

Diseño y montaje del Módulo No. 10 con el PLC Siemens S7-1500 para simulaciones de control y automatización industrial

José Miguel Calle Flórez, ✉ j.calle270@pascualbravo.edu.co

Juan David Escobar Seguro, ✉ juandav.escobar@pascualbravo.edu.co

William Stevens Fernandez Buitrago, ✉ w.fernandez@pascualbravo.edu.co



Institución Universitaria Pascual Bravo

Facultad de Ingeniería

Tecnología Eléctrica

Medellín, Colombia

2018

Diseño y montaje del Módulo No.10 con el PLC Siemens S7-1500 para simulaciones de control
y automatización industrial

José Miguel Calle Flórez, ✉ j.calle270@pascualbravo.edu.co

William Stevens Fernandez Buitrago, ✉ w.fernandez@pascualbravo.edu.co

Juan David Escobar Seguro, ✉ juandav.escobar@pascualbravo.edu.co

Trabajo de Grado presentado para optar al título de Tecnólogo en Eléctrica

Asesor

Elkin Darío Pérez Ramírez

Especialista (Esp) en Gestión Energética Industrial

Institución Universitaria Pascual Bravo

Facultad de Ingeniería

Tecnología Eléctrica

Medellín, Colombia

2018

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	16
1. Planteamiento del problema	17
1.1. Descripción.	17
1.2. Formulación	18
2. Justificación.....	19
3. Objetivos.....	21
3.1. Objetivo general.....	21
3.2. Objetivos específicos	21
4. Marco Teórico	22
4.1. Historia.....	22
4.2. Controlador Lógico Programable	25
4.2.1. Componentes básicos de un Controlador Lógico Programable.....	27
4.2.1.1. Unidad Central de Proceso	28
4.2.1.1.1. Procesador	29
4.2.1.1.2. Memoria Monitor del sistema	29
4.2.1.2. Fuente de Alimentación.....	30
4.2.1.3. Interfaces	30
4.2.1.3.1. Entradas digitales	31
4.2.1.3.2. Entradas análogas.....	32
4.2.1.3.3. Salidas digitales.....	33
4.2.1.3.4. Salidas análogas	34
4.2.1.4. Unidad de programación	35

4.2.1.5.	La memoria.....	35
4.2.1.6.	Puerto de comunicaciones	37
4.3.	¿Cómo controla el PLC el proceso?.....	37
4.4.	¿De dónde recibe el PLC la información sobre los estados del proceso?.....	38
4.5.	PLC Siemens S7-1500	39
4.6.	Direccionamiento de las señales de entrada y salida individuales en un PLC SIMATIC S7-1500.....	44
4.7.	¿Cómo se procesa el programa en el PLC?	46
5.	Metodología.....	48
5.1.	Tipo de estudio.....	48
5.2.	Método.....	48
5.3.	Población y muestra.....	49
5.4.	Instrumentos de recolección de información.....	50
5.4.1.	Fuente primaria.....	50
5.4.2.	Fuente secundaria.....	50
6.	Resultados del Proyecto	51
6.1.	Componentes del Módulo de Control No.10	51
6.1.1.	PLC Siemens S7-1500.....	51
6.1.2.	Panel HMI Siemens KTP700 Basic PN.....	52
6.1.3.	Interruptores, pulsadores y conmutadores.....	53
6.1.4.	Pilotos de señalización.....	57
6.1.5.	Conectores eléctrico tipo banana.....	58
6.1.6.	Cableado.....	60
6.1.7.	Relé termo magnético (protecciones).....	61
6.1.8.	Fuente de alimentación switchheada a 24VDC.....	62
6.1.9.	Tablero acrílico.....	63

6.1.10.	Chasis de soporte.....	63
6.3.	Resultados.....	67
6.4.	Aplicaciones.....	68
6.4.1.	Secuencia FIFO (First In, First Out).....	68
6.4.2.	Secuencia LIFO (Last In, First Out).	69
6.4.3.	Inversión automática de giro, con tiempo de espera.....	70
6.4.4.	Start – Stop con un solo pulsador.	71
7.	Conclusiones.....	73
8.	Recomendaciones.....	74
9.	Referencias bibliográficas.....	75
Anexos	77

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Tipos y funciones de las interfaces de E/S	31
Tabla 2 Tipos de Módulos	33
Tabla 3 Conceptos innovadores a partir de la PROFINET.....	42
Tabla 4 Colores de pulsadores y su significado de acuerdo con la norma DIN EN 60 204 VDE 0113.....	55
Tabla 5 Colores para lámparas de señalización y su significado de acuerdo con la norma DIN EN 60 204 VDE 0113	57

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Representación del funcionamiento de PLC	26
Figura 2 Configuración básica de un PLC	27
Figura 3 Diagrama de bloques de un autómata programable.	27
Figura 4 Etapas del proceso de adquisición de la señal digital.....	32
Figura 5 Etapas del proceso de adquisición de la señal análoga.....	33
Figura 6 Etapas del proceso de envío de la señal digital	34
Figura 7 Etapa del proceso de envío de la señal analógica.....	35
Figura 8 Tipos de información que son almacenadas para la ejecución de las tareas de control	36
Figura 9 Memorias de un PLC.....	37
Figura 10 Representación de funcionamiento de las salidas	38
Figura 11 Representación de funcionamiento de las entradas	38
Figura 12 Visión general del alcance de los PLC S7 con las diferentes plataformas de programación SIMATIC.....	39
Figura 13 Posicionamiento de los Controladores Modulares	39
Figura 14 Controladores Standard y de seguridad.....	40
Figura 15 Direccionamiento de entradas y salidas de los módulos de entradas y salidas digitales de un Siemens S7-1200.....	45
Figura 16 Procesamiento del programa en el PLC	47
Figura 17 Ejemplo de configuración de un sistema de automatización S7-1500L.....	51
Figura 18 Módulos de potencia y fuente de alimentación	52
Figura 19 Panel HMI Siemens KTP700 Basic PN	53
Figura 20 Símbolo de un pulsador NO y NC en un esquema de control según normativa NEMA	53

