



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Implementación de una comunicación Profibus DP entre el PLC S7-1200 y una
periferia descentralizada para la adquisición de entradas digitales**

Reascos Escobar Kevin Alfonso

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica Mención
Instrumentación y Aviónica

Ing. Jenny Paola Calvopiña Osorio

03 de septiembre 2020



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMUNICACIÓN PROFIBUS DP ENTRE EL PLC S7-1200 Y UNA PERIFERIA DESCENTRALIZADA PARA LA ADQUISICIÓN DE ENTRADAS DIGITALES”** fue realizado por el señor **Reascos Escobar, Kevin Alfonso** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 03 de septiembre de 2020

Firma:

Ing. Calvopiña Osorio, Jenny Paola

C. C 0503390239

REPORTE DE VERIFICACIÓN

URKUND

Document Information

Analyzed document Reascos Escobar Kevin Alfonso.docx (D78633475)
 Submitted 9/5/2020 12:51:00 AM
 Submitted by
 Submitter email kareascos@espe.edu.ec
 Similarity 4%
 Analysis address jpcalvopina1.espe@analysis.arkund.com


 Ing. Jeffry Paola Calvopiña Osorio
 C.C.: 0503390239

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / URKUM.docx Document URKUM.docx (D54144087) Submitted by: oskarinws@hotmail.com Receiver: jpcalvopina1.espe@analysis.arkund.com	 3
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/234580379.pdf Fetched: 7/24/2020 11:57:32 AM	 6
W	URL: https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc/s7-1... Fetched: 9/5/2020 12:52:00 AM	 2
SA	TRABAJO DE TITULACION (ALBAN Y PAGUAY).pdf Document TRABAJO DE TITULACION (ALBAN Y PAGUAY).pdf (D24976424)	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / PEÑAQUISHPE MORAN ANDERSON DAVID.docx Document PEÑAQUISHPE MORAN ANDERSON DAVID.docx (D54572778) Submitted by: adpenaquishpe@espe.edu.ec Receiver: igviera.espe@analysis.arkund.com	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / ACOSTA URKUND.docx Document ACOSTA URKUND.docx (D78450855) Submitted by: lgacosta1@espe.edu.ec Receiver: cpchuchico.espe@analysis.arkund.com	 1
SA	tesis-diego Favian.docx Document tesis-diego Favian.docx (D29559273)	 1
SA	TRABAJO DE TITULACION (ALBAN Y PAGUAY).docx Document TRABAJO DE TITULACION (ALBAN Y PAGUAY).docx (D24940159)	 2
W	URL: https://docplayer.es/19399395-Publicado-en-la-tutoria-virtual-de-a-javier-barragan... Fetched: 7/14/2020 4:57:38 PM	 1
W	URL: https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/7371/tfm-dar-dis.pdf?sequ... Fetched: 7/25/2020 2:22:00 AM	 1
SA	TESIS DISEÑO CONTROL COCINAS PESCADO.docx Document TESIS DISEÑO CONTROL COCINAS PESCADO.docx (D75401438)	 1



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Reascos Escobar, Kevin Alfonso**, con cédula/cedulas de ciudadanía n°1718607649, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMUNICACIÓN PROFIBUS DP ENTRE EL PLC S7-1200 Y UNA PERIFERIA DESCENTRALIZADA PARA LA ADQUISICIÓN DE ENTRADAS DIGITALES**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 03 de septiembre del 2020

Firma

Reascos Escobar, Kevin Alfonso

C.C.: 1718607649



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Reascos Escobar, Kevin Alfonso**, con cédula de ciudadanía n°1718607649, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMUNICACIÓN PROFIBUS DP ENTRE EL PLC S7-1200 Y UNA PERIFERIA DESCENTRALIZADA PARA LA ADQUISICIÓN DE ENTRADAS DIGITALES**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 03 de septiembre de 2020

Firma

Reascos Escobar, Kevin Alfonso

C.C.: 1718607649

DEDICATORIA

El siguiente trabajo es dedicado a toda mi familia a mis padres, a mi hermano por sus sacrificios y esfuerzos y el apoyo incondicional que me dieron en el transcurso de la carrera, me han ayudado a forjar mi carácter y me inculcaron desde niño lo importante que es el estudio y luchar por los sueños.

A mi abuelita y a mi tía que siempre estuvieron dándome consejos para hacer un hombre de bien y excelente profesional, a mi primo que aunque no esté físicamente con nosotros sé que desde el cielo me cuida y me apoya en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Estoy muy agradecido con Dios por haberme bendecido en todo momento y llenarme de fortaleza ante cualquier percance y por permitirme vivir y disfrutar cada día.

Agradezco a toda mi familia que me ayudaron a lograr alcanzar esta meta, brindándome todo su apoyo incondicional para poder seguir cada día adelante hasta lograr con el objetivo. A mis padres ya que son un pilar importante para mi enseñándome buenos valores y principios.

Gracias a todas las personas que hicieron posible la realización esta tesis, como los docentes de la universidad que siempre estuvieron apoyándome, corrigiéndome y guiándome para hacerlo de la mejor manera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	1
CERTIFICACIÓN	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS	8
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE FIGURAS	14
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
1. Antecedentes	19
1.1 Planteamiento del problema	20
1.2 Justificación.....	20
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo General	21
1.3.2 Objetivos Específicos	21
1.4 Alcance	21
2. Controladores Lógicos Programables-PLC	22
2.1 Introducción.....	22

2.1.2 Ventajas del PLC	23
2.1.3 Desventajas del PLC.....	24
2.2 Funciones Básicas del PLC.....	24
2.3 Campos de Aplicación.....	25
2.3.1 Ejemplo de aplicaciones generales	25
2.4 Programación	25
2.5 Estructura básica del PLC	26
2.5.1 Fuente de alimentación:.....	26
2.5.2 CPU:	26
2.5.3 Módulo de entradas y salida:	27
2.5.4 Módulo de memorias:.....	27
2.5.6 Unidad de programación:	27
2.5.7 Interfaces:	27
2.6 Tipos de PLC.....	27
2.6.1 Modular:.....	28
2.6.2 Panel operador:	28
2.6.3 Ordenador industrial:.....	28
2.6.4 Ranura:	29
2.7 Controlador Lógico Programable PLC S7-1200.....	29
2.7.1 Introducción del módulo SIMATIC S7-1200	30
2.7.2 Características generales.....	30

	10
2.8 Buses de campo.....	31
2.8.1 Buses de altas prestaciones	33
2.9 Familia Profibus.....	33
2.9.1 Situación Actual	34
2.10 Profibus	34
2.10.1 Maestros y esclavos:.....	34
2.10.2 Características	35
2.10.3 Estructura lógica	36
2.10.4 Protocolo.....	36
2.10.5 Arquitectura protocolar	37
2.10.6 Perfiles Profibus	38
2.10.7 Principales características de los perfiles	39
2.11 Profibus DP:	39
2.11.1 Funciones básicas de Profibus DP	40
2.11.2 Configuración del sistema y tipos de dispositivos	41
2.11.3 Transmisión cíclica de datos entre DPM1 y DP esclavos	43
2.11.4 Funciones de marcha y transmisión	44
2.11.5 Tiempo de ciclo de bus en Profibus DP clase 1 Monomaestro	45
2.11.6 Perfiles de Profibus DP	45
2.11.7 Cable y conector para Profibus DP	46
2.12 Periferia Descentralizada.....	47

2.12.1 Ventajas de la Periferia descentralizada	48
2.12.2 Desventajas de la Periferia Descentralizada	49
2.12.3 Condiciones para utilizar la Periferia descentralizada	49
2.13 Gama de fabricantes de periferia descentralizada	49
2.13.1 Siemens:	49
2.13.2 Mitsubishi Electric	50
2.13.3 Omron.....	52
2.13.4 Allen-Bradley.....	52
2.14 Módulos de entradas-salidas Descentralizadas	53
2.14.1 Siemens ET 200M:.....	54
2.14.2 Siemens ET 200S:	54
2.14.3 Siemens ET 200X:	54
2.14.4 Siemens ET200B:	54
2.15 Sensores y actuadores del sistema de control.....	55
2.15.1 Sensores.....	56
2.15.2 Parámetros y valor de los sensores	57
2.15.3 Características de los sensores	57
2.16 Actuadores	58
2.16.1 Tipos de actuadores.....	59
2.16.2 Variable de los actuadores.....	59
2.17 Actuadores Hidráulicos.....	60

	12
2.18 Actuadores Neumáticos.....	61
2.19 Actuadores eléctricos	61
2.19.1 Tipos de actuadores eléctricos.....	61
3. Desarrollo del tema	63
3.1 Creación de la comunicación Profibus DP.....	64
3.2 Configuración del PLCSIM y Factory I/O	70
3.3 Programación del TIA PORTAL.....	72
3.3.1 Características de las cajas	73
3.4 HMI para el monitoreo de las estaciones.....	80
3.5 Prueba de funcionamiento.....	83
4. Conclusiones y recomendaciones.....	85
4.1 Conclusiones.....	85
4.2 Recomendaciones.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Funciones básicas del PLC</i>	24
Tabla 2. <i>Características relevantes de los perfiles Profibus</i>	39
Tabla 3. <i>Características Básicas de Profibus DP</i>	41
Tabla 4. <i>Dispositivos Profibus DP</i>	42
Tabla 5. <i>Velocidad de transmisión Profibus</i>	47
Tabla 6. <i>Funciones de la periferia descentralizada Mitsubishi</i>	51
Tabla 7. <i>Periferias de fabricante Siemens</i>	54
Tabla 8. <i>Tipo de sensores</i>	56
Tabla 9. <i>Características de los sensores</i>	57
Tabla 10. <i>Variables de los actuadores</i>	60
Tabla 11. <i>Tipos de actuadores eléctricos</i>	62
Tabla 12. <i>Tipos de Cajas</i>	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Controlador lógico programable Siemens</i>	23
Figura 2 <i>Estructura básica del PLC</i>	26
Figura 3 <i>PLC Siemens S7-1200</i>	29
Figura 4 <i>Buses de campo</i>	32
Figura 5 <i>Comunicación Profibus</i>	34
Figura 6 <i>Estructura lógica</i>	36
Figura 7 <i>Arquitectura protocolar de Profibus</i>	37
Figura 8 <i>Perfiles Profibus</i>	38
Figura 9 <i>Profibus DP</i>	40
Figura 10 <i>Sistema maestro clase 1</i>	42
Figura 11 <i>Sistema maestro clase 2</i>	43
Figura 12 <i>Principio de transferencia de datos</i>	44
Figura 13 <i>Tiempo de ciclo de clase 1</i>	45
Figura 14 <i>Cable y conector Profibus DP</i>	46
Figura 15 <i>Periferia Descentralizada</i>	48
Figura 16 <i>Periferia Descentralizada Siemens</i>	50
Figura 17 <i>Periferia Descentralizada Mitsubishi</i>	51
Figura 18 <i>Omron periferia descentralizada de la serie GX</i>	52
Figura 19 <i>Periferia descentralizada Allen-Bradley</i>	53
Figura 20 <i>Sistema de control</i>	55
Figura 21 <i>Diagrama de bloques de los sensores</i>	58

Figura 22 <i>Actuadores</i>	59
Figura 23 <i>Actuadores Hidráulicos</i>	60
Figura 24 <i>Clasificación de los actuadores neumáticos</i>	61
Figura 25 <i>Actuadores eléctricos</i>	62
Figura 26 <i>Proceso industrial</i>	63
Figura 27 <i>Módulo Profibus en el PLC</i>	64
Figura 28 <i>Conexión Profibus DP</i>	65
Figura 29 <i>Comprobación del maestro</i>	65
Figura 30 <i>Esclavo configuración</i>	66
Figura 31 <i>E/S digitales</i>	66
Figura 32 <i>Asignación de E/S a la periferia</i>	67
Figura 33 <i>Inicio de simulación</i>	68
Figura 34 <i>Cargar la conexión al PLC SIM</i>	68
Figura 35 <i>S7-PLCSIM modo RUN</i>	69
Figura 36 <i>Comprobación de la comunicación Profibus</i>	69
Figura 37 <i>Template de comunicación</i>	70
Figura 38 <i>Configuración del driver</i>	70
Figura 39 <i>Siemens S7-PLCSIM</i>	71
Figura 40 <i>Modelo S7-1200 (V13/V14)</i>	71
Figura 41 <i>Conexión TIA PORTAL y Factory I/O</i>	72
Figura 42 <i>Separador de cajas</i>	73

Figura 43 <i>Marcha y paro</i>	74
Figura 44 <i>Real a Dint</i>	74
Figura 45 <i>Condición de peso</i>	75
Figura 46 <i>Incremento de cajas</i>	76
Figura 47 <i>Resetear contador</i>	77
Figura 48 <i>Programación de la estación dos</i>	77
Figura 49 <i>Temporizador TON</i>	78
Figura 50 <i>Programación de la estación 3</i>	79
Figura 51 <i>Contador estación 3</i>	79
Figura 52 <i>Variables</i>	80
Figura 53 <i>Interface humano máquina</i>	81
Figura 54 <i>Panel principal HMI</i>	81
Figura 55 <i>Panel secundario 1</i>	82
Figura 56 <i>Panel secundario 2</i>	82
Figura 57 <i>Cargar programación</i>	83
Figura 58 <i>Iniciar HMI</i>	84
Figura 59 <i>Control de HMI al Factory</i>	84

RESUMEN

El presente proyecto técnico consiste en implementar una comunicación Profibus DP entre el PLC S7-1200 y una periferia descentralizada para la adquisición de entradas digitales, consta de un módulo de comunicación CM 1243-5, un panel táctil KTP 700 y tres estaciones de proceso de control industrial que serán simulados en el software Factory I/O. La primera estación separa cajas de diferente peso pequeñas, medianas y grandes y la segunda estación el sensor va a detectar el paso de la caja pequeña y activa la ensambladora para trasladar la caja a otra banda transportadora mientras que la tercera estación el sensor va a detectar el paso de la caja mediana y va a activar la máquina empujadora para guardar las cajas. Se hizo un interfaz humano máquina HMI para que el usuario pueda manipular, operar y visualizar las estaciones. El modo de comunicación que se utilizó entre el maestro y el esclavo es la comunicación Profibus DP ya que tiene un tiempo de reacción corto de 9.6 Kb/s a una distancia de 1200 m. La periferia descentralizada permite controlar las señales de entrada y salida de los sensores y actuadores por medio de la comunicación Profibus DP reduciendo el número de cables y optimizando el diagnóstico y reparación de averías.

Palabras claves

- **PLC S7-1200 SIEMENS**
- **COMUNICACIÓN PROFIBUS DP**
- **PANTALLA TÁCTIL KTP 700**
- **PERIFERIA DESCENTRALIZADA**

ABSTRACT

The present technical project consists of implementing a Profibus DP communication between the PLC S7-1200 and a decentralized periphery for the acquisition of digital inputs. It consists of a CM 1243-5 communication module, a KTP 700 touch panel and three industrial control process stations that will be simulated in the Factory I/O software. The first station separates small, medium and large boxes of different weight and the second station the sensor will detect the passage of the small box and activate the assembler to move the box to another conveyor belt while the third station the sensor will detect the passage of the medium box and activate the pusher to store the boxes. A human interface HMI machine was made for the user to manipulate, operate and display the stations. The communication mode that was used between the master and the slave is the Profibus DP communication because it has a short reaction time of 9.6 Kb/s at a distance of 1200 m. The decentralized periphery allows to control the input and output signals of the sensors and actuators through the Profibus DP communication reducing the number of cables and optimizing the diagnosis and repair of faults.

Key words

- **PLC S7-1200 SIEMENS**
- **PROFIBUS COMMUNICATION**
- **TOUCH PANEL KTP 700**
- **DECENTRALIZED PERIPHERY**

1. Antecedentes

La constante evolución tecnológica de la industrial ha modernizado las empresas con el fin de mantener y mejorar la productividad con el fin de disminuir las paradas en las líneas de producción ya que son mayores los sistemas que se han implementado para la comunicación industrial debido a las grandes ventajas que ofrece PROFIBUS DP, German Vera Rodríguez, 2013 en su trabajo investigativo menciona que; “en nuestro país la principal red de comunicación a nivel de célula y campo es PROFIBUS DP ya que satisface los elevados requisitos de tiempo para el intercambio de datos en el sector de la periferia descentralizada y los dispositivos de campo.”

La configuración estándar de esta red se basa en el método de acceso al bus que es una estación activa conocida como maestro DP e intercambia los datos de forma cíclica con las estaciones pasivas que son los esclavos DP, Efrén Herrera, 2015 en su trabajo de titulación menciona que “La serie SIMATIC de Siemens incorpora al bus de campo PROFIBUS DP en la utilización de procesos con periferia descentralizada, la red PROFIBUS DP se convierte en una ayuda importante al momento de comunicar los PLCs de la serie SIMATIC S7 con los módulos remotos ET-200 y ET-300 y con otros esclavos DP”.

Los sistemas de periferia descentralizada son equipos de adquisición de señales que puedan transmitirse al PLC a través del bus de campo, recogen las señales entregadas por los sensores y reciben del autómatas órdenes de mando que ejecutan sobre los actuadores, Isaías González Pérez, 2012 en su trabajo investigativo menciona que “El control del sistema lo lleva a cabo un autómatas de la serie SIMATIC s7_1200 de Siemens, se trata de un PLC de gama media-alta que ofrece prestaciones totalmente satisfactorias para cualquier aplicación de automatización”.

