4	15	14	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:40:1 5	21	20	19	18	3	16	15	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:40:4 5	22	21	20	19	2	17	16	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:41:1 5	23	22	21	20	1	18	17	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:41:4 5	24	23	22	21	2	19	18	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:42:1 5	25	24	23	22	3	20	19	PLASTICO O	PEQUEÑ O	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:42:4 5	26	25	24	23	4	21	20	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:43:1 5	27	26	25	24	3	22	21	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:43:4 5	28	27	26	25	2	23	22	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:44:1 5	29	28	27	26	1	24	23	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:44:4 5	30	29	28	27	2	25	24	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:45:1 5	31	30	29	28	3	26	25	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:45:4 5	32	31	30	29	4	27	26	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:46:1 5	33	32	31	30	3	28	27	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:46:4 5	34	33	32	31	2	29	28	PLASTICO O	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:47:1 5	35	34	33	32	1	30	29	PLASTICO O	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:47:4 5	36	35	34	33	2	31	30	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:48:1 5	37	36	35	34	3	32	31	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:48:4 5	38	37	36	35	4	33	32	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:49:1 5	39	38	37	36	3	34	33	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:49:4 5	40	39	38	37	2	35	34	PLASTICO O	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NEGR O

DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:50:1 5	41	40	39	38	1	36	35	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:50:4 5	42	41	40	39	2	37	36	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:51:1 5	43	42	41	40	3	38	37	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:51:4 5	44	43	42	41	4	39	38	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:52:1 5	45	44	43	42	3	40	39	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:52:4 5	46	45	44	43	2	41	40	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:53:1 5	47	46	45	44	1	42	41	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:53:4 5	48	47	46	45	2	43	42	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:54:1 5	49	48	47	46	3	44	43	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:54:4 5	50	49	48	47	4	45	44	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:55:1 5	51	50	49	48	3	46	45	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:55:4 5	52	51	50	49	2	47	46	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:56:1 5	53	52	51	50	1	48	47	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:56:4 5	54	53	52	51	2	49	48	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:57:1 5	55	54	53	52	3	50	49	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:57:4 5	56	55	54	53	4	51	50	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:58:1 5	57	56	55	54	3	52	51	PLASTICO	GRANDE	TALADRADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:58:4 5	58	57	56	55	2	53	52	PLASTICO	GRANDE	TALADRADO	PLATA
DAVID BASANTES	15/11/201 8	12:59:1 5	59	58	57	56	1	54	53	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	12:59:4 5	60	59	58	57	2	55	54	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:00:1 5	61	60	59	58	3	56	55	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	ROJO

DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:00:4 5	62	61	60	59	4	57	56	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:01:1 5	63	62	61	60	3	58	57	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:01:4 5	64	63	62	61	2	59	58	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:02:1 5	65	64	63	62	1	60	59	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:02:4 5	66	65	64	63	2	61	60	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:03:1 5	67	66	65	64	3	62	61	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:03:4 5	68	67	66	65	4	63	62	PLASTICO	GRANDE	TALADRADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:04:1 5	69	68	67	66	3	64	63	PLASTICO	GRANDE	TALADRADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:04:4 5	70	69	68	67	2	65	64	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:05:1 5	71	70	69	68	1	66	65	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:05:4 5	72	71	70	69	2	67	66	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:06:1 5	73	72	71	70	3	68	67	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:06:4 5	74	73	72	71	4	69	68	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:07:1 5	75	74	73	72	3	70	69	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:07:4 5	76	75	74	73	2	71	70	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:08:1 5	77	76	75	74	1	72	71	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:08:4 5	78	77	76	75	2	73	72	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:09:1 5	79	78	77	76	3	74	73	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:09:4 5	80	79	78	77	4	75	74	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:10:1 5	81	80	79	78	3	76	75	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:10:4 5	82	81	80	79	2	77	76	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NEGR O

DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:11:1 5	83	82	81	80	1	78	77	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:11:4 5	84	83	82	81	2	79	78	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:12:1 5	85	84	83	82	3	80	79	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:12:4 5	86	85	84	83	4	81	80	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:13:1 5	87	86	85	84	3	82	81	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:13:4 5	88	87	86	85	2	83	82	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:14:1 5	89	88	87	86	1	84	83	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:14:4 5	90	89	88	87	2	85	84	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:15:1 5	91	90	89	88	3	86	85	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:15:4 5	92	91	90	89	4	87	86	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:16:1 5	93	92	91	90	3	88	87	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:16:4 5	94	93	92	91	2	89	88	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:17:1 5	95	94	93	92	1	90	89	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:17:4 5	96	95	94	93	2	91	90	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:18:1 5	97	96	95	94	3	92	91	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:18:4 5	98	97	96	95	4	93	92	METALIC O	GRANDE	MARTILLADO/TALADRAD O	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:19:1 5	99	98	97	96	3	94	93	PLASTICO	GRANDE	MARTILLADO	PLATA
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:19:4 5	100	99	98	97	2	95	94	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:20:1 5	101	100	99	98	1	96	95	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:20:4 5	102	101	100	99	2	97	96	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:21:1 5	103	102	101	100	3	98	97	PLASTICO	PEQUEÑ O	TALADRADO	NEGR O

DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:21:4 5	104	103	102	101	4	99	98	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:22:1 5	105	104	103	102	3	100	99	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:22:4 5	106	105	104	103	2	101	100	METALIC O	GRANDE	TALADRADO	ROJO
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:23:1 5	107	106	105	104	1	102	101	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:23:4 5	108	107	106	105	2	103	102	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO/TALADRAD O	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:24:1 5	109	108	107	106	3	104	103	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NEGR O
DAVID BASANTES	16/11/201 8	13:24:4 5	110	109	108	107	4	105	104	PLASTICO	PEQUEÑ O	MARTILLADO	NEGR O