Figura 21 Símbolo de un Interruptor NC y NO en un esquema de control según normativa NEMA.....	54
Figura 22 Símbolo de conmutador de dos posiciones y conmutador multiposiciones	55
Figura 23 Pulsadores e interruptores usados en la construcción del Módulo de Control	56
Figura 24 Símbolo de un Piloto en un esquema de control según normativa NEMA.....	57
Figura 25 Pilotos usados en la construcción del Módulo de Control	58
Figura 26 Símbolo de un conector macho y un conector Hembra en un esquema de control según normativa NEMA	59
Figura 27 Conectores tipo banana usado en la construcción del Módulo de Control.....	59
Figura 28 Otros tipos de terminales usados en la construcción del Módulo de Control	60
Figura 29 Borneras para conexiones.....	60
Figura 30 Cableado usado en la instalación de los componentes del Módulo de Control.....	61
Figura 31 Símbolo de Breaker de protección	61
Figura 32 Braker usado en la construcción del Módulo de Control.	62
Figura 33 Fuente de alimentación 24Vdc 50W usada en la construcción del Módulo de Control.	62
Figura 34 Imagen del tablero Acrílico.	63
Figura 35 Dimensiones del chasis.....	64
Figura 36 Chasis utilizado en la instalación.	64
Figura 37 Tablero acrílico y riel DIM usado en la instalación.	65
Figura 38 Cableado de los componentes del módulo de control No.10.	65
Figura 39 Cableado de los componentes del módulo de control No.10.	66
Figura 40 Módulo de control No.10.	66
Figura 41 Módulo recibido por la institución.	68
Figura 42 Secuencia FIFO en TIA PORTAL.	69
Figura 43 Secuencia LIFO en TIA PORTAL.	70

Figura 44 Inversión automática de giro en TIA PORTAL.	71
Figura 45 Start – Stop con un solo pulsador en TIA PORTAL.	72

Lista de anexos

	Pág.
Anexo A. S7-1500 / S7-1500F Technical Data.	77
Anexo B. Simatic S7-1500 y TIA Portal. El Plus definitivo en la automatización.	88

Resumen

DISEÑO Y MONTAJE DEL MÓDULO NO.10 CON EL PLC SIEMENS S7-1500 PARA SIMULACIONES DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

JOSÉ MIGUEL CALLE FLÓREZ

WILLIAM STEVENS FERNANDEZ BUITRAGO

JUAN DAVID ESCOBAR SEGURO

El siguiente proyecto se realiza con el fin de facilitar las prácticas académicas en las asignaturas de las áreas de control, programación y automatización industrial, permitiendo a los estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo afianzar los conocimientos adquiridos y generar competencias en la programación de Controladores Lógicos Programables y desarrollo de Interfaces Humano Máquina. En vista de lo anterior se llevó a cabo un Módulo de Control, cuyos componentes principales son un módulo PLC Siemens S7-1500 y un panel HMI Siemens KTP700 Basic PN, que permiten al estudiante llevar a cabo montajes de control automático complejos, aptos para ambientes industriales, caracterizados por condiciones extremas ambientales de humedad, temperatura, ruido electromagnético, y en muchos casos suciedad; además de incorporar Interfaces Humano Máquina (HMI) para la visualización y control del proceso, interacción del usuario con la máquina y la visualización de fallas.

El diseño y construcción del módulo de control, fue desarrollado para que los miembros de la comunidad Pascualina, trabajen de una forma ágil y segura, ya que contiene todos sus componentes debidamente señalizados y sujetos al tablero, garantizando la correcta ejecución del trabajo y mejorando los índices de calidad de la educación brindada por la institución.

Palabras clave: Automatización, Control automático, Módulo de Control, Mecanización, PLC, HMI, Montaje.

Abstract

The following project is carried out with the purpose of facilitating the academic practices in the subjects of the control, programming and industrial automation areas, allowing the students of the Pascual Bravo University Institution to consolidate the acquired knowledge and generate competences in the programming of Logical Controllers Programmable and Human Machine Interfaces development. In view of the above, a Control Module was carried out, whose main components are a Siemens S7-1500 PLC module and HMI Siemens KTP700 Basic PN panel, which allow the student to carry out complex automatic control assemblies, suitable for industrial environments, characterized by extreme environmental conditions of humidity, temperature, electromagnetic noise, and in many cases dirt; In addition to incorporating Human Machine Interfaces (HMI) for the visualization and control of the process, user interaction with the machine and the visualization of faults.

The design and construction of the control module was developed so that members of the Pascualina community work in an agile and safe way, since it contains all its components duly marked and subject to the board, guaranteeing the correct execution of the work and improving the quality indexes of education provided by the institution.

Keywords: Automation, Automatic control, Control Module, Mechanization, PLC, HMI, Assembly.

Glosario

Programmable Logic Controller (PLC): Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos.

Human Machine Interface (HMI): La interfaz de usuario / interfaz hombre-máquina (HMI) es el punto de acción en que un hombre entra en contacto con una máquina. Para que una interfaz hombre-máquina (HMI) sea útil y significativa para las personas, debe estar adaptada a sus requisitos y capacidades. Forma parte del programa informático que se comunica con el usuario. En ISO 9241-110, el término interfaz de usuario se define como “todas las partes de un sistema interactivo (software o hardware) que proporcionan la información y el control necesarios para que el usuario lleve a cabo una tarea con el sistema interactivo”.

Interruptor: Se define en los estándares NEMA como un dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no automáticos, y para abrir el circuito automáticamente en una sobrecarga de corriente predeterminada sin sufrir daño, cuando se aplica dentro de sus valores de operación o especificaciones. Mientras en los estándares ANSI lo definen como un dispositivo de conmutación mecánico que puede cerrar un circuito eléctrico, llevar la corriente e interrumpir corrientes eléctricas en condiciones normales de circuito. Puede también cerrar un circuito y sostener la corriente durante un tiempo especificado e interrumpir corrientes en condiciones anormales de circuito especificadas como es el caso de un cortocircuito.