1.1 Planteamiento del problema

En el mundo industrial el PLC se encuentra colocado a una gran distancia de los cables de entrada y salida hasta el monitoreo y accionamiento de la máquina y demanda una gran cantidad de cables de proporciones elevadas provocando pérdidas de señal, costo económico del material, problemas de tendido de los cables, espacio y colocación por lo que se deben usar redes industriales.

Una de las redes industriales es Profibus está diseñado para la comunicación de datos de alta velocidad por lo que los controladores como el PLC se comunican con los dispositivos de campo. Se comunican entre equipos descentralizados y permite los accesos a los dispositivos de entrada y salida

Todo lo anterior se propone que la comunicación entre el PLC S7-1200 y la periferia descentralizada de entradas digitales a través del bus de campo Profibus DP ayudara que los estudiantes de la carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica adquieran conocimientos prácticos y teóricos para el control de redes industriales.

1.2 Justificación

La finalidad del proyecto es fortalecer los conocimientos adquiridos por los estudiantes de la carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica por lo que en la industria se necesita personal técnico altamente capacitado en el ámbito de control, monitoreo y manejo de dispositivos autómatas controlables.

El proyecto dotara herramientas para que el estudiante desarrolle nuevas destrezas en el entorno del control y automatización así como la implementación de comunicación Profibus entre el PLC S7-1200 y una periferia descentralizada para la adquisición de entradas digitales.

Se dispone los conocimientos y habilidades en el manejo de la red Profibus para el desarrollo e implementación del proyecto mediante el Software Tía portal utilizando los equipos y herramientas necesarias para llevarlo a cabo en el tiempo requerido.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementar una comunicación Profibus entre el PLC S7-1200 y una periferia descentralizada para la adquisición de entradas digitales

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer información acerca de la comunicación Profibus DP y los dispositivos de una periferia descentralizada para controlar señales de entradas digitales
- Analizar la forma actual en la que se adquieren señales digitales para realizar la programación en el Software Tía portal V.15
- Desarrollar una comunicación Profibus entre una periferia descentralizada y el PLC S7-1200 para el control y adquisición de entradas digitales provenientes de los sensores.

1.4 Alcance

En este proyecto se presenta la implementación de una comunicación Profibus DP entre el PLC S7-1200 y una periferia descentralizada para la adquisición de entradas digitales utilizando el software Tía portal para visualizar el control de los sensores para el desarrollo del algoritmo de entradas digitales que permite enlazar el PLC S7-1200 y los elementos de un control de proceso mediante un bus de datos Profibus que transmite la información de entradas digitales proporcionada por sensores y así cumplir con los perfiles académicos para el desempeño profesional y futuras aplicaciones.

2. Controladores Lógicos Programables-PLC

2.1 Introducción

La historia del controlador lógico programable comienza a partir de la década de 1960, su propósito era eliminar el gran costo que significaba sustituir de un sistema de control, basado en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes usados para el control del sistema de lógica combinacional.

El controlador lógico programable es una maquina electrónica que está diseñada para controlar en tiempo real y en el ámbito industrial procesos secuenciales de control. Nació a finales de la década de los 60 y principios de los 70. Las primeras industrias que utilizaban el PLC fueron las automotrices ya que estaban basadas en relevadores en sus sistemas de manufactura. El control lógico programable es óptimo para ser operado en condiciones críticas industriales, ofrecen muchas ventajas sobre diferentes sistemas de control como temporizadores, contadores, relés y controles mecánicos.

Actualmente los controladores lógicos programables son diseñados con lo último de microprocesadores y sistemas electrónicos que permite una superior seguridad en sus operaciones en aplicaciones de uso industrial donde se encuentran varias amenazas como humedad, altas temperaturas, ruido eléctrico, etc.

El PLC es un dispositivo electrónico frecuentemente utilizado en la automatización industrial, trabaja en base a la información que recibe por el programa lógico para ejecutar instrucciones que controlan máquinas y operaciones de proceso. El PLC también puede realizar operaciones de aritmética controlar señales analógicas para hacer estrategias de control como los controladores proporcional integral derivativo (PID). (Electronica unicrom, 2012)

El controlador lógico programable tiene las herramientas necesarias como software y hardware para controlar dispositivos externos, recibe señales de sensores y toma decisiones de acuerdo al programa que el usuario elabore según el proceso a controlar

Figura 1

Controlador lógico programable Siemens



Nota. La figura representa al controlador lógico programable de la marca Siemens tomado de (Electronica unicrom, 2012).

2.1.2 Ventajas del PLC

- Disminución de cableado
- Reducción de espacio
- Menor costo de instalación, operación y mantenimiento
- Mejor manejo de configuración y programación
- Reducción de costos
- Respuesta rápida
- Seguridad en el proceso

2.1.3 Desventajas del PLC

- Mano de obra calificada
- Condiciones ambientales apropiadas
- Centraliza el proceso

2.2 Funciones Básicas del PLC

TABLA 1.

Funciones básicas del PLC

Detección:	Lectura de la señal distribuida por el sistema de fabricación.
Mando:	Elabora y envía las acciones al sistema mediante los accionadores.
Programación:	Introduce y cambia el programa de aplicación automática, este debe permitir modificar el programa.
Redes de comunicación:	Dispone de comunicación en otras partes de control, permite la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas en tiempo real.
Control de procesos:	Disponen de entrada y salidas analógicas y reguladores PID.
Entradas-Salidas distribuidas:	Se comunican con la unidad central del automático mediante un cable por red.
Buses de campo:	Mediante un cable de comunicación se puede conectar al bus de captadores y accionadores reemplazando el cableado tradicional.

Nota. Esta tabla muestra las funciones más básicas del controlador lógico programable

2.3 Campos de Aplicación

La utilización del PLC se da en instalaciones en donde es fundamental un proceso de maniobra, control, señalización por lo tanto se basa en procesos de fabricación industriales de cualquier tipo de transformación industrial y control de instalaciones. Sus dimensiones reducidas, facilidad de montaje, rápida utilización, modificación o alteración hace que su eficacia sea óptima en procesos que producen necesidades como: espacio reducido, procesos secuenciales, maquinaria de procesos variables, chequeo de programación centralizada de las partes del proceso. (Mejia, 2013)

2.3.1 Ejemplo de aplicaciones generales

- Maniobra de máquinas.
- Maquinaria industrial de plástico.
- Maquinaria de embalajes.
- Maniobra de instalaciones.
 - Instalación de aire acondicionado y calefacción.
 - Instalación de seguridad.
- Señalización y control.
 - Chequeo de programas.
 - Señalización del estado de procesos.

2.4 Programación

Recientemente los programas PLC son escritos en aplicaciones especiales en un ordenador y luego son descargados mediante un cable o una red al PLC. Los controladores lógicos programables modernos pueden ser programados de muchas formas desde la lógica de escalera hasta lenguajes de programación tradicionales como Basic o C. Otro método que se utiliza es la Lógica de Estados, un lenguaje de

programación de alto nivel diseñado para programas PLC basándose en los diagramas de transición de estados. Actualmente el IEC 61131-3 define como lenguajes de programación para los sistemas de control programables: FBD (diagrama de función de bloque), LD (diagrama de escalera), IL (lista de instrucción).

2.5 Estructura básica del PLC

Figura 2

Estructura básica del PLC



Nota. La figura representa las partes esenciales del controlador lógico programable tomado de (Electrin, 2016).

2.5.1 Fuente de alimentación: Se encarga de convertir la tensión de red 110 o 220 de corriente alterna a baja tensión de 24v de corriente continua ya que es la que utiliza para la tensión del trabajo del controlador para que pueda operar. (Electrin, 2016)

2.5.2 CPU: Unidad central de procesos conocido como el cerebro del sistema se encarga de recibir las órdenes del operario a través de la programación y el módulo de entradas luego las procesa para enviar respuesta al módulo de salidas. Su función es

vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no exceda un determinado tiempo máximo es conocido como Watchdog o perro guardián. También dispone de una consola de programación que permite introducir, modificar y supervisar el programa del usuario. (Electrin, 2016)

2.5.3 Módulo de entradas y salida: Proporciona la unión entre el CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. Se origina el intercambio de información puede ser para la adquisición de datos o de mando para el control de máquinas del proceso.

2.5.4 Módulo de memorias: Son dispositivos que guardan información de manera provisional o permanente existe dos tipos de memorias volátiles RAM y no volátiles EPROM.

2.5.6 Unidad de programación: Son el medio de comunicación entre el hombre y la maquina están constituidos por teclados y dispositivos de visualización. Sus funciones son la transferencia y modificación de programas, la verificación de programación y la información del funcionamiento de los procesos. (Electrin, 2016)

2.5.7 Interfaces: La mayoría de los PLC tiene la virtud de poder comunicarse con otros dispositivos como por ejemplo un computador, por lo general tienen una interfaz serie del tipo RS-232 o RS-422. A través de esta línea se puede controlar todas las características internas del controlador incluyendo la programación y se emplea para monitorear el proceso en otro lugar separado. (Electrin, 2016)

2.6 Tipos de PLC

Compacto: Se conforman de una sola unidad se usa en aplicaciones pequeñas y en un mismo equipo están integrados el CPU, memoria, entradas/ salidas y hasta la

fuentes de alimentación, cableado y software, se puede medir la alta velocidad y cuenta con dos controladores analógicos. Son los autómatas de gama baja o nano autómatas y tienen una estructura compacta, su potencia de proceso es limitada por lo que controla máquinas muy pequeñas o cuadros de mando.

Características del PLC compacto

- Diferentes lenguajes.
- Cantidad de entradas y salidas fijas.
- Ampliación por módulo fijo.

2.6.1 Modular: Son más variados que los compactos y está compuesto por elementos asociados y es ideal para aplicación más grandes, los módulos que lo integran pueden ser: tarjeta madre, CPU, memoria, módulo de entradas y salidas. Pueden soportar una gran variedad de entradas y salidas ya que cuenta con una memoria más amplia, por lo que puede instalar un programa complejo, almacena una gran cantidad de datos y puede realizar o enviar respuestas diferentes a la vez, se usa para el campo de las maquinarias donde deben ser controladas o monitorizadas..

2.6.2 Panel operador: Tiene una interfaz que ayuda y facilita su funcionamiento, y brinda una supervisión constante a la actividad de monitoreo que presentan en las máquinas, mientras que la programación tiene una herramienta como software que facilita las tareas, permite que pueda realizar una gran cantidad de trabajos y fluye con mayor correspondencia y son muy demandados hoy en día.

2.6.3 Ordenador industrial: Presentan dos PLC, el uno se encuentra en una PC y el otro en un compartimiento, es posible que una de estos se encuentre en un área de hardware y el otro se ubique en un espacio con software virtual.

2.6.4 Ranura: Se trata de una tarjeta por el cual se transmiten funciones con gran facilidad por lo tanto hace que el PLC sea más versátil y a la misma vez más liviana ya que consta de una ranura desde la cual se puede controlar la tarjeta. (Millor, 2015)

2.7 Controlador Lógico Programable PLC S7-1200

Es un controlador compacto que ayuda al procedimiento de tareas productivas con alta precisión tiene un diseño escalable y flexible en los cinco CPU que posee y minimiza los requisitos de espacio en el cuadro de control. Su software es sencillo de aprender y de usar con una navegación comprensible debido a sus símbolos y menú estandarizado en todas las vistas.

Figura 3

PLC Siemens S7-1200



Nota. Esta figura representa al controlador lógico programable de la serie S7-1200 de la marca SIEMENS tomado de (Millor, 2015).

2.7.1 Introducción del módulo SIMATIC S7-1200

Posee una amplia variedad de módulos de señal para entradas y salida también módulos de tecnología para funciones tecnológicas especiales como conteo y módulos de comunicaciones que están disponibles tanto centralmente y descentralizada. Tiene la clase de protección IP20 y está diseñado para su instalación en un gabinete de control.

La CPU tiene un microprocesador con una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas conformando un potente controlador. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa del usuario, que incluye lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas así como comunicación con otros dispositivos inteligentes y el CPU tiene un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. (SIEMENS, 2015)

2.7.2 Características generales

- Alta capacidad de procesamiento, cálculo de 64 bits.
- Interfaz Ethernet y PROFINET integrado.
- Entradas analógicas integradas.
- Bloques de función para control de ejes conforme a PLC open.
- Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic V.13.

El sistema S7-1200 viene con cinco modelos diferentes de CPU y puede expandir a las necesidades y requerimientos de las máquinas.

Módulo de señal: Se puede agregar en la parte frontal de cualquier CPU y se puede expandir las señales digitales y analógicas sin dañar el tamaño físico del

controlador. A la derecha del CPU pueden colocarse los módulos de ampliación de E/S digitales y analógicas.

Módulo de comunicación: Todos los CPU Simatic S7-1200 pueden equiparse hasta con tres módulos de comunicación y se colocan a la izquierda del controlador y permite una comunicación sin discontinuidades, estos módulos son: PROFIBUS Maestro/Esclavo y Comunicación GPRS, AS-i y más sistemas Fieldbus.

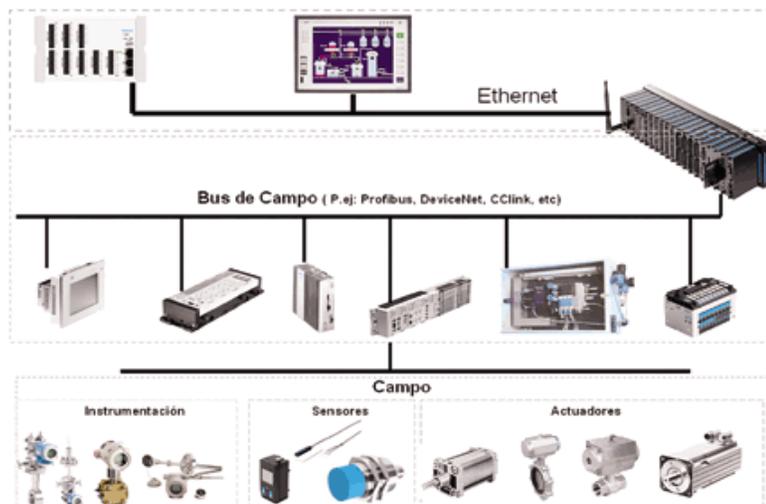
Funciones Tecnológicas Integradas:

- Entradas de alta velocidad para contaje y medición
- Salidas de alta velocidad para regulación de velocidad, posición y punto de operación
- Funcionalidad PID para lazos de regulación

Memoria: La gama 1200 ha incrementado, los 100 Kb de memoria de la CPU 1215C son adecuados para aplicación que tengan una mayor área de memoria de programa sin embargo la CPU 1217C la memoria de programa aumenta hasta los 125 Kb.

2.8 Buses de campo

Es un sistema de transmisión de información que simplifica la instalación y operación de máquinas y equipos industriales que se utiliza en procesos de producción. Son redes digitales bidireccionales y multipunto que están montadas sobre un bus serie que se conecta a dispositivos de campo como es el controlador lógico programable, sensores, variadores de frecuencia, actuadores, entre otros. Estos elementos pueden ser capaz de realizar funciones simples como diagnóstico, control o mantenimiento y comunicarse bidireccionalmente a través del bus cableado.

Figura 4*Buses de campo*

Nota. La figura representa a los diferentes buses de campo que se utiliza en la industria tomado de (Sistemas Industriales Distribuidos , 2016)

La principal ventaja de utilizar los buses de campo es que la información se transmite y recibe digitalmente lo cual implica:

Reducción del cableado: El bus de campo son redes multipunto y es necesario solo un cable central al que se conectan todos los sensores y actuadores. (Llopis, Perez, & Ariño, 2010)

Facilidad en labores de mantenimiento: El sistema del bus de campo permite al operador verificar los estados de los dispositivos de campo y de las interacciones entre estos haciendo que la detección de averías se disminuya y reduciendo los tiempos de reparación.

Flexibilidad: La disponibilidad de dispositivos de campo capaces de realizar funciones de control, diagnóstico y comunicación hace más fácil la expansión y renovación del sistema.

Simplificación de información del proceso: La comunicación entre varios dispositivos de campo y de estos a su vez con el sistema de control permite que varios dispositivos de campo relacionados trabajen de forma combinada. (Llopis, Perez, & Ariño, 2010)

2.8.1 Buses de altas prestaciones

Son redes multi-maestro en la que las comunicaciones maestro-esclavo se realizan según el esquema pregunta-respuesta. Tiene la capacidad de hacer varios tipos de direccionamiento único y múltiple, permiten la descarga y ejecución remota de programas. Estos buses presentan altos niveles de seguridad con procedimientos de autenticación de los cuales son:

- Profibus.
- WorldFIP.
- Fieldbus Foundation.

2.9 Familia Profibus

En el año 1987 las firmas alemanes Bosch, Moeller y Siemens inician un proyecto de desarrollo de una arquitectura de comunicaciones industriales que permite la interconexión de equipos de distintas marcas del fabricante. El primer objetivo fue el diseño de un bus de campo con una estructura abierta y un protocolo compatible que enlace una red como base en los niveles superiores lo que resulto el proyecto de normas y protocolos.

En el año 1990 se dio la oportunidad para cualquier usuario se integre en un consorcio llamado Profibus Nutzorganisation que a través de diversos comités sigue desarrollando y dando soporte al nivel de aplicación y certificación de productos.