Cables: Es un hilo metálico o conjunto de hilos que sirve como conductor; puede tener una envoltura aislante.

Cables libres de Halógenos: Los cables libres de halógenos poseen compuestos en los aislamientos que generan baja densidad de humos y sin contenido halógeno, ideales para instalaciones en sitios cerrados de gran afluencia. Estos conductores de alta seguridad, se encuentran disponibles

inicialmente en referencias de cables fuerza y control, fabricados bajo norma y certificados por el CIDET.

Disyuntor eléctrico: El breaker o disyuntor eléctrico es un tipo de dispositivo de conmutación que se puede activar automáticamente así como manualmente para controlar y proteger un sistema eléctrico.

Pilotos de señalización: Son dispositivos usados en el circuito de mando para indicar el estado actual del sistema (parada, marcha, sentido de giro, accionamientos, detención, etc.), siendo parte esencial de la comunicación Máquina-Hombre. Generalmente está constituido por una lámpara o diodo montada en una envolvente adecuada a las condiciones de trabajo.

Módulos de entrada y salida: Son las tarjetas electrónicas que proporcionan el vínculo entre la CPU del controlador programable y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellas se origina el intercambio de información, ya sea con la finalidad de adquirir de datos, o para el mando o control de las máquinas presentes en el proceso.

Señal análoga: Es un tipo de señal que varía en forma continua a través del tiempo, representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión y térmicas como la temperatura.

Señal digital: Es un tipo de señal en que presenta una variación discontinua con respecto al tiempo y pueden tomar ciertos valores. La señal digital es ampliamente conocida por su representación como una onda cuadrada (pulsos). Por ejemplo, el interruptor de la luz sólo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada. Esto no significa que la señal físicamente sea discreta ya que los campos electromagnéticos suelen ser continuos, sino que en general existe una forma de discretizarla unívocamente.

Automatización: Aplicar la automática a un proceso o a un dispositivo. Acción y efecto de automatizar. Es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para fines industriales, es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Consta de dos partes, la Parte Operativa que actúa directamente sobre la máquina, siendo los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada, como los accionadores de las máquinas (motores, cilindros, compresores) y los captadores (fotodiodos, finales de carrera) y la Parte de Mando que suele ser un autómatas programable, aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Programación: Acción de programar. Es el proceso de diseñar, codificar, depurar y mantener el código fuente de programas.

Introducción

La Institución Universitaria Pascual Bravo (I.U. Pascual Bravo), es una Institución Universitaria líder en Educación Superior Tecnológica, comprometida socialmente con la formación de profesionales íntegros, con certificación de calidad y en busca de la excelencia académica, a través de modelos pedagógicos dinámicos que respondan a las necesidades de la región y del país. Por consiguiente debe contar con una plataforma tecnológica adecuada que le permita desarrollar las capacidades potenciales que requiere el entorno. Por lo que, debido a la ausencia de equipos como un Módulo de Control en los Laboratorios de Eléctrica y Electrónica para desarrollar las actividades de docencia y de investigación que permite a los estudiantes de la I.U. Pascual Bravo comprender, acceder y manejar dentro de sus aprendizajes equipos tecnológicos con los estándares actuales, que les favorecen en su desempeño laboral y estudiantil, se pretende desarrollar un Módulo de Control a partir de un Controlador Lógico Programable S7-1500 y un panel HMI Siemens KTP700 Basic PN, que permita el manejo de entradas y salidas, analógicas y digitales, para el desarrollo de actividades académicas e investigativas en las áreas de control y automatización industrial.

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción.

La Institución Universitaria Pascual Bravo, es una Institución Universitaria líder en Educación Superior Tecnológica, comprometida socialmente con la formación de profesionales íntegros, con certificación de calidad y en busca de la excelencia académica, a través de modelos pedagógicos dinámicos que respondan a las necesidades de la región y del país. Por consiguiente debe contar con una plataforma tecnológica adecuada que le permita desarrollar las capacidades potenciales que requiere el entorno. A lo largo de los años la I.U. Pascual Bravo ha ido creciendo conforme a las exigencias de la región y el país, ampliando su comunidad universitaria y la gama de opciones en cuanto a carreras ofrecidas y sus contenidos curriculares, con el fin de formar profesionales capaces de contribuir y aportar al desarrollo de la región. Este crecimiento, el surgimiento de nuevos avances tecnológicos y la necesidad de mejora continua han traído, como consecuencia limitaciones a la hora de prestar servicios a la comunidad universitaria, principalmente a los estudiantes, por la ausencia u obsolescencia de equipos como el Módulo de Control en los Laboratorios de Eléctrica y Electrónica para desarrollar las actividades de docencia y de investigación que permite a los estudiantes de la I.U. Pascual Bravo comprender, acceder y manejar dentro de sus aprendizajes equipos tecnológicos con los estándares actuales, que les favorecen en su desempeño laboral y estudiantil.

Por lo cual la I.U. Pascual Bravo, con el fin de lograr la adquisición de tecnología, apoya el interés de los estudiantes en realizar proyectos de grado que contribuyen al mejoramiento de la dotación de los espacios de aprendizaje como un aporte de los conocimientos de estos en beneficio de la institución, mediante la realización de un Módulo de Control que cuenta con mejoras en sus funcionalidades y en sus capacidades de procesamiento, cumpliendo con los requerimientos demandados en el control y la automatización de procesos en las industrias actualmente, a partir de un Controlador Lógico Programable S7-1500 y un panel HMI Siemens KTP700 Basic PN, además de múltiples entradas y salidas, analógicas y digitales; con el fin de ofrecer a la comunidad

universitaria y principalmente a la comunidad estudiantil soluciones reales a la problemática existente y seguir formando un capital humano de alta calidad y acorde a las exigencias de la región y del país.

1.2. Formulación

¿Cómo llevar a cabo el diseño y construcción de un Módulo de Control que contribuya al aprendizaje de forma ágil y segura, cumpliendo con los requerimientos demandados en el control y la automatización de procesos en las industrias actuales?

2. Justificación

Este proyecto se busca actualizar los Módulos de Control que tiene la I.U Pascual Bravo, usados en las asignaturas afines a la Automatización y Control de procesos industriales, como Automatización, Control e Instrumentación, potencializando el aprendizaje a partir de la implementación de los contenidos vistos en clase, usando equipos que cumplen con los requerimientos demandados en el control y la automatización de procesos en las industrias actualmente. Además contribuye a la formación de profesionales con un conocimiento integral y a mejorar los índices de competitividad de la institución, favoreciendo la identidad de marca a través de la predilección de las industrias y la comunidad en general por la institución a partir de las competencias y resultados obtenidos por sus egresados.

Por otra parte, se busca desarrollar en los estudiantes una participación activa, más allá de las actividades curriculares, por medio de grupos de investigación y a partir de su inclusión en los procesos de modernización de la Universidad, que contribuyan a su formación académica y fortalezca su sentido de pertenencia.

Por lo anterior, la realización del Módulo No. 10 representa una mejora significativa para el proceso de docencia e investigación en los Laboratorios de Eléctrica y Electrónica de la Institución Universitaria Pascual Bravo, beneficiando de forma directa a los estudiantes y docentes de los programas de Tecnología Eléctrica, Tecnología Electrónica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica que cursen asignaturas o deseen llevar a cabo prácticas relacionadas con automatización y control de procesos industriales basados en Controladores Lógicos Programables.

Acordes a la realidad contemporánea, donde la globalización propiciada por los avances tecnológicos en las telecomunicaciones y el transporte, ha obligado a todos los países del mundo a mejorar y a hacer más eficientes sus procesos productivos. En este sentido, Colombia no ha sido ajena; sin embargo, esto requiere inversión e investigación en tecnologías del área de la automatización, lo cual ha conducido a que estos procesos sólo hayan sido realizados en las grandes industrias del país, especialmente las del sector de las bebidas, industria del cemento y los alimentos, por su capacidad económica para asumir los costos de su implementación, ocasionando

que las medianas y pequeñas industrias (que conforman la mayor parte de la producción nacional) se queden rezagadas ante estos desarrollos. De acuerdo a lo expuesto se hace necesario la capacitación de profesionales en estas áreas con la capacidad de desarrollar y modernizar procesos automatizados en las industrias a las que se integren, que permitan incrementar la producción y disminuir costos, con el fin de ser competitivos en los nuevos mercados que se abren gracias a los tratados internacionales.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Diseñar y construir un Módulo de Control a partir de un Controlador Lógico Programable S7-1500 y un panel HMI Siemens KTP700 Basic PN para desarrollar las actividades de docencia y de investigación en los Laboratorios de Eléctrica y Electrónica de la I.U. Pascual Bravo.

3.2. Objetivos específicos

Estudiar la normativa técnica que regula el módulo.

Investigar sobre los componentes del Módulo de control, en especial el Controlador Lógico Programable S7-1500 y un panel HMI Siemens KTP700 Basic PN.

Diseñar y construir el Modulo de Control a partir de un Controlador Lógico Programable S7-1500 y un panel HMI Siemens KTP700 Basic PN.

4. Marco Teórico

4.1. Historia

La implementación de procesos automatizados en la industria moderna ha llevado al aumento y al protagonismo de los Controladores Lógicos Programables (PLC por sus siglas en inglés), debido a sus numerosas aplicaciones a la hora de automatizar procesos.

Los PLC, comúnmente llamados autómatas programables son dispositivos electrónicos que pueden ser programados con el fin de controlar todo tipo de máquinas y automatizar procesos industriales, realizando tareas repetitivas de forma rápida, segura y precisa, aumentando la productividad en las empresas y la calidad de los productos.

Su historia se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional, por la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores, ya que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control, que a veces requerían conexiones entre cientos de relés, implicando un enorme esfuerzo de diseño y un estricto plan de mantenimiento planificado, eran de mantenimiento riguroso, difícil localización de fallas y vida útil muy limitada al ser basados en relés y contactores mecánicos

Debido a lo anterior, en 1968 la empresa *Hydramatic Division* de *General Motors Corporation* quiso crear un “controlador de maquinaria estándar” para mejorar estos sistemas, y propuso a algunos fabricantes que hiciesen un prototipo de su idea, entre los cuales estaban Allen-Bradley y Bedford Associates con Odo Struger y Dick Morley, respectivamente. Ambas compañías crearon varias soluciones, de las que destacaron el Programmable Matrix Controller (PMC) de Allen Bradley y el Modular Digital Controller (MODICON 084) de Bedford Associates. De las cuales fue seleccionado el MODICON

084, siendo el primer PLC producido comercialmente, diseñado como un sistema de control fácilmente programable y resistente a ambientes difíciles, con relevadores de estado sólido y un computador dedicado para controlar una parte de la cadena de producción y sustituir los sistemas de cableado que usaban hasta la fecha, permitiendo cambios en la producción, a partir de la programación del PLC.

Un año después, la División Hydramatic de la General Motors instala el primer PLC (MODICON 084) para reemplazar los sistemas inflexibles alambrados usados entonces en sus líneas de producción.

Estos nuevos controladores eran fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento, permitiendo cambios en la producción de forma rápida y segura, a través técnicas de programación familiares que posteriormente se convirtieron en lenguajes de programación como el diagrama escalera (LADDER) o diagrama de bloques, además de tener una mayor vida útil, al reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.

A mediados de los 70, los microprocesadores convencionales cedieron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los Controladores Lógicos Programables, variando su variedad y capacidad de acuerdo al modelo de microprocesador en el que estaba basado. No obstante, los modelo 2901 y 2903 de AMD fue de los más utilizados entre los PLC MODICON.

Para 1971 los Controladores Lógicos Programables eran implementados en todas las industrias, debido a su robustez, diversidad y buenos resultados en los procesos.