(Comunicaciones industriales , 2015)

2.9.1 Situación Actual

Profibus es un bus campo ampliamente usado en la industria, sus áreas de aplicación incluyen manufacturación, automatización y generación de procesos. Actualmente ofrecen interfaces Profibus para los dispositivos e incluye más de 1500 elementos y servicios de los cuales 400 cuentan. (Comunicaciones industriales , 2015)

2.10 Profibus

Es un estándar establecido en la industria de procesos y manufactura soporta la conexión de bloques de sensores, actuadores, sub redes de menor tamaño e interfaces de operador. El tamaño de los mensajes puede ser hasta 256 bytes. Existen dos tipos de nodos:

2.10.1 Maestros y esclavos: Los maestros controlan el bus y cuando tienen acceso a él pueden iniciar una comunicación enviando mensajes. Los esclavos solo reconocen mensajes recibidos enviados por nodos maestros y responden con otros mensajes si es necesario. (Llopis, Perez, & Ariño, 2010)

Figura 5

Comunicación Profibus



Nota. En esta figura se representa el anillo lógico comunicación Profibus a los esclavos tomado de (Llopis, Perez, & Ariño, 2010).

Profibus (Process Field BUS) es un estándar de bus de campo abierto independiente de origen Alemán que se utiliza para la interconexión de dispositivos de campo de entrada y salida y es el sistema de comunicación a nivel de proceso más utilizado en el mundo con más de 10 millones de dispositivos conectado en diferentes variantes de protocolos. (Lopez, 2007)

2.10.2 Características

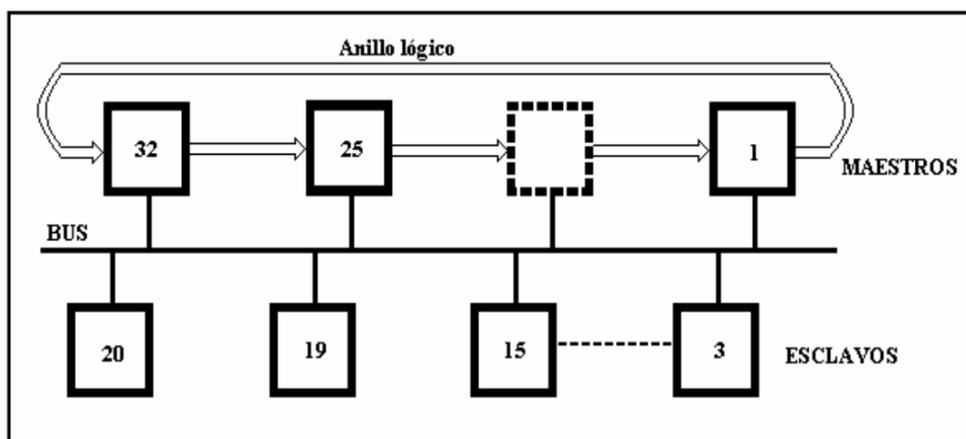
- Velocidad de transmisión: 9.6 Kbits/s – 12 Mbits/s.
- Número máximo de estaciones: 127 (32 sin utilizar repetidores).
- Tamaño de la red.
- Eléctrica: máximo 9.6 Km depende la velocidad de transmisión.
- Óptica: 150 Km depende de la velocidad de transmisión.
- Las estaciones pueden ser activas (maestro) o pasivas (esclavo).
- Estaciones activas (maestro).
 - Enviar información por iniciativa propia.
 - Solicitar datos de otras estaciones.
 - Estaciones complejas (PLC, PC).
- Estaciones pasivas.
 - Solo comunica si una estación activa lo autoriza.
 - Estaciones sencillas sensores, actuadores, etc.
- Medio de acceso.
- Maestro-esclavo.
- Pase de testigo entre las estaciones maestras.

2.10.3 Estructura lógica

La estructura lógica es de tipo híbrido ya que las estaciones activas tienen una estructura de maestro flotante mediante paso de testigo, las estaciones pasivas solo pueden realizar el papel de esclavo poseen un solo nodo activo del tipo maestro-esclavo. (Comunicaciones industriales , 2015)

Figura 6

Estructura lógica



Nota. El gráfico hace referencia al anillo lógico entre los maestros y esclavos conectados por un bus de campo tomado de (Comunicaciones industriales , 2015).

2.10.4 Protocolo

Profibus especifica las características técnicas y funcionales de un sistema de buses de campo serie con el cual controladores digitales descentralizados pueden trabajar juntos en red desde el nivel de campo hasta el nivel de célula.

Los dispositivos Maestro determinan la comunicación de datos en el bus puede enviar mensajes sin una petición externa cuando mantiene el derecho de acceso al bus.

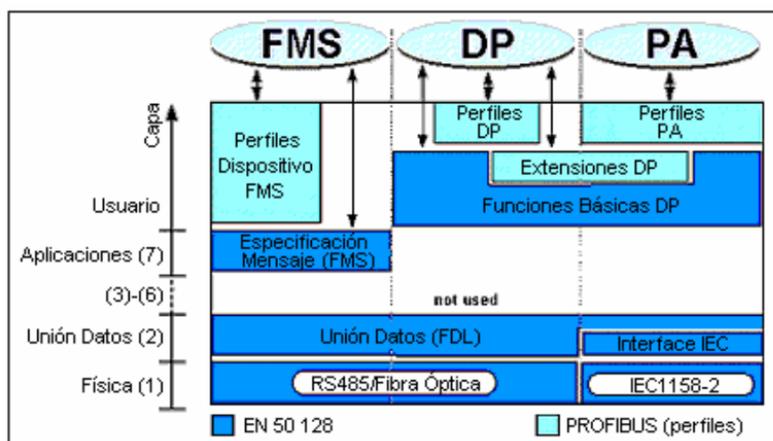
Los dispositivos esclavo son dispositivos periféricos como las entradas y salidas, las válvulas y los transmisores de medida no tienen derecho acceso al bus y solo pueden reconocer mensajes recibidos o enviar mensajes al maestro.

2.10.5 Arquitectura protocolar

Está orientada al sistema OSI modelo de referencia de acuerdo con la norma internacional ISO 7498. Cada capa de la transmisión realiza tareas definidas de forma precisa.

Figura 7

Arquitectura protocolar de Profibus



Nota. La figura hace referencia a la arquitectura de los perfiles Profibus que son FMS, DP y PA tomado de (Profibus, 2015).

- La capa física (1) define las características de transmisión.
- La capa de enlace (2) define el protocolo de acceso al bus y se encarga de establecer el orden de circulación del testigo cuando inicie el bus.
- La capa de aplicación (7) define las funciones de aplicación.

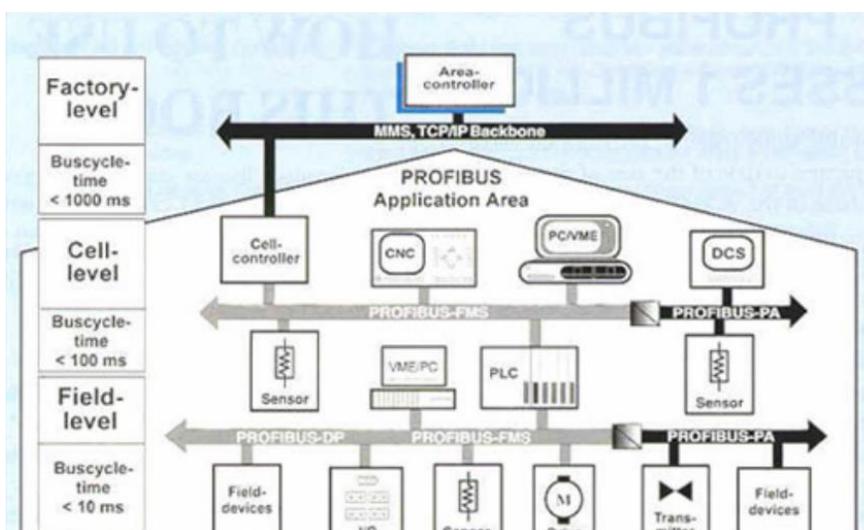
2.10.6 Perfiles Profibus

Proporcionan tres versiones diferentes del protocolo de comunicación Profibus que son:

- Profibus DP (maestro/esclavo).
- Profibus FMS (maestro múltiple/ punto a punto).
- Profibus PA (intrínsecamente segura).

Figura 8

Perfiles Profibus



Nota. La figura hace referencia a las áreas de aplicaciones de los perfiles Profibus con sus respectivos niveles tomado de (Profibus, 2015).

Profibus FMS (Fieldbus Message Specification): Maneja todas las tareas intensivas de transferencia de datos comunes en las comunicaciones industriales, es la solución para tareas de comunicación a nivel de control, abren un amplio rango de aplicaciones y una gran flexibilidad. Alcanza la velocidades de transmisión de hasta 1,5 Mb/seg es un sistema multi-maestro.

Profibus DP (Decentralized Periphery): Esta optimizado para ofrecer mayor velocidad, eficiencia y bajo costo de conexiones y establece la comunicación crítica entre los sistemas de automatización y equipos periféricos.

Profibus PA (Automation Process): Tiene una transmisión de información confiable, manejo de estados de variables, sistema de seguridad de fallas, etc. Permite la medición y el control a través de una línea y dos cables individuales, realiza el mantenimiento y la conexión/desconexión de los equipos. (Profibus, 2015).

2.10.7 Principales características de los perfiles

TABLA 2.

Características relevantes de los perfiles Profibus

Perfil	Principal aplicación	Principal ventaja	Características relevantes
Profibus FMS:	Automatización para propósitos generales.	Universal.	<ul style="list-style-type: none"> • Gran variedad de aplicaciones.
Profibus DP:	Automatización de factorías.	Rápido.	<ul style="list-style-type: none"> • Plug and Play. • Eficiente y efectivo costo.
Profibus PA:	Automatización de procesos.	Orientado a la aplicación.	<ul style="list-style-type: none"> • Suministro de energía a través del propio bus.

Nota. Esta tabla muestra los perfiles de la comunicación Profibus

2.11 Profibus DP: Este protocolo está optimizado para conseguir una alta velocidad de transmisión y está orientada al intercambio de datos entre maestros y

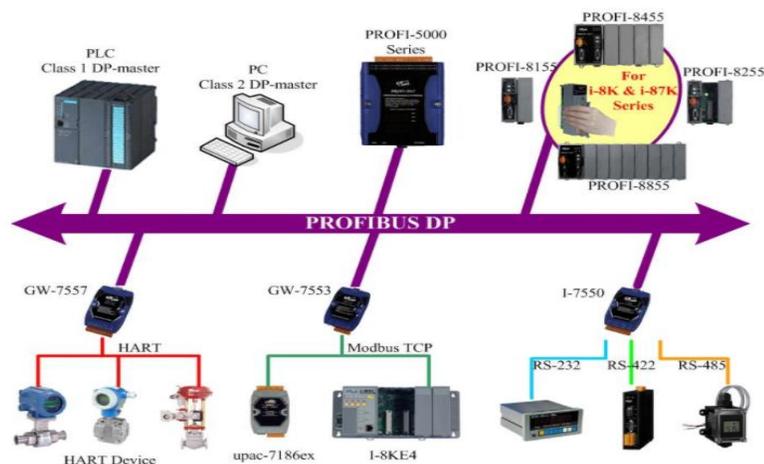
esclavos, permite el uso de varios dispositivos maestros en cuyo caso cada esclavo es asignado a un único maestro.

El intercambio de datos es cíclico y es adecuada para aprovechar el cableado industrial para la transmisión de señales de 4-20mA y alimentación de 24 V.

Está diseñado para la comunicación de datos de alta velocidad a nivel de dispositivo, los controladores centrales como el controlador lógico programable PLC y PCs se comunican con los dispositivos de campo distribuidos por medio de un enlace serie de alta velocidad.

Figura 9

Profibus DP



Nota. La figura hace referencia a la comunicación Profibus DP de alta velocidad a nivel de dispositivo, controladores centrales tomado de (Comunicaciones industriales , 2015).

2.11.1 Funciones básicas de Profibus DP

El controlador central (maestro) lee de forma cíclica la información procedente de los esclavos y escribe la información de salida en los esclavos. Proporciona

funciones para diagnósticos y configuración en las transmisiones de datos de usuario cíclica. (Comunicaciones industriales , 2015)

Tabla 3.

Características Básicas de Profibus DP

Tecnología de transmisión.	de	1) RS-485, par trenzado, dos líneas de cable o fibra óptica. 2) Velocidad en baudios: 9.6 Kbit/seg a 12 Mbit/seg.
Acceso al bus.		1) El procedimiento entre maestros se realiza mediante el paso del testigo y entre esclavos mediante la jerarquía maestro-esclavo.
Modos de operación.	de	1) Operación: Transmisión cíclica de datos de entrada y salida. 2) Limpiar: Se leen las entradas de manteniendo las salidas en estado seguro.
Velocidad.		1) Se necesita 1 mseg para transmitir 512 bits de datos de entradas y 512 bits de datos de salida distribuidos en 32 estaciones a una velocidad de 12 Mbit/seg.
Sincronización.		1) Los comandos de control permiten la sincronización de entradas y salidas. Modo Sync: Sincroniza salidas y modo Freeze: Sincroniza entradas.

Nota. Esta tabla muestra todas las características de la comunicación Profibus DP.

2.11.2 Configuración del sistema y tipos de dispositivos

Profibus DP permite sistemas un maestro y varios maestros, esto proporciona un alto grado de flexibilidad durante la configuración del sistema pudiendo conectar hasta 126 dispositivos en un bus. Cada sistema puede contener tres dispositivos:

Tabla 4.

Dispositivos Profibus DP

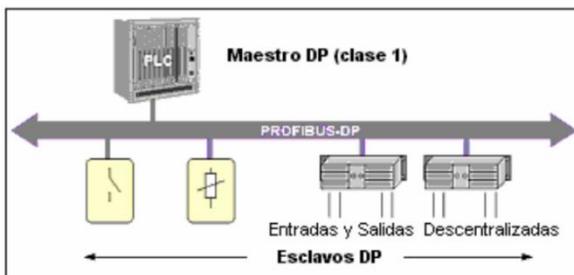
DP maestro clase 1 (DPM1)	DP maestro clase 2 (DPM2)	DP esclavo
Controlador central que intercambia información con las estaciones.	Son programadores, dispositivos de configuración y operadores	Es un dispositivo periférico de entradas, salidas y recoge la información de entrada.

Nota. Esta tabla muestra a los tipos de dispositivos de Profibus DP.

En los sistemas maestro clase 1, solo está activo un maestro en el bus en la fase de operación siendo el controlador lógico programable el control central como se puede ver en la figura 10.

Figura 10

Maestro clase 1



Nota. La figura hace referencia al sistema maestro clase 1 ya que solo tiene un maestro y esta enlazado a otros esclavos. (Profibus, 2015).

En los sistemas maestro clase 2 se conectan varios maestros al bus, estos son subsistemas independientes, las imágenes de las entradas y salidas de los esclavos pueden ser leídas por todos los activos o maestros pero solo un maestro.

Puede tener acceso de escritura en las salidas y presentan un tiempo de ciclo mayor que el sistema mono-maestro clase 1.

Figura 11

Sistema maestro clase 2



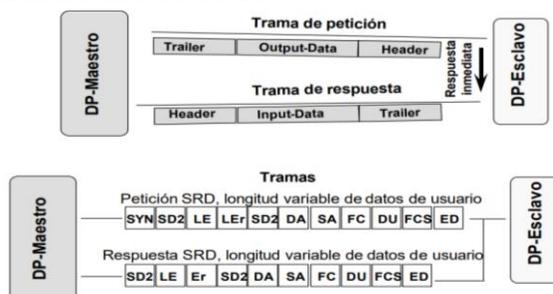
Nota. La figura hace referencia al sistema maestro clase 2, en donde varios dispositivos pueden controlar a los esclavos tomado de (Profibus, 2015).

2.11.3 Transmisión cíclica de datos entre DPM1 y DP esclavos

Durante las fases de parametrización y configuración cada pasivo o esclavo compara su configuración real con la configuración ideal que presenta el DPM1 mientras que el DP esclavo solo será incluido en la fase de transferencia de datos. Esto garantiza al usuario una protección adecuada a los errores de parametrización.

Figura 12

Principio de transferencia de datos



Nota. La figura hace referencia a la configuración de cama maestro y esclavo tomado de (Profibus, 2015).

2.11.4 Funciones de marcha y transmisión

Un elemento activo de maestro clase 1 se puede tener los siguientes modos:

- Stop (Paro): No hay transmisión.
- Clear (Limpiar): El maestro de clase 1 lee los datos de los pasivos o esclavos.
- Operate (Operar): El maestro de clase 1 se queda en transferencia donde se lee y escribe los esclavos.

Transmisión de datos hacia los esclavos:

- Parametrización y configuración: permite comprobar el dispositivo esclavo y su configuración apropiada.
- Transferencia de datos: El maestro se encarga en donde puede poner a los esclavos en los modos.

Funciones extendidas.

- Permiten transmisión acíclica entre maestro (activo) y esclavo (pasivo).

- Gran utilidad para la configuración y ajuste online sin alterar el funcionamiento.

Se realiza con menor prioridad que la transmisión cíclica habitual

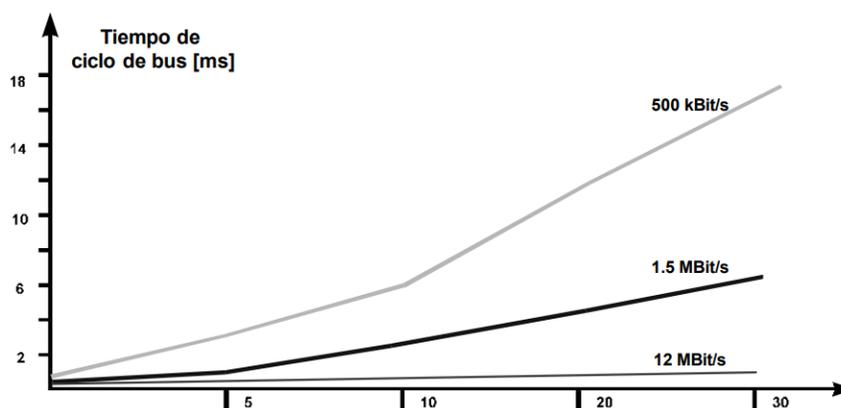
Se define las funciones:

Maestro clase 1: MSAC1-READ

2.11.5 Tiempo de ciclo de bus en Profibus DP clase 1 Monomaestro

Figura 13

Tiempo de ciclo de clase 1



Nota. La gráfica hace referencia al tiempo de ciclo de bus en Profibus DP de clase 1 mono-maestro tomado de (Profibus, 2015).