La posibilidad de comunicación entre ellos comienza a aparecer en 1973. El primer sistema fue el Modbus de MODICON, que permitía la comunicación de varios Controladores Lógicos Programables y distanciarlos de las máquinas que controlaban. Aunque en estos años cada fabricante manejaba sus propios estándares, lo que acompañado al continuo cambio tecnológico dificultaba la comunicación entre las

diferentes marcas y referencias, debido a la gran variedad de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre sí. Por otra parte, se incorpora la posibilidad de enviar y recibir señales de tensión variables, permitiendo el control de procesos analógicos.

La habilidad de comunicación entre ellos apareció aproximadamente en el año 1973. El primer sistema que lo hacía fue el Modbus de Modicon. Los PLC's podían incluso estar alejados de la maquinaria que controlaban, pero la falta de estandarización debido al constante cambio en la tecnología hizo que esta comunicación se tornara difícil.

En el año ochenta, ya los componentes electrónicos permitieron un conjunto de operaciones en 16 bits,- comparados con los 4 de los 70s -, en un pequeño volumen, lo que los popularizó en todo el mundo.

En los 80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo Manufacturing Automation Protocol (MAP) de General Motors. También fue un tiempo en el que se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los terminales dedicados sólo a ese propósito.

En los años 90 se comercializan PLC que pueden ser programados en varios lenguajes al mismo tiempo, por ejemplo en Ladder, Lista de instrucciones, función de diagrama de bloques, además aparecen los microprocesadores de 32 bits que brindan la posibilidad de realizar operaciones matemáticas complejas, se introducen nuevos protocolos y se mejoraron algunos anteriores, además se intenta combinar los lenguajes de programación de los PLC en un solo estándar internacional a partir del estándar IEC 1131-3, permitiendo la comunicación entre Controladores Lógicos Programables de diferentes marcas y Ordenadores Personales, abriendo la posibilidad de fábricas completamente automatizadas y con comunicación a la Gerencia en "tiempo real", que hoy en día ha generado necesidades como el manejo de BigData debido a la gran cantidad de información que se puede obtener de los procesos, lo que hace imperativo garantizar el buen manejo y seguridad de la misma. Por otro lado empresas como la Bedford Associates

crea sistemas de control basados en PC, reemplazando a los Controladores Lógicos Programables en algunos casos, esto ha ocasionado que sean grandes competidores de los PLC, debido a las grandes posibilidades que proporcionan, aunque los PLC con su reducido tamaño¹, robustez y versatilidad marcan tendencia en la automatización y el control de procesos industriales.

En la actualidad los PLC son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido ya que además de controlar la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, realiza operaciones aritméticas y permite la comunicación con otros controladores y computadoras a través de diversos protocolos de comunicación. Por otra parte están en la capacidad de manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, como los controladores Proporcional Integral Derivativo (PID).

4.2. Controlador Lógico Programable

PLC es la abreviatura de Programmable Logical Controller (Controlador Lógico Programable). Se trata de un equipo de control de procesos en base a unas instrucciones programadas a través de software, que por su capacidad de procesamiento y almacenamiento, tamaño, facilidad de montaje y trabajo en condiciones adversas, es ampliamente utilizado para el control de procesos a nivel industrial. Por ejemplo, maniobras de maquinaria como prensas para moldes de plástico, maniobra de instalaciones para tratamientos térmicos, de transporte o almacenaje, aplicaciones en cadenas de montaje, entre otros.

Esto ocurre según las instrucciones de un programa previamente diseñado y almacenado en la memoria del equipo.

¹ Hoy día el PLC más pequeño es del tamaño de un simple relé.

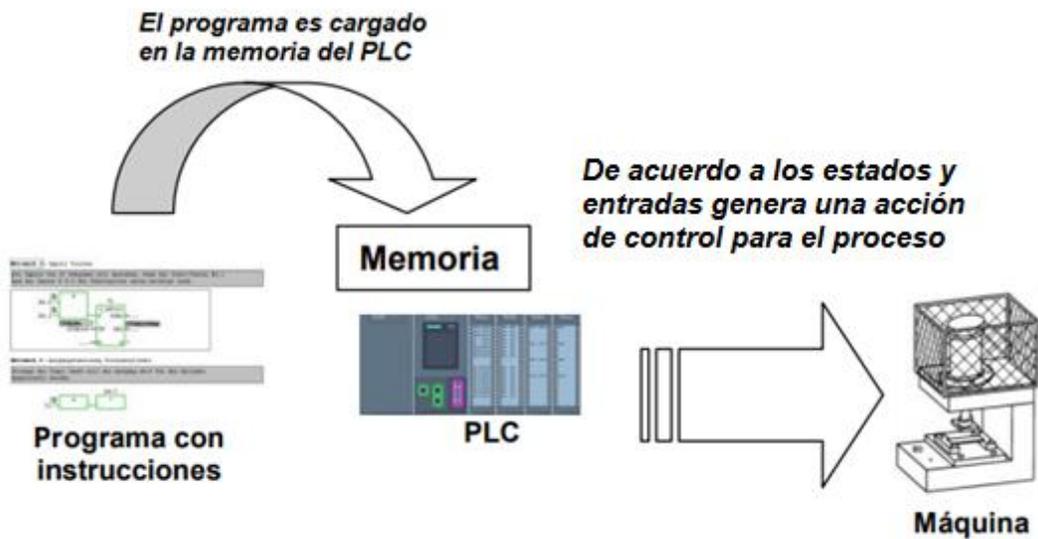


Figura 1. Representación del funcionamiento de PLC

Fuente: Módulo TIA Portal 020-011- Iniciación a la programación con SIMATIC S7-1500

Aunque la automatización de procesos mediante el uso de Controladores Lógicos Programables requiere una inversión inicial elevada y por lo menos una capacitación general al área de mantenimiento que les permita maximizar la vida útil y el rendimiento en los procesos, ofrecen un sinnúmero de ventajas que influyen directamente en la productividad de las empresas, entre las cuales se encuentran:

- La simplificación de las ecuaciones lógicas y el cableado requerido, requiriendo mínimo espacio de ocupación.
- Facilidad en la corrección y modificación de programas, que permite modificar los parámetros del proceso a través de cambios en el programa almacenado en el PLC por medio de software, incluso hasta cambios en los procesos sin modificar en la mayoría de los casos las conexiones físicas.
- Elevada capacidad de implementar programas de secuencias de automatización, y que con lógica cableada podría hacerse inabordable.
- Reduce los costos en labores de mantenimiento, los tiempos de puesta en marcha y los costos en la mano de obra.
- Control de los diferentes segmentos en los procesos y recopilación de datos.

- Permite detectar fallos de forma autónoma y el control de varios procesos.
- Robustez ante ambientes peligrosos.
- Posibilidad de comunicación con otros equipos, por ejemplo, PLC y PC.

4.2.1. Componentes básicos de un Controlador Lógico Programable.

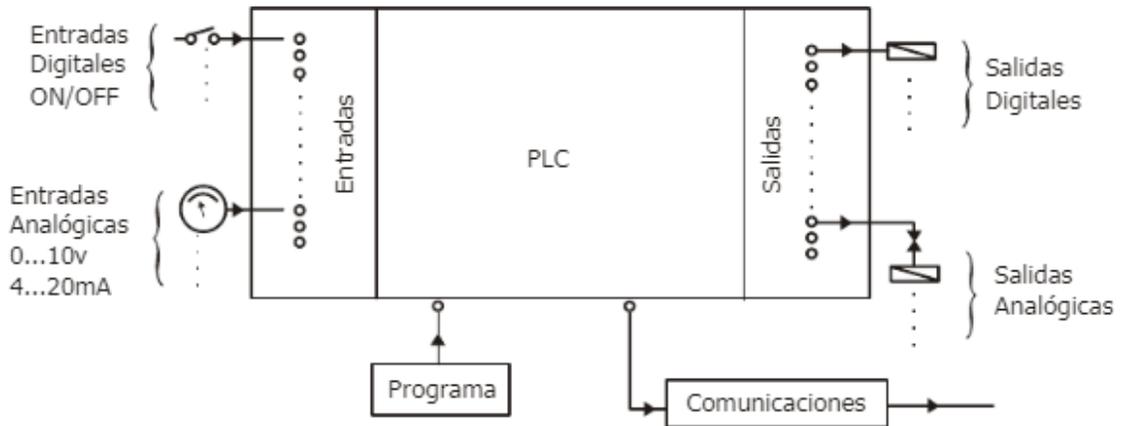


Figura 2 Configuración básica de un PLC

Fuente: Ingeniería Hidráulica aplicada a los sistemas de distribución de agua. Capítulo 21. Pag. 6.

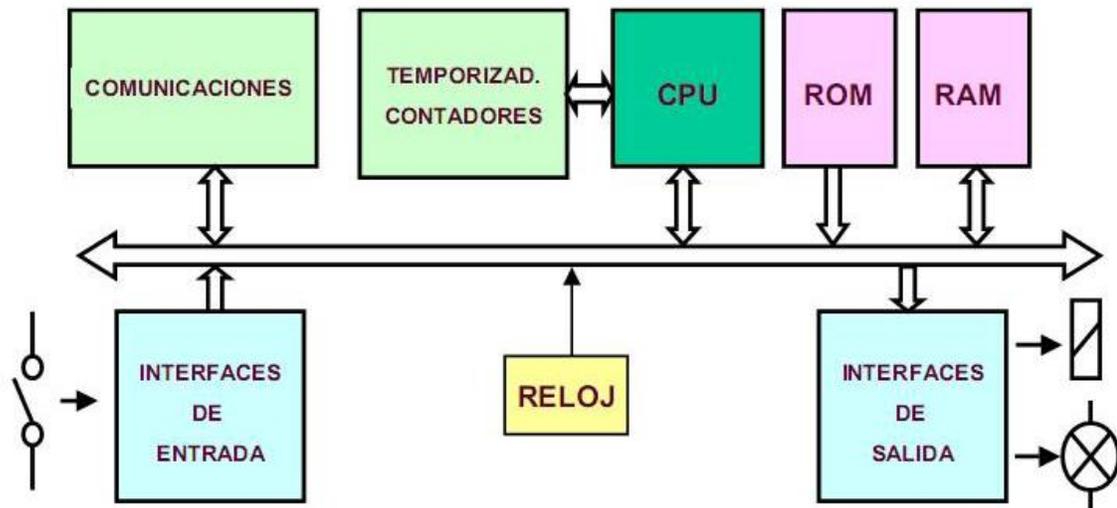


Figura 3 Diagrama de bloques de un autómata programable.

Fuente: PLC Estructura de un PLC, <https://goo.gl/2vmVxr>

4.2.1.1. *Unidad Central de Proceso.* Es el cerebro del PLC, que por medio del software grabado por el fabricante en la memoria ROM del sistema² controla la secuencia de ejecución del programa, realiza las operaciones aritméticas y lógicas, coordina la comunicación entre los diferentes componentes, interpreta las instrucciones del programa de usuario³ y consultar el estado de las entradas, y de acuerdo a ello, ordena la activación de las salidas deseadas.

De acuerdo al modelo de CPU tiene cierta capacidad de memoria, que va ligada a la velocidad del reloj del procesador, lo cual influirá en sus prestaciones, pero en general realizan las siguientes funciones:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no exceda de un determinado tiempo máximo.
- Ejecutar el programa usuario.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas, obtenida al final del ciclo de ejecución del programa usuario.
- Chequeo del sistema.

Esta unidad trabaja según lógica binaria (dos estados posibles para un mismo bit), algunos modelos trabajan con base de 16 bits del 0 al 15, otros con bases de 32 bits. Además está compuestos principalmente por el procesador, la memoria monitor del sistema y circuitos auxiliares.

² El software del sistema de cualquier autómatas consta de una serie de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo.

³ Pueden ser programados en diversos lenguajes de programación (Ladder, lenguaje de instrucciones, GRAFCET, entre otros.) mediante software del fabricante.

4.2.1.1.1. *Procesador.* Está constituido por el microprocesador, el reloj (generador de onda cuadrada) y un chip auxiliar.