Cada esclavo DP tiene 2 bytes de datos de entrada y 2 bytes de salida, el intervalo mínimo de esclavo es de 200 segundos. (Sistemas Industriales Distribuidos , 2016)

2.11.6 Perfiles de Profibus DP

Los perfiles especifican como será utilizado el Profibus DP en el proceso de aplicación, los operadores tienen la ventaja de poder interconectar elementos de

distintos fabricantes y reducen enormemente los costos y el intercambio de componentes individuales entre diferentes fabricantes en la planta industrial.

Perfil para dispositivos HMI

Enlace de dispositivos de monitorización de procesos y control de operaciones con componentes de automatización de niveles superiores mediante la conexión Profibus DP.

Perfil de velocidad variable

Los fabricantes definen que PROFIDRIVE especifica la parametrización y los datos a transmitir entre distintos equipos lo que permite la interconexión entre dispositivos de diferentes fabricantes (Profibus, 2015).

2.11.7 Cable y conector para Profibus DP

Figura 14

Cable y conector Profibus DP



Nota. La figura hace referencia al cable trenzado y conector Profibus DP tomado de (Profibus, 2015).

La máxima longitud del cable trenzado y apantallado depende de la velocidad de transmisión

Tabla 5.*Velocidad de transmisión Profibus*

Velocidad (Kb/s)	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	12000
Distancia/Segmento	1200	1200	1200	100 m	400	200 m	100 m
	m	m	m		m		

Nota. Esta tabla muestra la velocidad en que se da la comunicación Profibus

DP.

El cableado del bus tiene mucha importancia ya que el 90% de fallos registrados en una instalación Profibus es causado por la mala instalación ya que se encuentra defectuosa de cables y terminales. Los conductores de fibra óptica se utilizan en espacios donde existe una gran interferencia electromagnética o en aplicaciones donde se necesite el aislamiento eléctrico perfecto y se usa para incrementar la máxima distancia del bus sin perjudicar la velocidad de transmisión. (Profibus, 2015).

2.12 Periferia Descentralizada

Introducción

En la industria el controlador lógico programable de control está a una gran distancia y se tiene llevar los cables de las entradas y salidas hasta los equipos de control y accionamiento de la máquina y requiere una gran cantidad de cables provocando problemas de espacio, pérdidas de señal, costo económico de material y colocación. Los fabricantes de los controladores lógicos programables y otros componentes industriales para evitar estos problemas realizaron dentro de su gama de productos la facilidad de enlazar el PLC y los elementos de máquina mediante un bus de datos transmiten información de forma rápida y óptima. Es fundamental colocar un módulo que centralice la conexión de los controles y accionamientos que se enlace

mediante un bus con el PLC y que procese los datos recibidos para transmitir al controlador lógico programable. Su principal característica es la alta velocidad de transmisión de datos. Permite controlar las señales de entrada y salida de los sensores, actuadores y otros componentes industriales por medio un cableado mínimo. (Periferia descentralizada E/S, 2016).

Figura 15

Periferia Descentralizada



Nota. La figura hace referencia a los módulos de periferia descentralizada tomado de (Periferia descentralizada E/S, 2016).

2.12.1 Ventajas de la Periferia descentralizada

- Disminución de tableros.
- Reducción de número de cables y mangueras.
- Facilidad de ampliaciones y modificaciones.
- Ayuda a la identificación de entradas y salidas.
- Optimiza el diagnóstico y reparación de averías.
- Disminuye canalizaciones.
- Disminuye los tiempos muertos de la maquina o proceso.

2.12.2 Desventajas de la Periferia Descentralizada

- Capacitación al personal de mantenimiento con falta de experiencia en automatización.
- Aumento de las arquitecturas de comunicaciones.
- Incremento de equipos para las comunicaciones.

2.12.3 Condiciones para utilizar la Periferia descentralizada

- Proceso industrial que tenga distribuida los sensores y actuadores.
- Proceso de control industrial que en el futuro se puedan modificar.
- Máquina con un elevado de entradas y salidas en el proceso. (Centeno, 2018).

2.13 Gama de fabricantes de periferia descentralizada

2.13.1 Siemens:

La gama Simatic ET 200 de la marca Siemens tiene una mucha variedad de sistemas de periferia descentralizada entradas y salidas remotas para dar recursos en el armario eléctrico específicamente en la máquina para la instalación externamente del armario eléctrico se encuentran situados en una caja plástica robusta y asegurada con fibra de vidrio muy resistente a los golpes, suciedad y agua. Se utiliza menos componentes, ahorra costes de cableado y se favorece de tiempos de respuesta muy pequeños. Su distribución modular puede escalar y ampliar los sistemas ET 200 de manera sencilla.

Los sistemas ET 200 es el sistema periférico multinacional y de modularidad granular en grado de protección IP20 que se puede acoplar a las tareas de automatización. (SIMATIC ET 200, 2019)

Figura 16*Periferia Descentralizada Siemens*

Nota. La figura hace referencia a la periferia descentralizada de la marca Siemens tomado de (SIMATIC ET 200, 2019).

2.13.2 Mitsubishi Electric

Melsec ST es la periferia descentralizada del fabricante Mitsubishi, se basa en Profibus y se refiere a un sistema de entradas y salidas descentralizadas de módulos electrónicos. Es muy flexible y se puede controlar de forma exacta para cualquier aplicación, ofrecen una máxima seguridad de funcionamiento. (ELECTRIC, 2009)

Características de la periferia Mitsubishi:

- Estructura modular.
- Cableado vertical.
- Cambio de modulo durante el funcionamiento pulsando una tecla.

Figura 17

Periferia Descentralizada Mitsubishi

Nota. La figura hace referencia a la periferia descentralizada de la marca Mitsubishi tomado de (ELECTRIC, 2009).

2.13.2.1 Funciones de la periferia descentralizada

Tabla 6.

Funciones de la periferia descentralizada Mitsubishi

Tipo	Estación principal	
	ST1H-BT	ST1H-PB
Protocolo	CC-Link	Profibus DP
Número máximo de E/S	63	
Número máximo digital d	252	
Número de D. Analógicos	52	
Fuente de alimentación	24 VDC	

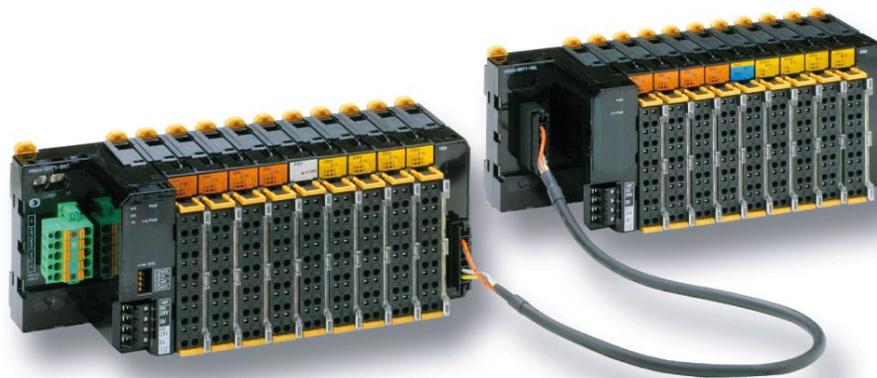
Nota. Esta tabla muestra las características de la periferia descentralizada Mitsubishi

2.13.3 Omron

La periferia descentralizada permite enlazar dispositivos en tiempo real y permite minimizar el cableado en instalaciones grandes relevando una gran cantidad de cables por un cable Ethernet RJ45. Cuentan con las entradas de Encoder de mayor velocidad capaces de proporcionar datos de posición de controlador. Dispone para el protocolo en tiempo real de la cabecera de comunicación, cada cabecera integra 63 unidades de entradas y salidas incluyendo módulos de seguridad integrada. (Automatización industrial , 2018)

Figura 18

Omron periferia descentralizada de la serie GX



Nota. La figura representa a la periferia descentralizada de la marca Omron serie GX tomado de (Automatización industrial , 2018).

2.13.4 Allen-Bradley

Brinda un control de alto rendimiento con un diseño compacto y aumentan las capacidades de rendimiento, tiene contador de alta velocidad, entrada digital, salida digital, entrada y salida analógica módulos de reserva de dirección y distribuidos de potencial de campo. (Automation, 2017)

Características

- Posee hasta 31 módulos de entrada y salida.
- Almacena energía del sistema por separado para un mayor aislamiento y entrada de energía incorporado a los módulos de entradas y salidas.
- Proporciona indicadores de estado de mejor calidad para monitorear y resolver los problemas del sistema.

Figura 19

Periferia descentralizada Allen-Bradley

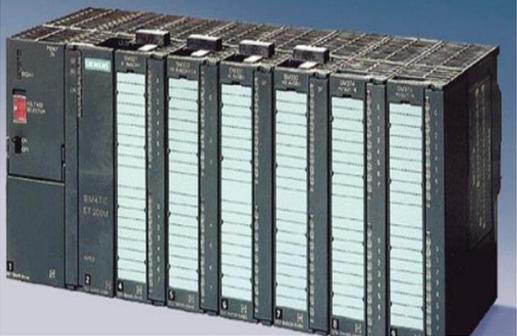


Nota. La figura hace referencia a la periferia descentralizada de la marca Allen-Bradley tomado de (Automation, 2017).

2.14 Módulos de entradas-salidas Descentralizadas

En la actualidad existe equipos adaptados a todas las condiciones como: entradas-salidas digitales y analógicas, temporizadores, contadores también hay productos con CPU propia que pueden ser maestros de otros módulos de E/S descentralizada va a depender del fabricante para incluir el tipo de redes como Profibus, Devicenet. (Centeno, 2018)

Tabla 7.*Periferias de fabricante Siemens*

<p>2.14.1 Siemens ET</p> <p><i>200M</i>: Tiene su propia dirección Profibus y están montados en dos armarios.</p>	<p>Características:</p> <p>Conexión de todos de E/S del S7-300.</p> <p>Velocidad hasta 12 Mbits/s.</p>	
<p>2.14.2 Siemens ET</p> <p><i>200S</i>: Ofrece sistemas de periferia descentralizada tanto</p>	<p>Características:</p> <p>Máximo 63 módulos conectables.</p> <p>Módulos E/S analógicas.</p>	
<p>2.14.3 Siemens ET</p> <p><i>200X</i>: Sin necesidad de armario reduce de forma de costos.</p>	<p>Características:</p> <p>7 módulos de expansión.</p> <p>Módulo de enlace ASI.</p>	
<p>2.14.4 Siemens</p> <p><i>ET200B</i>: Tiene un tamaño compacto con interface Profibus DP</p>	<p>Características:</p> <p>Cableado a tres o cuatro hilos, velocidad de transmisión de 12Mbits/s.</p>	

Nota. Esta tabla muestra las periferias descentralizadas que ofrece SIEMENS

2.15 Sensores y actuadores del sistema de control

Son dispositivos que con la presencia del elemento a detectar, varia la señal de salida y debido a esta información se acciona un actuador que realiza una acción determinada. No es necesario que el sensor haga contacto físico con el elemento a detectar.

El sistema de control recibe datos del entorno sobre el cual se quiere realizar una acción mediante los sensores, estos datos aporta al controlador que decida si debe realizar una acción.

Los sensores son dispositivos que almacenan información y otorgan al sistema de control para que este sentencie y tome decisiones que permitan detectar valores de cualquier magnitud y variables de instrumentación.

Los actuadores realizan acciones que el sistema de control ordena y repercuten en el mundo real también es capaz de transformar energía en activación de cualquier proceso con el fin de generar un proceso automatizado. (SIHD_Sens_Actu_EC, 2015)

Figura 20

Sistema de control



Nota. La figura hace referencia al sistema de control con la adaptación de los sensores y la actuación de los actuadores tomado de (SIHD_Sens_Actu_EC, 2015).

2.15.1 Sensores

Perciben la variación de la magnitud como temperatura, posición, nivel, fuerza entre otros y convierte estos cambios de señales generalmente eléctricas para suministrar los datos a instrumentos de lectura y registro para un sistema de control.

Los sensores se deben instalar en un lugar apropiado para medir la correspondiente magnitud y es indispensable reconocer su modo de operación para poder instalarlo y configurarlo. Hay mucha variedad de sensores de todo tipo y se clasifica en:

Tabla 8.

Tipo de sensores

Analógicos:	Entregan una salida de nivel variable en función del requisito que lo notifique para medir.
Binarios:	Tiene un estado lógico de 1 y 0.
Digitales:	Proporciona información relativa a la medida de un protocolo de comunicaciones.
Pasivos:	No necesitan de fuente de alimentación, son resistencias que cambian de valor o temperatura.
Activos:	Tienen circuitos electrónicos que alimentar y necesitan una fuente de alimentación.
Mecánicos:	Detectan parámetros que se activan con acciones mecánicas, contactos, aceleración, etc.

Nota. Esta tabla muestra los tipos de sensores que existen en el mercado

2.15.2 Parámetros y valor de los sensores

Los valores que están comprendidos en los sensores de humedad, luz, velocidad abierto, cerrado ofrecen la señal de salida del sistema de control en:

- Salida análoga de 0 a 10 Vcc.
- Salida de 0 a 5 Vcc.
- Corriente de 0 a 20 mA y de 4 a 20 mA.
- Estado lógico de 0 y 1.

2.15.3 Características de los sensores

Tabla 9.

Características de los sensores

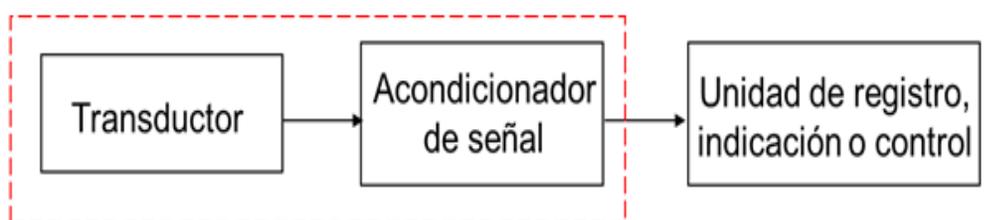
Exactitud:	Diferencia entre el valor medido y el valor real.
Conformidad:	Error esperado al realizar la medida.
Resolución:	Cambio pequeño detectado a la medida.
Precisión:	Tasa de error a la medida del porcentaje $\pm 1\%$ de precisión.
Sensibilidad:	Mínimo valor de la variable que produce un cambio en la salida.
Error:	Desviación entre el valor medido y el valor verdadero.
Linealidad:	Relación entre el valor entregado y valor representado.
Rango:	Diferencia entre el valor mayor y el valor menor.

Nota. Esta tabla representa a las características de los sensores para un óptimo rendimiento.

Los sensores tienen una gran importancia en la electrónica especialmente en la instrumentación y en el control de procesos industriales porque puede establecer el estado del proceso que se va a usar, transforma los cambios de magnitudes a calcular de una señal eléctrica acondicionada para que pueda ser admitida al destino. (Control Real, 2015)

Figura 21

Diagrama de bloques de los sensores



Nota. La figura hace referencia al diagrama de bloques de los sensores transductor, acondicionador de señal y unidad de registro y control tomado de (Control Real, 2015).

2.16 Actuadores

Son dispositivos capaces de convertir energía mecánica, hidráulica y neumática para activar o encender un proceso con el fin de generar un proceso industrial automatizado.

Los actuadores convierten la energía de salida del automatismo en otra energía útil para el entorno industrial en el cual se va a trabajar. (Todo sobre los actuadores , 2016)

Figura 22

Actuadores



Nota. La figura hace referencia al elemento de control conocido como actuador tomado de (Todo sobre los actuadores , 2016).

2.16.1 Tipos de actuadores

Se clasifican según la fuente de energía que utilizan para generar el movimiento requerido.

Actuadores neumáticos: Utilizan el aire comprimido para producir el movimiento

Actuadores hidráulicos: Utilizan el líquido para genera movimiento

Actuadores eléctricos: Requieren de una fuente de alimentación externa para producir movimiento

Actuadores térmicos: Utilizan energía calorífica o magnética para producir el movimiento

2.16.2 Variable de los actuadores

La variable en un actuador rotatorio es el torque o par llamado momento y es expresado en lb-in, lb-pie, N-m. Depende de su diseño y consta con las partes móviles básicas: (c, s.f.)

Tabla 10.

Variables de los actuadores

	Actuador neumático.	Actuador eléctrico.	Actuador hidráulico.
Fuerza.	Presión de aire.	Energía eléctrica.	Presión hidráulica.
Elemento.	Embolo, pistón.	Motor eléctrico.	Embolo, pistón.
Transmisión.	Yugo o piñón.	Reductor.	Eje.

Nota. Esta tabla hace referencia a las variables de cada actuador depende del diseño.

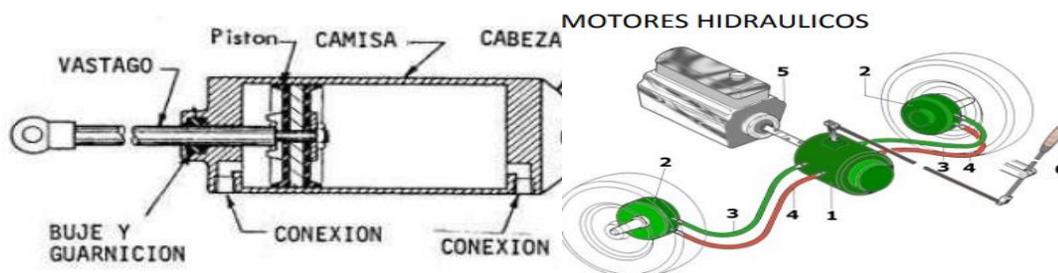
2.17 Actuadores Hidráulicos

Son los dispositivos que funcionan a base de fluidos de presión como aceite para generar movimientos lineales, rotativos y oscilatorios. Se maneja en sistemas que necesiten cargar mucho peso como maquinaria pesada de construcción. Se clasifica en:

- Cilindro hidráulico.
- Motor hidráulico.
- Motor hidráulico de oscilación.

Figura 23

Actuadores Hidráulicos



Nota. La figura hace referencia a las partes de motores o actuadores hidráulicos tomado de (Actuadores , 2013).

2.18 Actuadores Neumáticos

Son los mecanismos que transforman la energía del aire comprimido en trabajo mecánico. Tienen un rango alto de compresión y presentan poca viscosidad.

Figura 24

Clasificación de los actuadores neumáticos



Nota. La gráfica hace referencia a la clasificación de los actuadores neumáticos tomado de (Actuadores , 2013).

2.19 Actuadores eléctricos

Son los mecanismos más fáciles de usar ya que no usan aceite ni aire comprimido para poder operar pero dependen de una fuente de alimentación externa se utilizan en líneas de tubería de grandes diámetros, se usan para el encendido y apagado de sistema de válvulas. Existe una gran cantidad de modelos y es sencillo utilizarlos con motores eléctricos. (Actuadores , 2013)

2.19.1 Tipos de actuadores eléctricos

Tabla 11.*Tipos de actuadores eléctricos*

Motores de CC-DC.	Motores de CA-AC.	Motores paso a paso.
Son fáciles usar, tiene en el propio motor un sensor de posición para realizar su operación.	Pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Síncronos. ➤ Asíncronos. 	Se clasifican en: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Imanes permanentes. ➤ Reluctancia variable. ➤ Híbridos.

Nota. Esta tabla hace referencia tipos de motores eléctricos que hay en el mercado

Figura 25*Actuadores eléctricos*

Nota. Las figuras hacen referencia a los diferentes actuadores eléctricos tomado de (Actuadores , 2013).

3. Desarrollo del tema

Implementación de una comunicación Profibus DP entre el PLC s7-1200 y una periferia descentralizada para la adquisición de entradas digitales.

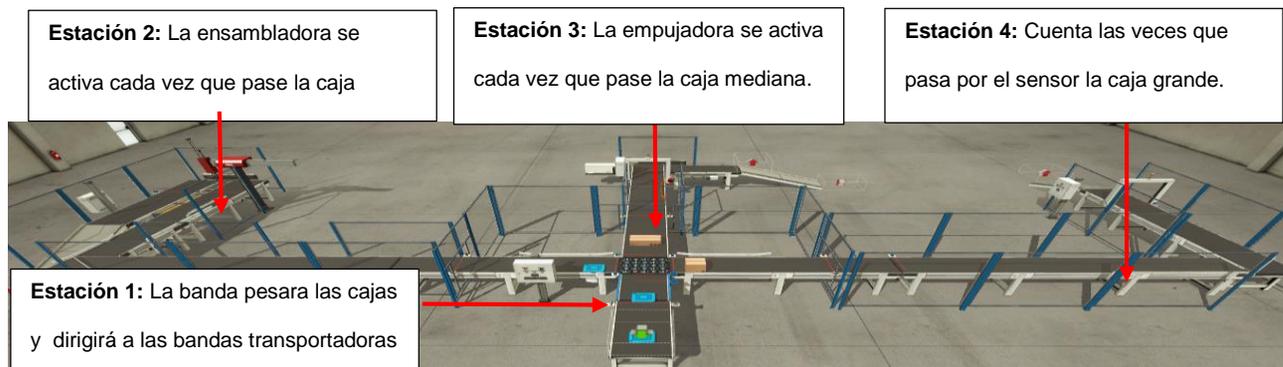
Preliminar

La comunicación Profibus DP está formada por 1 maestro y 1 esclavo, el maestro es el PLC S7-1200 y el esclavo es la periferia descentralizada ET-200 que van conectados a las entradas digitales que son los sensores. Los datos del esclavo se visualizara en el tablero de control del software Factory I/O y en el HMI del programa TIA PORTAL v.15.

El proceso consiste en un separador de cajas que las clasifica acorde a su peso: pequeñas 2.5 kg, medianas 5 kg y grandes 7 kg. Acorde a su tipo son dirigidas a las bandas transportadoras dentro del proceso industrial. Además se cuenta con un HMI que permite controlar las bandas transportadoras con las acciones de paro y puesta en marcha, inyector, empujadora. Así mismo permite monitorear el estado de las luces indicadoras y un contador de cuantas cajas pasan por cada estación.

Figura 26

Proceso industrial



Nota. La figura hace referencia al proceso industrial con sus debidas estaciones tomada de Factory I/O.

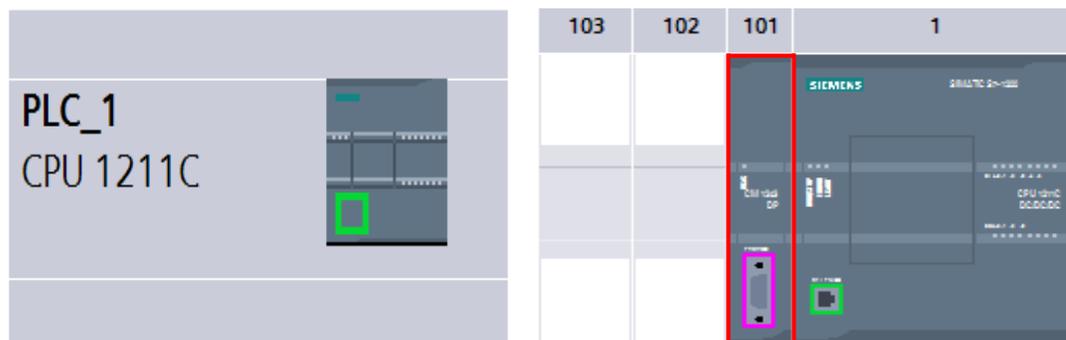
3.1 Creación de la comunicación Profibus DP

Se debe seleccionar el PLC que se va a utilizar en este caso es de la serie **S7-1200**, dar clic para poder establecer el módulo Profibus en el PLC para realizar la conexión con la periferia descentralizada. En la parte superior derecha del software TIA Portal buscar la opción **comunicaciones** y escoger la carpeta **Profibus** y seleccionar el modulo **CM 1243-5**

IMPORTANTE: Se debe escoger una **versión 4.0** o mayor para que funcione la simulación.

Figura 27

Módulo Profibus en el PLC

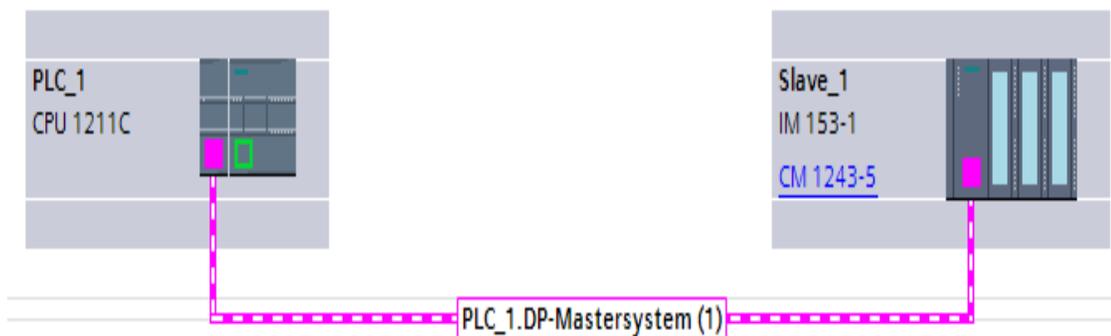


Nota. La figura hace referencia al PLC S7-1200 con el módulo Profibus DP tomado de TIA PORTAL V.15.

Para colocar la periferia descentralizada se debe ir a la parte superior derecha y escoger la opción **Periferia descentralizada**, buscar la opción **ET 200M**, dar clic en el módulo de interface, seleccionar la carpeta **Profibus** y escoger el módulo **CM 1243-5**. Se procede a realizar la **conexión PROFIBUS DP** entre el PLC S7-1200 y la periferia descentralizada ET 200. Para observar la conexión se debe ir a la opción vista de red para ver la comunicación Profibus DP.

Figura 28

Conexión Profibus DP

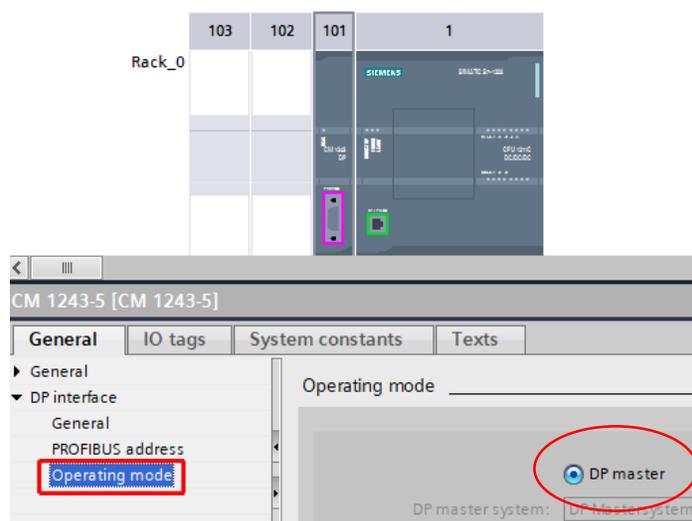


Nota. La figura hace referencia a la comunicación Profibus DP entre el PLC y la periferia descentralizada tomado de TIA PORTAL V.15

Para configurar y comprobar que el maestro sea el PLC S7-1200 se debe dirigir al módulo del **PLC** y le dar clic a la estación **CM 1243-5** y luego dar clic a la opción de **modo de operación** y comprobar que este activada la opción **Maestro DP**.

Figura 29

Comprobación del maestro

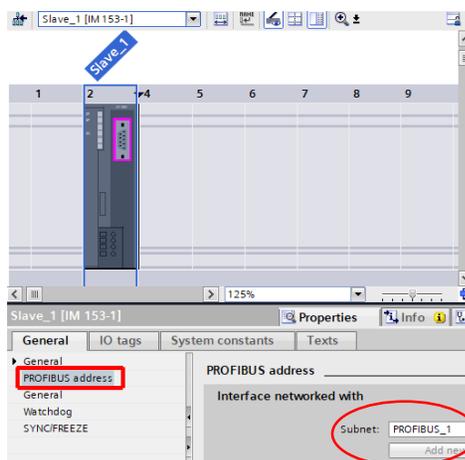


Nota. La figura hace referencia a la comprobación del maestro DP tomada de TIA PORTAL V.15.

Se debe agregar la **configuración** Profibus al esclavo como es simulación se agrega automáticamente si fuera de manera física se debe agregar la dirección física del esclavo.

Figura 30

Esclavo configuración

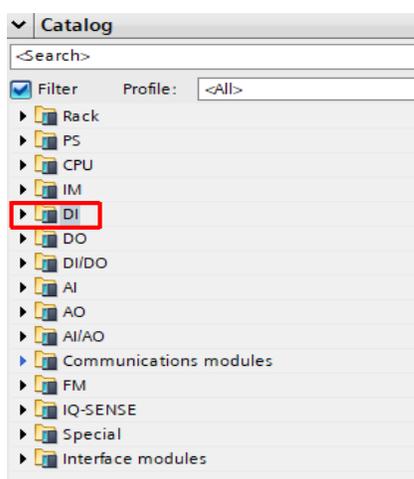


Nota. La figura hace referencia a la configuración del esclavo tomado de TIA PORTAL V.15.

En el esclavo se debe configurar las entradas y salidas digitales que se va utilizar y se encuentra en la parte derecha del **catálogo del hardware**, va a depender de los sensores y actuadores que se va a utilizar en la programación.

Figura 31

E/S digitales

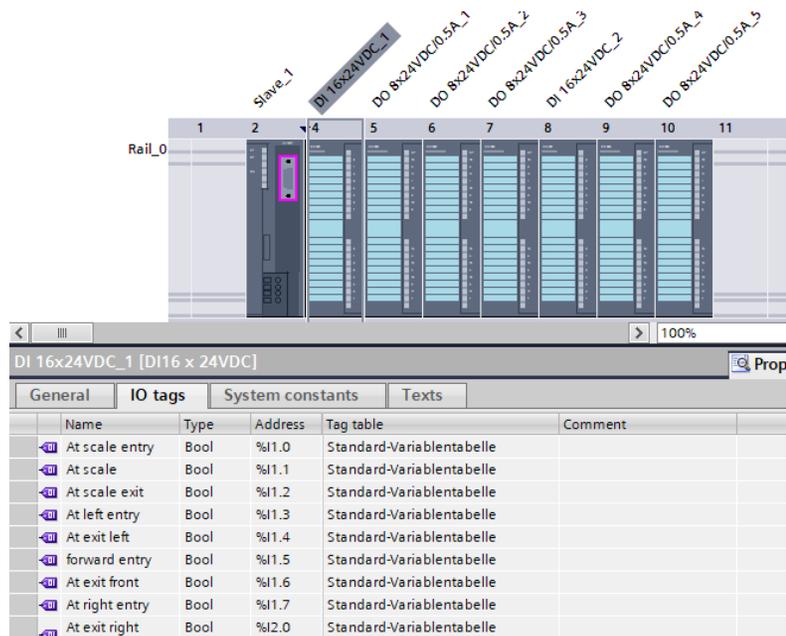


Nota. La figura hace referencia a la asignación de entradas y salidas que se va a utilizar en la periferia descentralizada tomado de TIA PORTAL V.15.

Se escoge todas las entradas y salidas que se va a utilizar en la programación para poder asignar cada dirección y variable a la periferia descentralizada. Existe una gran variedad de entradas y salidas digitales como **DI 16x24** que significa 16 entradas digitales y se activa en 24 voltios, etc. Para activar dichas entradas y salidas digitales se debe ir a la opción **Variables e/s (IO tags)** se coloca el nombre de la **variable** a usar, el **tipo** y se asigna la **dirección** a cada variable de la programación.

Figura 32

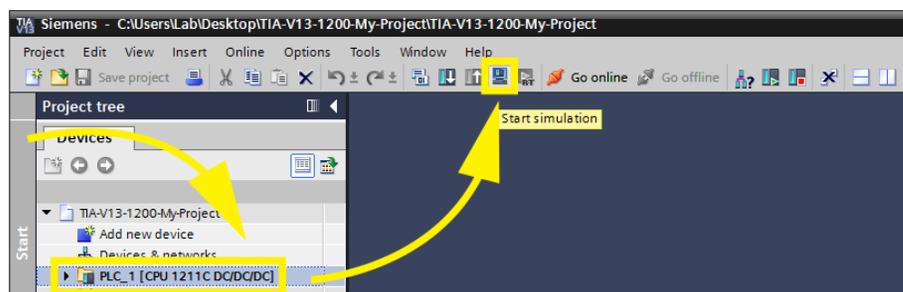
Asignación de E/S a la periferia



Nota. La figura hace referencia a las direcciones que se utiliza en la periferia descentralizada tomado de TIA PORTA V.15.

Se debe seleccionar la carpeta del **PLC** y en la parte superior central se debe dar **click** en la opción **Iniciar simulación**.

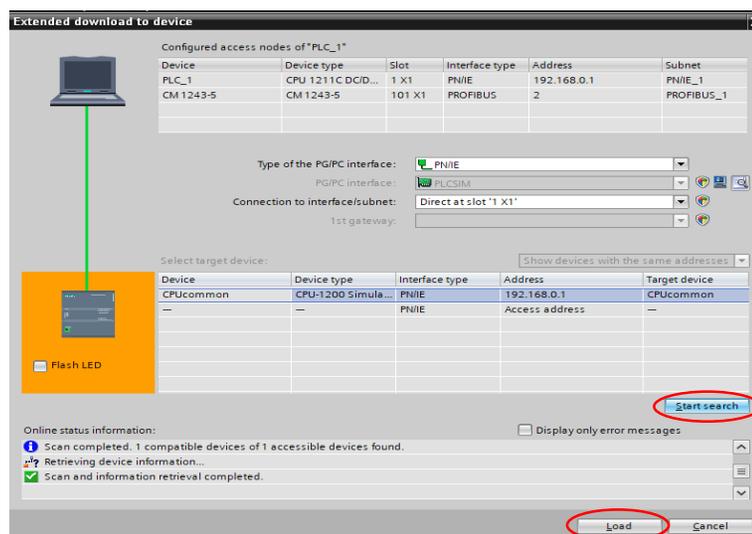
Figura 33

Inicio de simulación

Nota. La figura hace referencia al inicio de simulación para abrir el PLCSIM tomado de TIA PORTAL V.15.