El microprocesador es un circuito integrado, que realiza una gran cantidad de operaciones, de tipo lógico, de tipo aritmético y de control de transferencia de la información dentro del autómata, gracias a los siguientes circuitos internos:

- *Circuitos de la unidad aritmética y lógica o ALU:* Es la parte del microprocesador donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas para controlar el autómata.
- *Circuitos de la unidad de control (UC) o Decodificador de instrucciones:* Decodifica las instrucciones leídas en memoria y se generan las señales de control.
- *Acumulador:* Es la encargada de almacenar el resultado de la última operación realizada en la Unidad Aritmética y Lógica.
- *Flags:* Son indicadores de resultado que pueden ser consultados por el programa.
- *Contador de programa:* Encargada de la lectura de las instrucciones de usuario.
- *Bus (interno):* Son zonas conductoras en paralelo que transmiten datos, direcciones, instrucciones y señales de control entre las diferentes partes del microprocesador.

4.2.1.1.2. *Memoria Monitor del sistema.* Es una memoria de tipo ROM, que contiene el sistema operativo y las siguientes rutinas, incluidas por el fabricante.

- Inicialización tras puesta en tensión o reset.
- Rutinas de test y de respuesta a error de funcionamiento.

- Intercambio de información con unidades exteriores.
- Lectura y escritura en las interfaces de E/S.

4.2.1.2. *Fuente de Alimentación.* La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema. La alimentación a la CPU puede ser en corriente continua a 24V o en corriente alterna a 110/220V, luego la CPU alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno.

La alimentación a los circuitos de entradas y salidas puede realizarse, en corriente alterna a 48/110/220 V o en corriente continua a 12/24/48 V.

Por otro lado, es usual incorporar una batería tampón en la fuente de alimentación para el mantenimiento de algunas posiciones internas y del programa usuario en la memoria RAM, cuando falla la alimentación o se apaga el autómeta.

4.2.1.3. *Interfaces.* En todo proceso de control automatizado, es imprescindible una correcta comunicación entre operador-máquina y entre la máquina y el autómeta. Las interfaces de entrada sirven de comunicación entre los elementos de entrada (sensores) y la CPU, realizando el filtrado, adaptación y codificación de las señales de los sensores para que sean “comprensibles” por la CPU, mientras las interfaces de salida sirven de comunicación entre la CPU y los elementos de salida (actuadores), encargándose de decodificar y amplificar las señales procedentes de la CPU antes de enviarlas a las salidas. Por lo cual le permiten a los PLC conectarse directamente con los sensores y accionamientos del proceso.

Tanto las entradas como las salidas pueden ser analógicas o digitales, de acuerdo a la naturaleza de la señal, como se detalla a continuación.

Tabla 1 Tipos y funciones de las interfaces de E/S

TIPOS	CODIFICACIÓN	SENTIDO	FUNCIONES DE LA INTERFAZ
TODO O NADA	BINARIA 1 bit	ENTRADAS	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptación de niveles de tensión. • Filtrado de perturbaciones. • Aislamiento galvánico.
		SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptación de niveles de tensión. • Amplificación de corriente. • Aislamiento galvánico.
SEÑALES CONTÍNUAS	ANALÓGICAS (0, ±10V) (4, 20mA)	ENTRADAS	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptación y filtrado de la señal. • Conversión A/D.
		SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión D/A • Adaptación a 0, ±10V, 4mA, 20mA.
		ENTRADAS	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de canal y multiplexado. • Conversión de códigos.
		SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión de código (Bin. ↔ASCII↔7 segmentos). • Amplificación de corriente.
		BIDIRECCIONALES	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión de código (Serie↔Paralelo) • Protocolo de diálogo (Hard + Soft)

Fuente: Apuntes Interfaces de entrada y salida. Universidad Nacional de San Luis

4.2.1.3.1. *Entradas digitales.* Los módulos de entrada digitales permiten conectar al autómata sensores con salidas digitales (todo/nada, 1/0) como finales de carrera, pulsadores, etc.

Estos módulos al trabajar con señales de tensión de 24V cuando por una vía llegan 24V los interpreta como un “1” (todo) y cuando llegan cero voltios se interpreta como un “0” (nada).

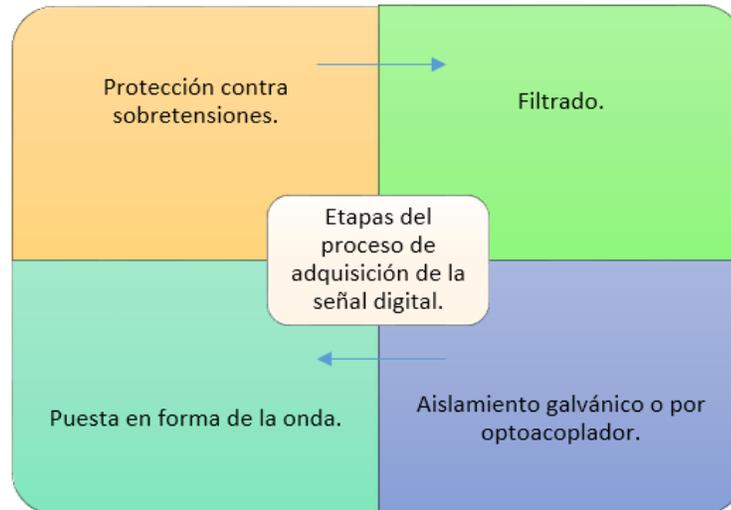


Figura 4 Etapas del proceso de adquisición de la señal digital

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3.2. *Entradas analógicas.* Los módulos de entradas analógicas permiten que los autómatas programables lean valores de tensión o corriente dados por los sensores, ante señales de tipo analógico como la temperatura, la presión o el caudal, convirtiendo una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del autómata, por medio de una conversión A/D, puesto que el autómata solo trabajar con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada por el número de bits y en intervalos de tiempo determinados por el periodo muestreo.