Se elige **PN/IE** como el tipo de **interfaz PG/PC** y en la interfaz **PG/PC** se selecciona **PLCSIM**. Se presiona en **iniciar búsqueda** esperar que encuentre los dispositivos. Cuando finalice el escaneo se selecciona el dispositivo y se da clic en **cargar**.

Figura 34

Cargar la conexión al PLC SIM

Nota. La figura hace referencia a la búsqueda y escaneo del dispositivo PLCSIM tomado de TIA PORTAL V.15.

El **S7-PLCSIM** va a aparecer se debe seleccionar el modo **RUN** para configurar la CPU en modo **RUN**.

Figura 35

S7-PLCSIM modo RUN

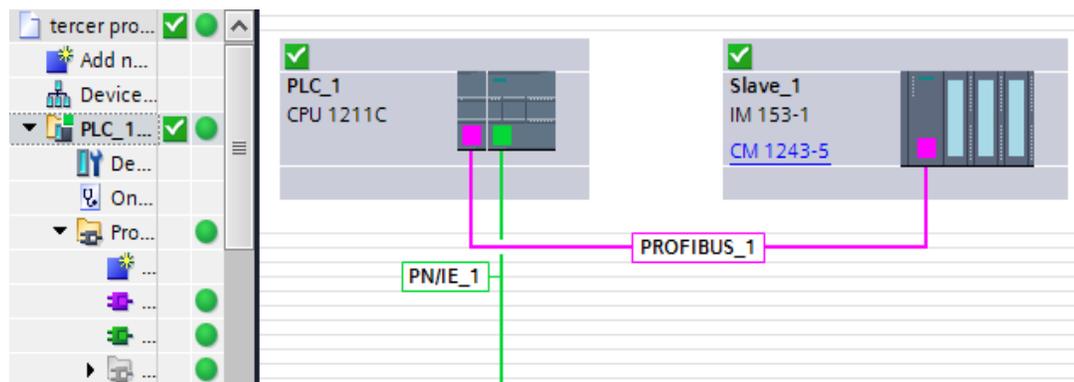


Nota. La figura hace referencia al PLCSIM en modo RUN para establecer la simulación tomada de TIA PORTAL V.15

Para comprobar que la conexión Profibus DP está correctamente se debe dirigir a la pestaña **monitoreo** en el **diagrama de bloques** después, dar clic en los dispositivos y redes y verificar que la conexión este de manera correcta.

Figura 36

Comprobación de la comunicación Profibus



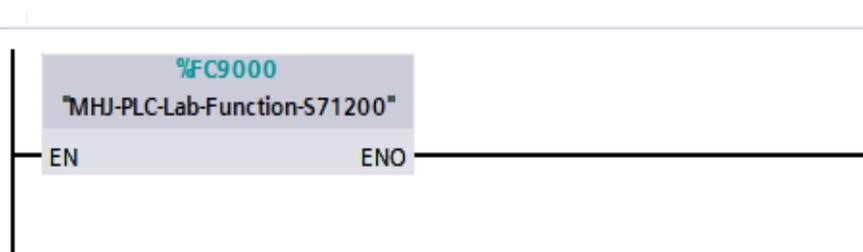
Nota. Comprobación de la comunicación Profibus DP en la pestaña vista de redes tomada de TIA PORTAL V.15.

3.2 Configuración del PLCSIM y Factory I/O

Se debe tomar en cuenta que se necesita un **Template** o una plantilla para que exista comunicación entre el Factory y el PLCSIM. El **Template** se puede descargar vía web en la página de Factory I/O se debe descargar para el PLC que se va a usar en este caso será para el S7-1200

Figura 37

Template de comunicación



Nota. La figura hace referencia al Template para el PLC S7-1200 establece conexión con el software Factory I/O tomada de TIA PORTAL V.15.

En el software **Factory I/O** hacer clic en la opción **Archivo > Drivers** para abrir y **configurar** la ventana del controlador

Figura 38

Configuración del driver

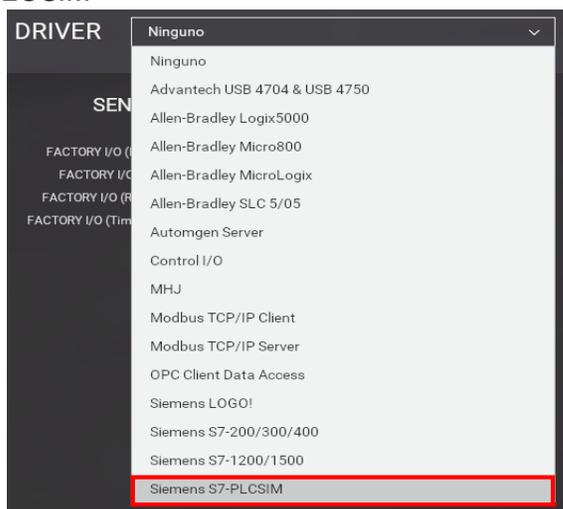


Nota. La figura hace referencia a la configuración de los drivers del software Factory I/O tomada de Factory I/O

Se selecciona la opción **Siemens S7-PLCSIM** en la lista los de controladores.

Figura 39

Siemens S7-PLCSIM

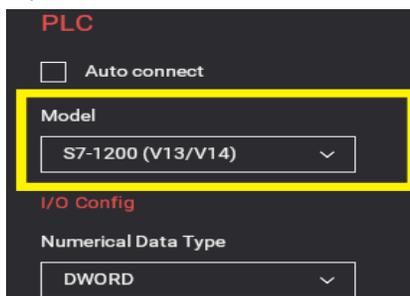


Nota. La figura hace referencia al driver que se va a escoger Siemens S7-PLCSIM tomado de Factory I/O.

Se debe dar clic en el panel de **Configuración**. Seleccionar el módulo de CPU que se va a utilizar para el proyecto en este caso será el modelo **S7-1200 V13/V14**

Figura 40

Modelo S7-1200 (V13/V14)

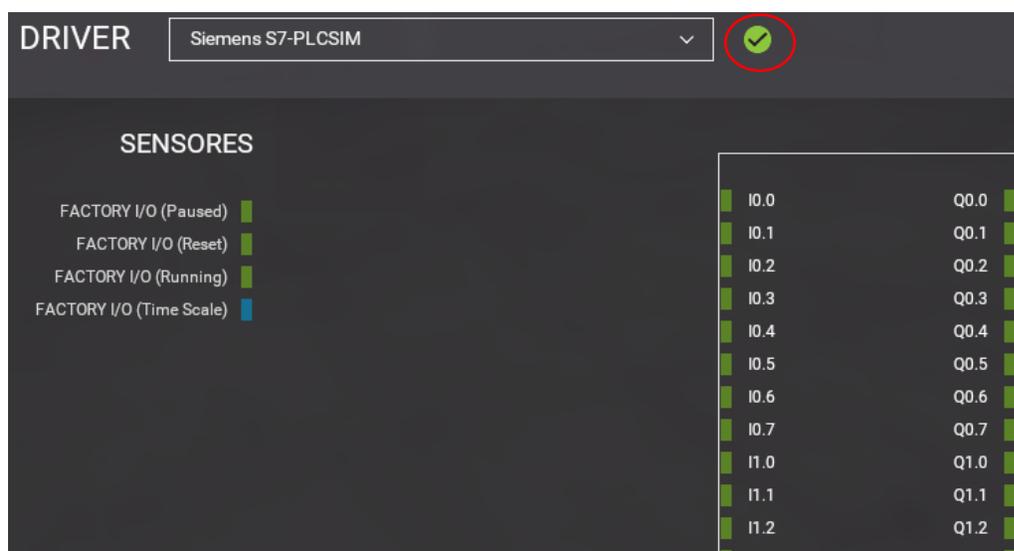


Nota. La figura hace referencia a la versión de a escoger del TIA PORTAL tomado de Factory I/O.

Se presiona **Esc** para regresar a la ventana principal del controlador. Después en la parte superior derecha se da clic en **Conectar** para hacer comunicación con el **simulador**. Para comprobar una comunicación exitosa aparece un **icono verde** en forma de visto en la barra de estado eso afirma que se conectó correctamente.

Figura 41

Conexión TIA PORTAL y Factory I/O



Nota. La figura hace referencia a la comunicación entre el PLCSIM de TIA

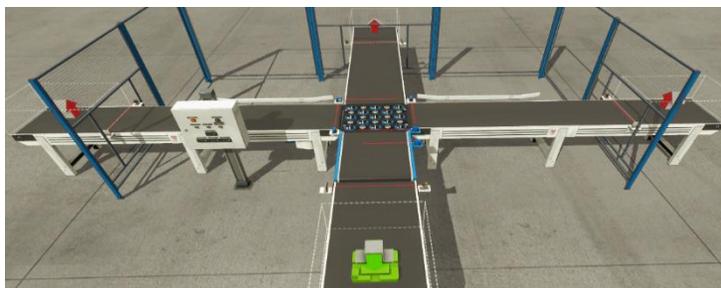
PORTAL V.15 y el software Factory I/O tomado de Factory I/O

3.3 Programación del TIA PORTAL

Se realiza la programación para la primera estación, la estación separa cajas de diferente peso estas son: **pequeñas, medianas y grandes**. Dependiendo de la caja se va a trasladar a su respectiva banda transportadora.

Figura 42

Separador de cajas

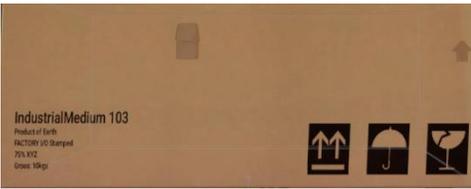


Nota. La figura hace referencia a la primera estación principal que es un separador de cajas tomada de Factory I/O

3.3.1 Características de las cajas

Tabla 12.

Tipos de Cajas

Caja pequeña	Caja mediana	Caja grande
Peso: 2.5 Kg	Peso: 5 Kg	Peso: 7 Kg
		

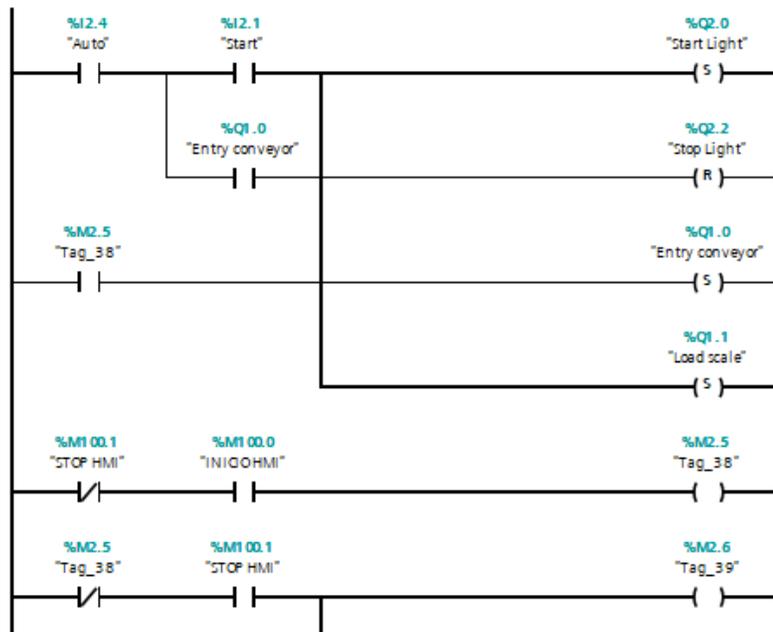
Nota. Esta tabla hace referencia al peso de las cajas del programa

Se hace la programación del separador de cajas, el proceso inicia cuando se selecciona en automático y se da clic en el botón inicio, la banda transportadora mueve la caja hasta llegar a los sensores cuando el sensor detecte va a encender las luces indicadoras.

Importante: Se debe poner las direcciones asignadas a la periferia descentralizada

Figura 43

Marcha y paro

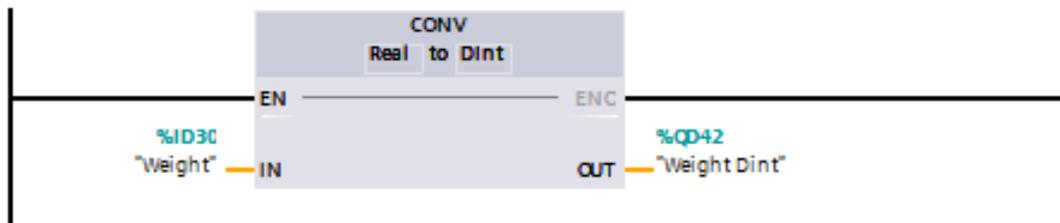


Nota. La figura hace referencia a la programación de la primera estación en donde se activa las bandas transportadoras tomada de TIA PORTAL V.15

La caja pasa por la banda transportadora esta la detecta y manda su valor en **Real** es necesario realizar una conversión de **Real a Entero digital** para visualizar su peso en el tablero de control.

Figura 44

Real a Dint

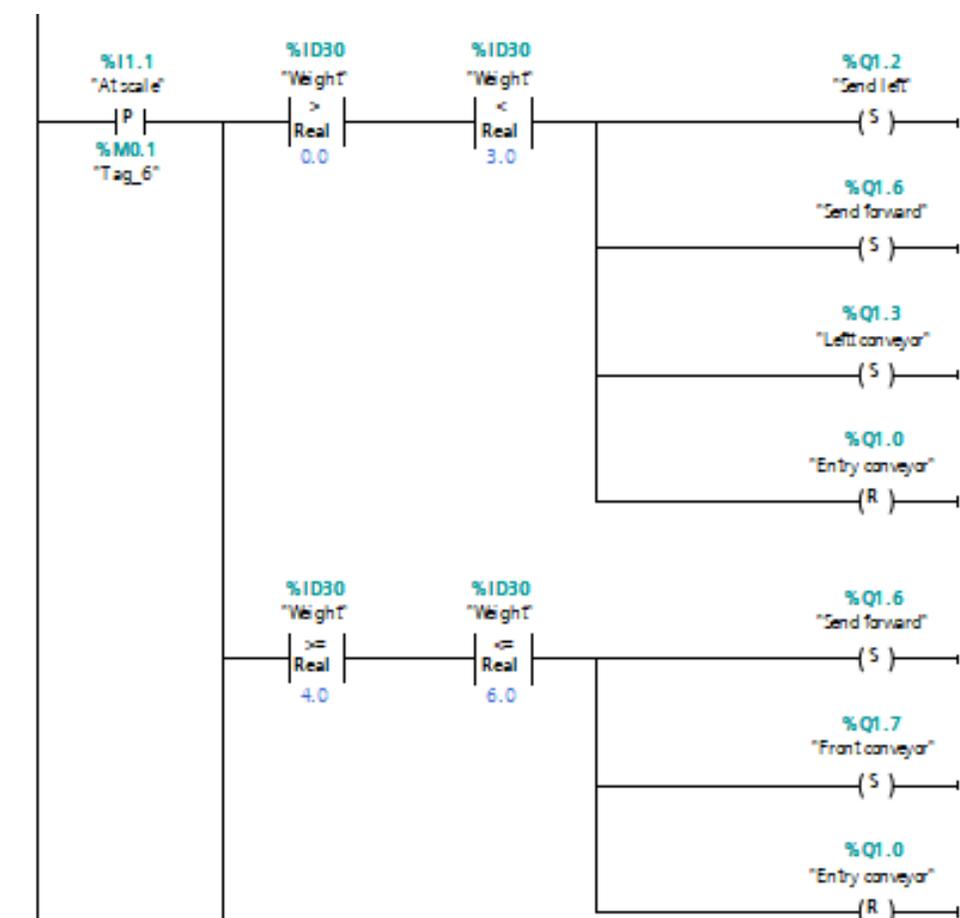


Nota. La figura hace referencia a la conversión de entradas reales a salidas enteras digitales tomada de TIA PORTAL V.15

Se hace las **condiciones** para que se activen las respectivas bandas transportadoras dependiendo del peso de cada caja. La caja pequeña tendrá un valor entre **0-3 Kg**. La caja mediana tendrá un valor entre **4-6 Kg**. Mientras que la caja grande va a tener un valor mayor de **7 Kg**.

Figura 45

Condición de peso

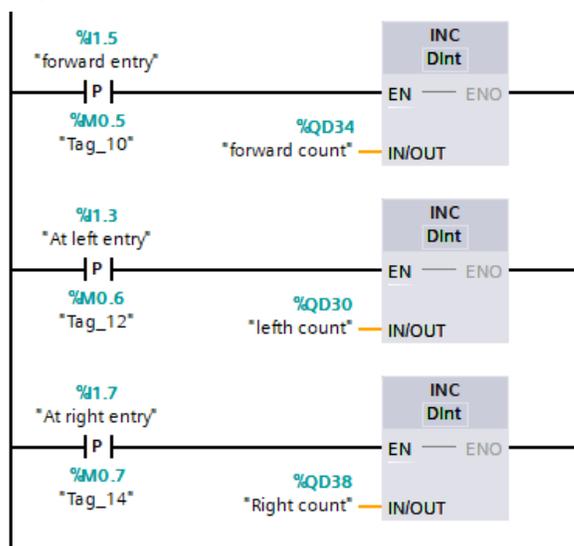


Nota. La figura hace referencia a las condiciones de peso de las cajas para que se dirijan a su respectiva estación tomada de TIA PORTAL V.15.

Cada banda transportadora tiene su sensor, cuando el sensor se activa por la caja manda un **INC** que es el **incremento** al software para que cuente cuantas cajas pasan por la banda transportadora.

Figura 46

Incremento de cajas

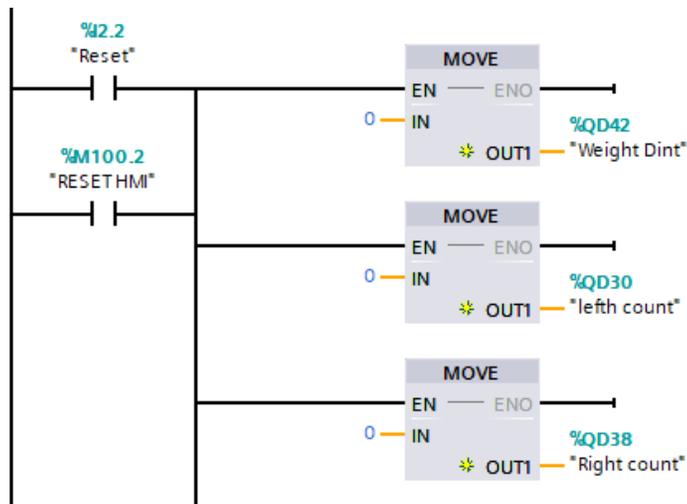


Nota. La figura hace referencia a la programación del conteo cada vez que las cajas pasan por cada sensor tomado de TIA PORTAL V.15

Si se desea resetear el contador de las cajas, se coloca un operador de movimiento **MOVE**, cada que cada vez que se presione el botón de **Resetear** el operador mueva a **0** la salida digital del contador.

Figura 47

Resetear contador

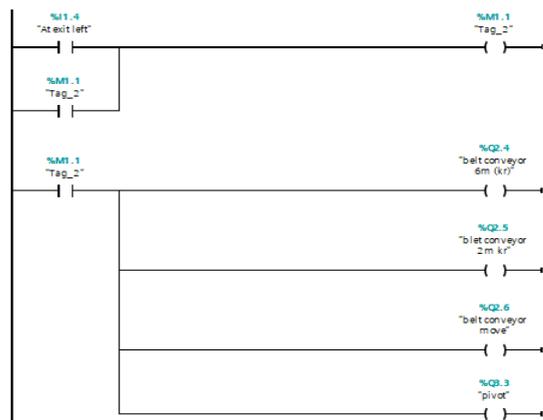


Nota. La figura hace referencia al reseteo del conteo cada vez que se presiona el botón de Reset tomado de TIA PORTAL V.15

Se hace la programación para la siguiente estación, el sensor detecta el paso de la caja pequeña esta activa la ensambladora y recoge la caja moviéndole a la otra banda transportadora activando el contador de cajas.

Figura 48

Programación de la estación dos



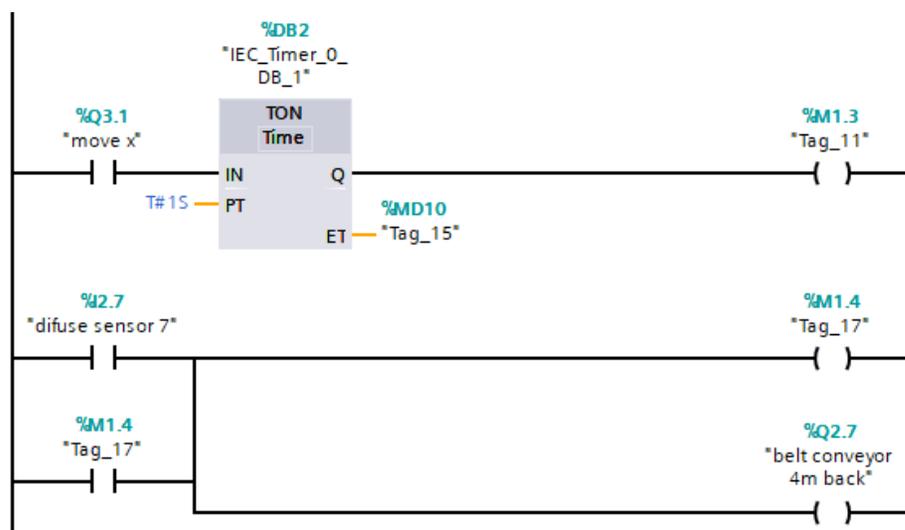
Nota. La figura hace referencia a la programación y el diseño de la estación 2

tomada de Factory I/O y TIA PORTAL V.15

Es necesario poner un temporizador **TON** ya que cuando baje el inyector va a recoger la caja, va a esperar 1 segundo para volver a desactivar la salida del inyector haciendo que este vuelva a subir para ir a la izquierda donde está la otra banda transportadora. La cuenta se almacena en la variable **%MD10**.

Figura 49

Temporizador TON

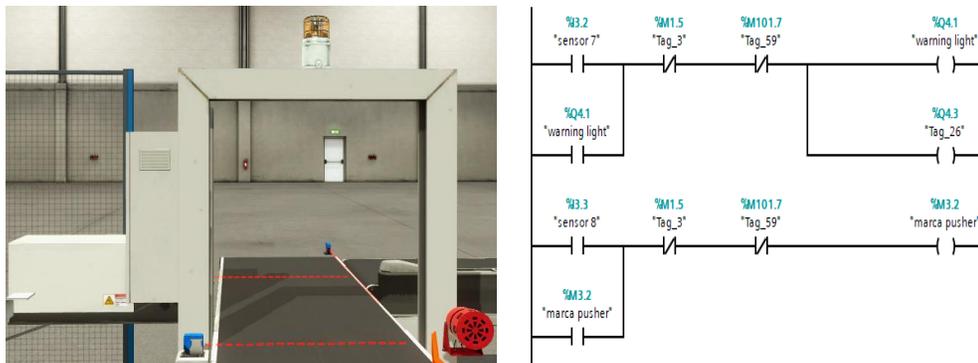


Nota. La figura hace referencia a la programación del temporizador TON para que se active y desactive el ensamblador.

Se hace la programación de la tercera estación, cuando el sensor detecta a la caja se va a activar una **luz indicadora** haciendo que se active el inyector o empujador moviendo la caja a otra banda transportadora para irse a guardar.

Figura 50

Programación de la estación 3

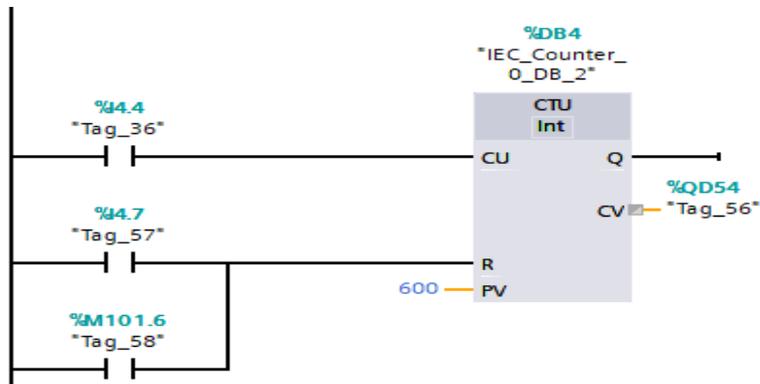


Nota. Las figuras muestran la estación tres y su programación en donde se activa la empujadora cada vez que detecta la caja tomada de Factory I/O y TIA PORTAL V.15.

Se coloca un contador que se va a activar cada cuando la caja active al sensor con esto se puede observar cuantas cajas pasan por la estación 3. La salida del contador %QD54 va a un display digital para observar la cuenta.

Figura 51

Contador estación 3



Nota. La figura hace referencia a la programación del contador para que cuente las cajas que pasan por el sensor tomada de TIA PORTAL V.15

Cada variable de entrada y salida creada debe estar asignada en el PLCSIM para que pueda funcionar la simulación entre el **Factory I/O** y el **TIA portal** con sus respectivas estaciones

Figura 52

Variables

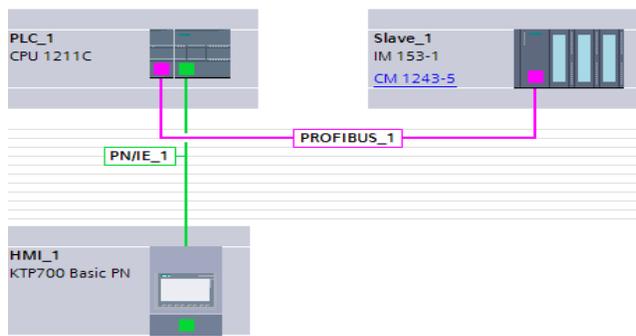
At scale entry	Standard-Variablen...	Bool	%I1.0
At scale	Standard-Variablen...	Bool	%I1.1
At scale exit	Standard-Variablen...	Bool	%I1.2
At left entry	Standard-Variablen...	Bool	%I1.3
At exit left	Standard-Variablen...	Bool	%I1.4
forward entry	Standard-Variablen...	Bool	%I1.5
At exit front	Standard-Variablen...	Bool	%I1.6
At right entry	Standard-Variablen...	Bool	%I1.7
Entry conveyor	Standard-Variablen...	Bool	%Q1.0
Load scale	Standard-Variablen...	Bool	%Q1.1
Send left	Standard-Variablen...	Bool	%Q1.2
Leftt conveyor	Standard-Variablen...	Bool	%Q1.3
Send right	Standard-Variablen...	Bool	%Q1.4
Right conveyor	Standard-Variablen...	Bool	%Q1.5
Send forward	Standard-Variablen...	Bool	%Q1.6
Front conveyor	Standard-Variablen...	Bool	%Q1.7
Start	Standard-Variablen...	Bool	%Q2.1
Start Light	Standard-Variablen...	Bool	%Q2.0
Reset Light	Standard-Variablen...	Bool	%Q2.1
Stop Light	Standard-Variablen...	Bool	%Q2.2
emitter	Standard-Variablen...	Bool	%Q2.3
At exit right	Standard-Variab...	Bool	%I2.0

At scale entry	I1.0	Q1.0	Entry conveyor
At scale	I1.1	Q1.1	Load scale
At scale exit	I1.2	Q1.2	Send left
At left entry	I1.3	Q1.3	Left conveyor
At exit left	I1.4	Q1.4	Send right
At forward entry	I1.5	Q1.5	Right conveyor
At exit front	I1.6	Q1.6	Send forward
At right entry	I1.7	Q1.7	Front conveyor
At exit right	I2.0	Q2.0	Start light
Start	I2.1	Q2.1	Reset light
Reset	I2.2	Q2.2	Stop light
Stop	I2.3	Q2.3	Emitter
Auto	I2.4	Q2.4	Belt Conveyor (6m) 1
	I2.5	Q2.5	Belt Conveyor (2m) 2kr
Diffuse Sensor 6	I2.6	Q2.6	Belt Conveyor (4m) 5kr move
Diffuse Sensor 7	I2.7	Q2.7	Belt Conveyor (4m) 4 regreso
Two-Axis Pick & Place 1 (Detected)	I3.0	Q3.0	Two-Axis Pick & Place 1 Z
Reset Button 2	I3.1	Q3.1	Two-Axis Pick & Place 1 X
Diffuse Sensor entrada	I3.2	Q3.2	Two-Axis Pick & Place 1 (Grab)
Diffuse Sensor 9	I3.3	Q3.3	Pivot Arm Sorter 1 Belt (+)1P
Diffuse Sensor 10	I3.4	Q3.4	Belt Conveyor (6m) 3p
Diffuse Sensor 1 3P	I3.5	Q3.5	Emitter 4 (Emit) 3p
Diffuse Sensor 2 3P	I3.6	Q3.6	roller conveyor 4m 3p
Diffuse Sensor 3 3P	I3.7	Q3.7	Roller Conveyor (2m) 3p
Diffuse Sensor 17	I4.0	Q4.0	Belt Conveyor (4m) 6 kr 2

Nota. Las figuras hacen referencia a lista de variables de todas las estaciones puestas en la programación y en el software tomada de TIA PORTAL V.15 y Factory I/O.

3.4 HMI para el monitoreo de las estaciones

Para crear el interface Humano maquina **HMI** se debe conectar mediante comunicación **PROFINET** al maestro **PLC S7-1200**, se usa un panel táctil **KTP 700**

Figura 53*Interface humano máquina*

Nota. La figura hace referencia a la conexión del HMI con el PLC para controlar la periferia descentralizada tomada de TIA PORTAL V.15

La **pantalla principal** se podrá controlar de manera automática el paro y marcha de la primera estación. Se tiene cuatro indicadores para monitorear el proceso. Se puede observar el peso de la caja que está detectando y tiene tres **contadores** que cuentan cada vez que los sensores se activen. Tiene tres **flechas** que se dirige a las otras estaciones.

Figura 54*Panel principal HMI*

Nota. La figura hace referencia al panel central del HMI tomada por TIA PORTAL

V.15

En la **pantalla secundaria** se tiene el control de la segunda estación, se puede controlar el **movimiento** de la **ensambladora** y se puede controlar la marcha y el paro de la banda transportadora. Tiene un **contador** para visualizar cuantas cajas pasan por el sensor con su respectivo **Reset**.

Figura 55

Panel secundario 1



Nota. La figura hace referencia al panel de control de la estación dos tomada por TIA PORTAL V.15.

En la pantalla secundaria 2 se puede controlar el inyector para dirigir las cajas de forma **manual** desde el **HMI** se puede monitorear la luz y la bocina que indican que una caja esta próxima a guardarse. Se tiene un indicador que cuenta las cajas que se guardan y un **Reset** para empezar desde cero el conteo.

Figura 56

Panel secundario 2



Nota. La figura hace referencia al panel de control de la estación tres tomada por TIA PORTAL V.15

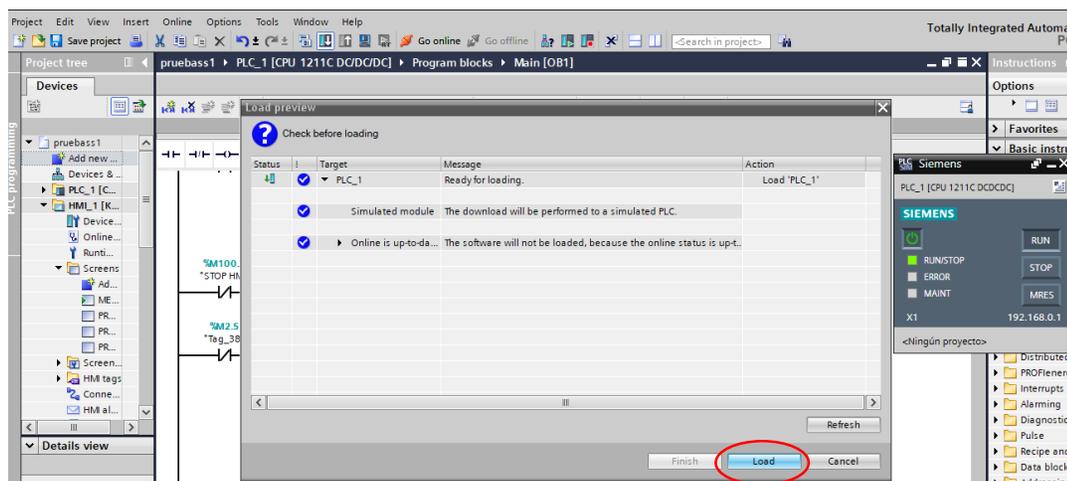
3.5 Prueba de funcionamiento

Se realizó pruebas de funcionamiento con una duración de 10 minutos en donde se comprobó que las cajas fueron separadas y ordenadas correctamente acorde a su tamaño y peso. La caja pequeña es enviada a la estación dos en donde el sensor la detecta la caja y activa el inyector para que mueva la misma y pueda irse a guardar. La caja mediana es enviada a la estación tres en donde el sensor va a detectar la caja y activa la empujadora para que se guarde la caja mediana. La caja grande es enviada a la estación cuatro que tiene un contador numérico de cajas grandes que pasan a guardarse.

Para realizar las pruebas de funcionamiento es necesario cargar toda la programación de las estaciones al PLCSIM y verificar que exista la comunicación Profibus DP entre el maestro y esclavo.

Figura 57

Cargar programación



Nota. La figura hace referencia a cargar toda la programación realizada al

PLCSIM tomada por TIA PORTAL V.15

Para simular el HMI se debe ingresar a la carpeta del **HMI> Screens**. Se hace clic en **iniciar simulación** para poder visualizar la pantalla principal del HMI.

Figura 58

Iniciar HMI

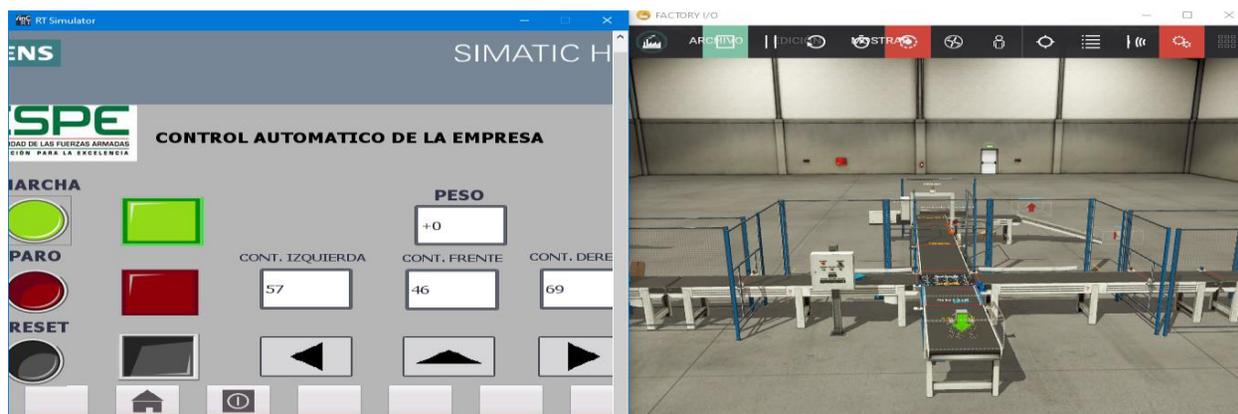


Nota. La figura hace referencia a la simulación del HMI con las tres estaciones de control tomada por TIA PORTAL V.15.

Se monitorea y se controla desde la interfaz humano maquina HMI al software Factory I/O se observa la puesta en marcha y el conteo de los indicadores de cada banda transportadora.

Figura 59

Control de HMI al Factory



Nota. La figura hace referencia al control del HMI al software Factory I/O tomada por Factory I/O, TIA PORTAL V.15 y HMI.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Se implementó una comunicación Profibus DP con un maestro PLC S7-1200 y un esclavo que es la periferia descentralizada ET 200m, para la adquisición de entradas digitales de un proceso industrial simulado por medio del software Factory I/O además la monitorización de un panel táctil KTP 700, en base a la información disponible en la página oficial de Siemens y Factory I/O.
- Para adquirir las señales de las entradas digitales es necesario conectar los sensores a la periferia descentralizada con sus respectivas direcciones en el programa TIA PORTAL V.15 para que identifique cada vez que exista un cambio o variación de las mismas.
- Para el control del proceso se utilizó 33 sensores y 32 actuadores para la adquisición de señales de entradas digitales mediante la periferia descentralizada que permite controlar una gran cantidad de señales de entrada y salida por medio de un solo cable de comunicación Profibus DP conectada al PLC S7-1200.
- Se desarrolló pruebas del funcionamiento del proceso en que las cajas fueron correctamente clasificadas acorde a su peso y continuaron con el trascurso referido para cada una de ellas, determinando que la comunicación Profibus DP entre el maestro y esclavo es exitosa.
- La interfaz humano maquina HMI permite visualizar y monitorear para que los usuarios puedan interactuar con las estaciones que están conectados a la periferia descentralizada.

4.2 Recomendaciones

- Al momento de seleccionar el modelo del PLC en el programa TIA PORTAL se debe escoger una versión mayor o igual del 4.0 para que funcione correctamente la simulación del PLCSIM.
- Las direcciones de entradas y salidas que se vayan a utilizar para la programación deben estar establecidas en la periferia descentralizada para después ser asignadas en el Factory I/O.
- Para comprobar una correcta comunicación entre el TIA PORTAL y el Factory I/O debe estar un icono verde en forma de visto en la barra de estado del programa factory.
- El PLCSIM debe estar en modo de operación RUN para establecer comunicación con los demás dispositivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Actuadores* . (Octubre de 2013). Recuperado el 2 de Junio de 2020.Obtenido de http://www.dis.uia.mx/taller_industrial/blog/wp-content/uploads/2013/10/ACTUADORES.pdf
- Automation, R. (2017). *Allen-Bradley*. Recuperado el 5 de Junio de 2020.Obtenido de Modulos e/s : <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/hardware/allen-bradley/i-o/chassis-based-i-o/5069-compact-i-o.html>
- Automatizacion industrial* . (24 de febrero de 2018). Recuperado el 28 de Mayo de 2020 Obtenido de <http://automatizacioncavanilles.blogspot.com/2016/07/omron-nx-eic202.html>
- c, E. V. (s.f.). *Soltex Chile S.A*. Recuperado el 15 de Mayo de 2020. Obtenido de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/actuadores.pdf>
- Centeno, F. P. (24 de 02 de 2018).*AUTRACEN*. Recuperado el 18 de Junio de 2020. Obtenido de <http://www.autracen.com/la-periferia-descentralizada/>
- Comunicaciones industriales* . (15 de julio de 2015). Recuperado el 7 de Julio de 2020. Obtenido de <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/profibusteoria.pdf>
- Control Real*. (18 de Agosto de 2015). Recuperado el 16 de Julio de 2020. Obtenido de <https://controlreal.com/es/sensores-definicion-y-caracteristicas/>
- ELECTRIC, M. (2009). Recuperado el 24 de Julio de 2020. Obtenido de MELSEC ST : <https://es3a.mitsubishielectric.com/fa/es/products/cnt/plcccl/items/stlite/stlocal>

Electrin. (24 de Abril de 2016). Recuperado el 26 de Julio de 2020. Obtenido de

<https://electrinblog.wordpress.com/2016/04/24/post-2/#:~:text=La%20estructura%20b%C3%A1sica%20de%20un,Las%20interfases%20de%20salidas.>

Electronica unicrom. (2012). Recuperado el 1 de Agosto de 2020. Obtenido de

[https://unicrom.com/historia-del-plc-modicon-modbus/#:~:text=La%20historia%20del%20PLC%20\(Control, finales%20de%20los%20a%C3%B1os%2060.&text=El%20MODICON%20084%20fue%20el%20primer%20PLC%20producido%20comercialmente.](https://unicrom.com/historia-del-plc-modicon-modbus/#:~:text=La%20historia%20del%20PLC%20(Control, finales%20de%20los%20a%C3%B1os%2060.&text=El%20MODICON%20084%20fue%20el%20primer%20PLC%20producido%20comercialmente.)

Llopis, R. S., Perez, J. A., & Ariño, C. V. (2010). *Automatizacion industrial.*

Lopez, V. V. (Enero de 2007). *Familia Profibus* . Recuperado el 5 de Agosto de 2020.

Obtenido de <http://homepage.cem.itesm.mx/vlopez/profibus.htm>

Mejia, U. (10 de Abril de 2013). *Campos de aplicacion PLC.* Recuperado el 8 de Agosto

de 2020. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/135041176/Campos-de-Aplicacion-PLC>

Millor, N. (2015). *Master degree.* Recuperado el 15 de Agosto de 2020. Obtenido de

http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf

Periferia descentralizada E/S. (2016). Recuperado el 18 de Agosto de 2020. Obtenido de

<http://www.etitudela.com/celula/downloads/entradasalidasdescentralizadas.pdf>

Profibus. (Marzo de 2015). Recuperado el 23 de Agosto de 2020. Obtenido de

<http://www.etitudela.com/celula/downloads/2profibus.pdf>

SIEMENS. (2015). Obtenido de

<https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc/s7-1200.html>

SIHD_Sens_Actu_EC. (2015). Recuperado el 5 de Mayo de 2020. Obtenido de

http://www.micronica.es/files/pdfs/SIHD/SIHD_Sens_Actu_EC.pdf

SIMATIC ET 200. (2019). SIEMENS, 20-23.

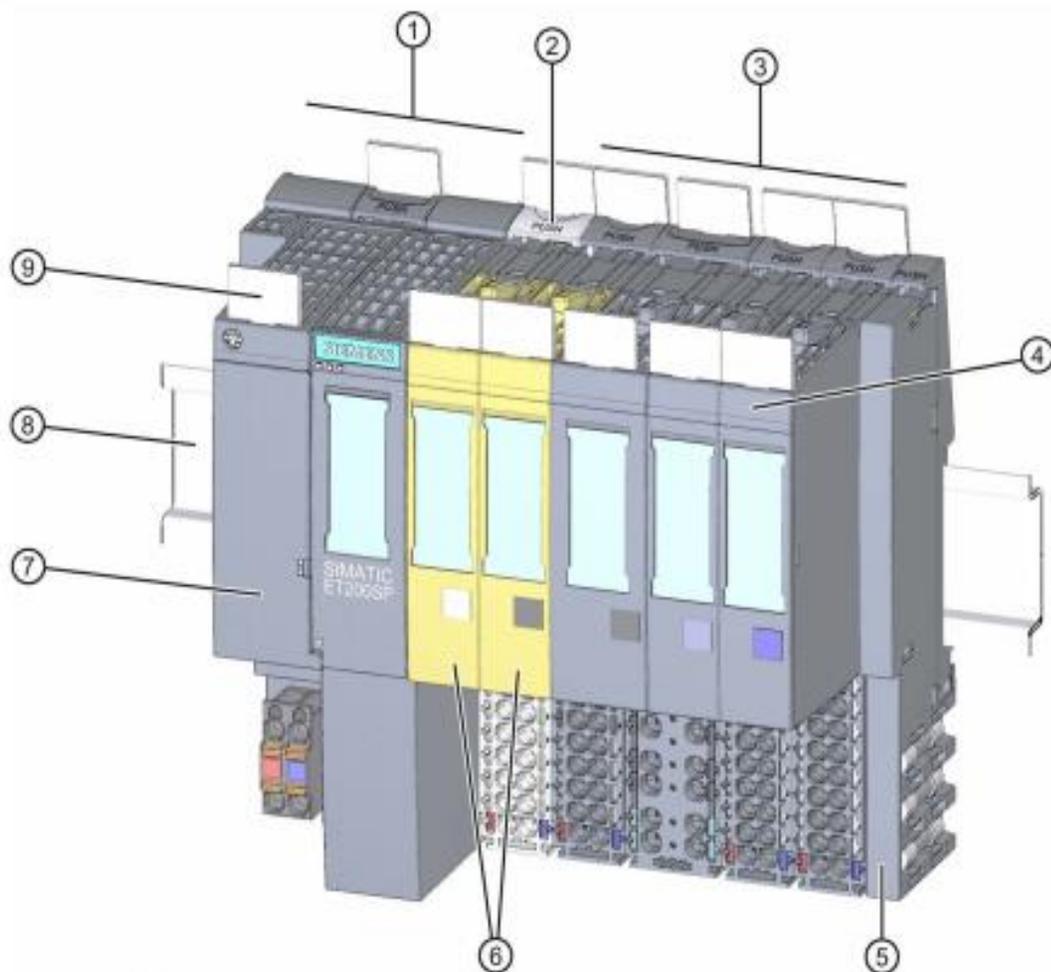
Sistemas Industriales Distribuidos . (24 de Junio de 2016). Recuperado el 28 de agosto de 2020. Obtenido de

https://www.uv.es/rosado/courses/sid/Tema3_Profibus_transp.pdf

Todo sobre los actuadores . (2016). Recuperado el 29 de agosto de 2020. *Revista Especificar* .

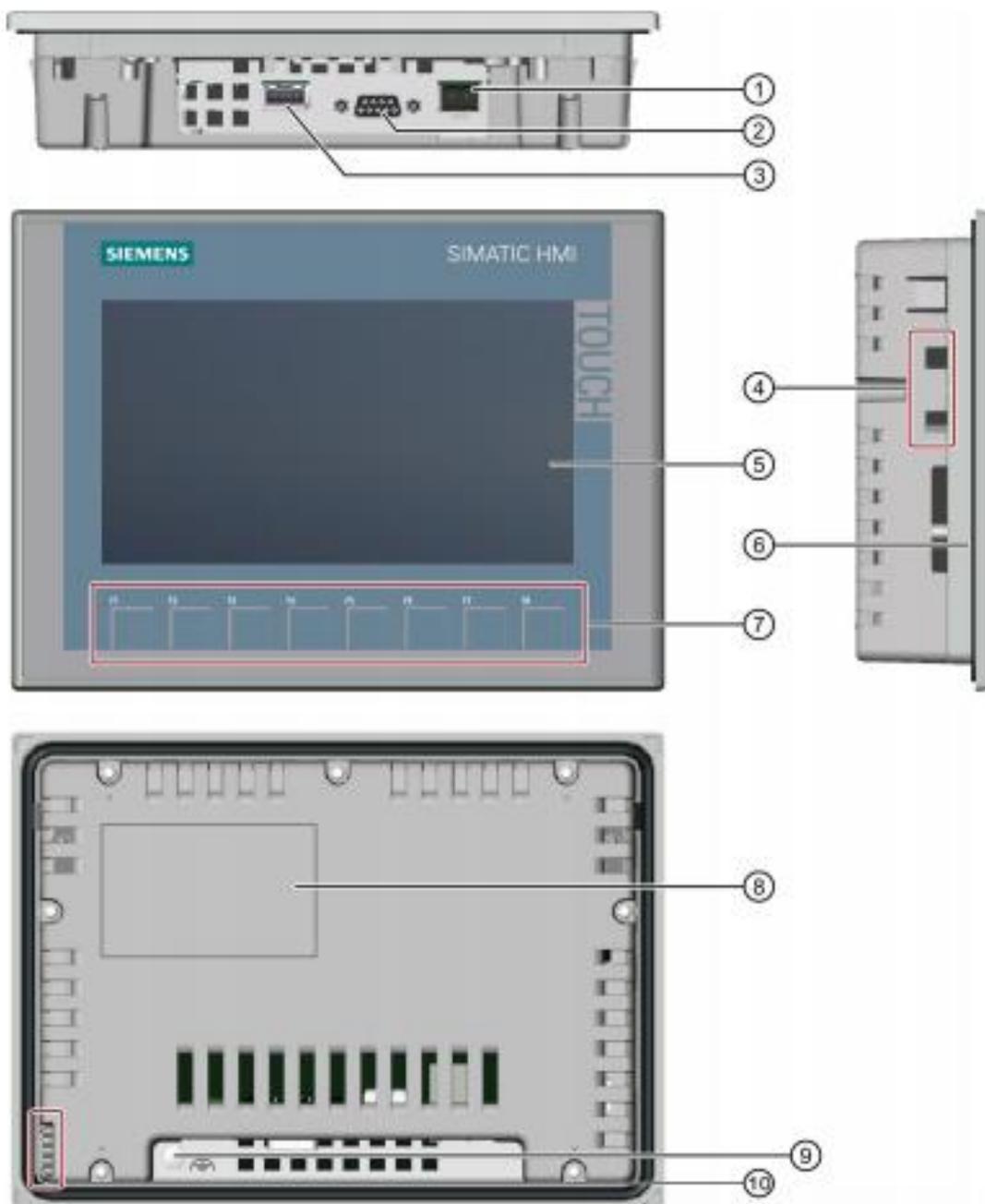
ANEXOS

Anexo A. Partes del sistema de perifería descentralizada



- ① Módulo de interfaz
- ② BaseUnitBU..D clara con acometida de la tensión de alimentación
- ③ BaseUnits BU..B oscuras para continuar el grupo de potencial
- ④ Módulo de perifería
- ⑤ Módulo de servidor (incluido en el volumen de suministro del módulo de interfaz)
- ⑥ Módulos de perifería de seguridad
- ⑦ BusAdapter
- ⑧ Perfil soporte
- ⑨ Etiqueta de identificación por referencia

Anexo B. Estructura de los dispositivos Profibus con el KTP 700



- | | |
|---|-----------------------------------|
| ① Conexión para la fuente de alimentación | ⑥ Junta de montaje |
| ② Interfaz RS 422/RS 485 | ⑦ Teclas de función |
| ③ Puerto USB | ⑧ Placa de características |
| ④ Escotaduras para tensionador | ⑨ Conexión de tierra funcional |
| ⑤ Pantalla/pantalla táctil | ⑩ Guías para las tiras rotulables |

Anexo C. Características de la comunicación de E/S mediante Profibus DP

Comunicación entre...	Explicación
Maestro DP y esclavo DP	El intercambio de datos entre el maestro DP y los esclavos DP con módulos E/S se produce de la siguiente forma: el maestro DP consulta sucesivamente a los esclavos DP de su sistema maestro, recibe valores de entrada de los esclavos DP y transfiere datos de salida a los esclavos DP (principio maestro-esclavo).
Maestro DP y esclavo I	Entre los programas de usuario de las CPU de los maestros DP y esclavos I, se transfiere cíclicamente una cantidad fija de datos. El maestro DP no accede a los módulos E/S del esclavo I, sino a las áreas de direcciones configuradas, las denominadas áreas de transferencia, que pueden hallarse dentro o fuera de la memoria imagen de proceso de la CPU del esclavo I. En caso de que partes de la memoria imagen de proceso se utilicen como áreas de transferencia, no se pueden emplear para módulos E/S reales. La transferencia de datos se realiza mediante operaciones de carga y transferencia a través de la memoria imagen de proceso o mediante acceso directo.
Maestro DP y maestro DP	Entre los programas de usuario de las CPU de los maestros DP, se transfiere cíclicamente una cantidad fija de datos. Se requiere un acoplador DP/DP como hardware adicional. Los maestros DP acceden mutuamente a las áreas de direcciones configuradas, las denominadas áreas de transferencia, que pueden hallarse dentro o fuera de la memoria imagen de proceso de las CPU. En caso de que partes de la memoria imagen de proceso se utilicen como áreas de transferencia, no se pueden emplear para módulos E/S reales. La transferencia de datos se realiza mediante operaciones de carga y transferencia a través de la memoria imagen de proceso o mediante acceso directo.

Anexo C. Asignación de un esclavo DP a un maestro DP

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for configuring a DP network. The top section shows a graphical representation of the network topology with three main components: PLC_1 (CPU 1516-3 PN/DP), Slave_1 (IM 151-1 HF), and Slave_2 (IM 151-1 Basic). A dashed line indicates the connection between PLC_1 and Slave_1, labeled as PLC_1.DP-Mastersystem (1). Below this, a table provides detailed information about the network configuration.

Vista general de la red					
Dispositivo	Tipo	Dirección de subred	Subred	Sistema maestro/IO	
▼ S7-1500-Station_1	S7-1500-Station				
▶ PLC_1	CPU 1516-3 PN/DP				
▼ ET 2005-Station_1	ET 2005-Station				
Slave_1	IM 151-1 HF	3	PROFIBUS_1		DP-Mastersystem
▼ ET 2005-Station_2	ET 2005-Station				
Slave_2	IM 151-1 Basic	2	not connected		