El proceso de adquisición de la señal analógica consta de varias etapas:

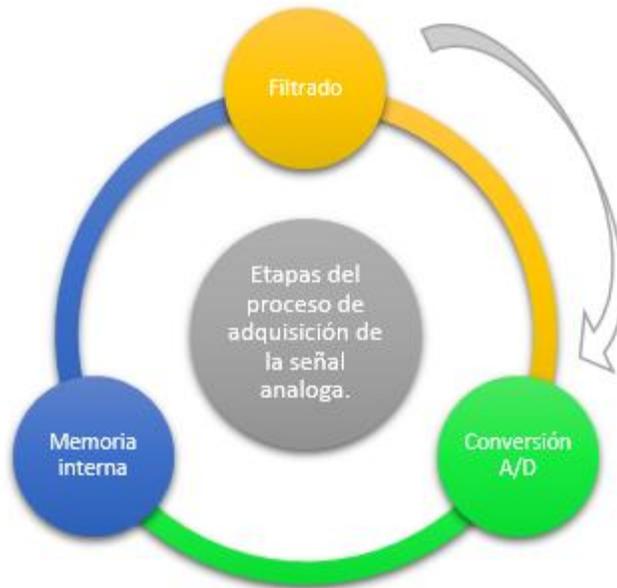


Figura 5 Etapas del proceso de adquisición de la señal analógica.
 Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3.3. *Salidas digitales.* Un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores digitales (todo/nada, 1/0). El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómata en el caso de módulos de salidas a relé.

Tabla 2 Tipos de Módulos

TIPOS DE MODULOS	
ESTÁTICO (Bornero)	ELECTROMECAÑICOS
Los elementos que conmutan son componentes electrónicos como transistores o triacs.	Los elementos que conmutan son contactos de relés internos al módulo.
Al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión.	Al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas.

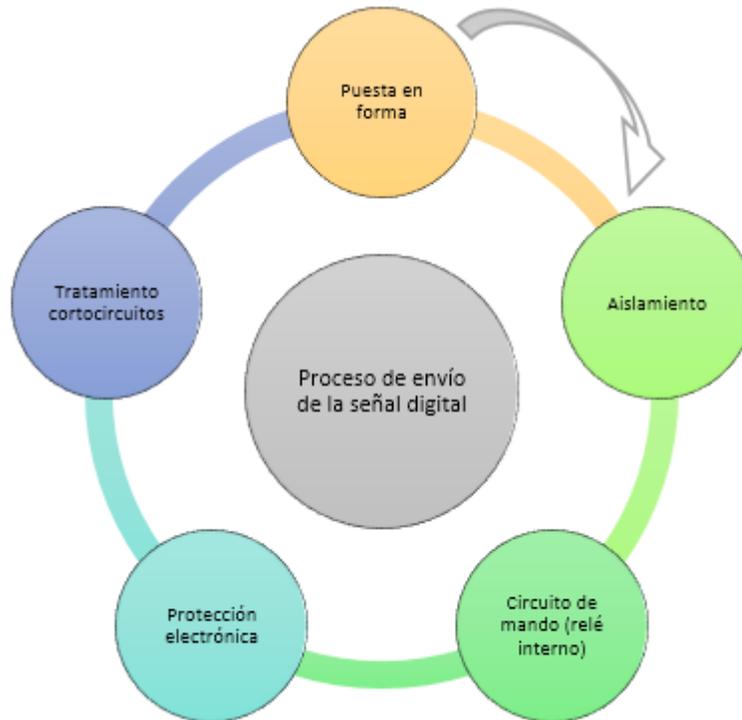


Figura 6 Etapas del proceso de envío de la señal digital

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3.4. *Salidas análogas.* Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómatas se convierta en tensión o intensidad, por medio de una conversión Digital – Análoga, puesto que el autómatas solo trabaja con señales digitales y es necesario un valor de corriente o voltaje acorde a la salida digital del PLC para referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura, etc. permitiendo al autómatas realiza funciones de regulación y control de procesos continuos.

Al igual que en los módulos de entrada analógicos el proceso de conversión Análogo-Digital se realiza con una precisión o resolución determinada por el número de bits y en intervalos de tiempo determinados por el periodo muestreo, y es precisamente debido a los procesos de

adaptación que se dan en sus etapas de conversión A/D y D/A, a los módulos de entrada y salida análogas se les considera módulos de E/S especiales.

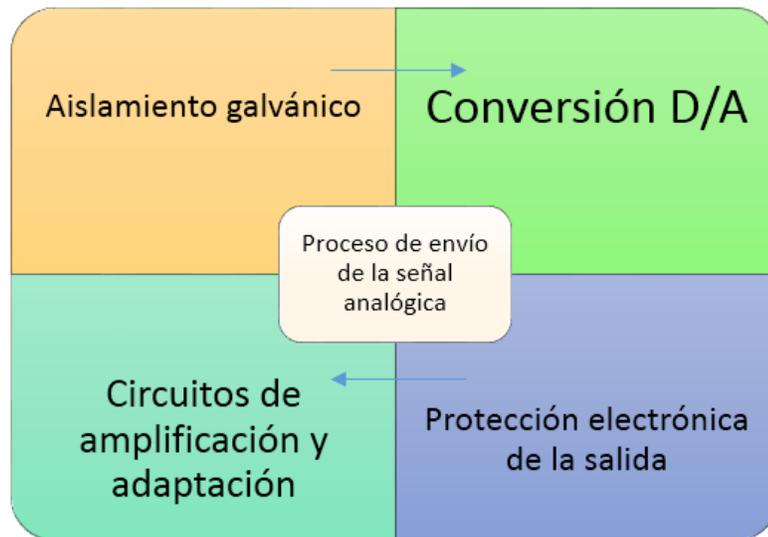


Figura 7 Etapa del proceso de envío de la señal analógica

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.4. *Unidad de programación.* Es el conjunto de hardware y software por medio del cual el programador introduce y depura las secuencias de instrucciones (en uno u otro lenguaje de programación como Ladder, Grafset, etc.) que constituyen el programa a ejecutar.

4.2.1.5. *La memoria.* Es el componente que permite almacenar los datos en forma de bits, que posteriormente serán usados por el PLC para la ejecución de sus funciones.

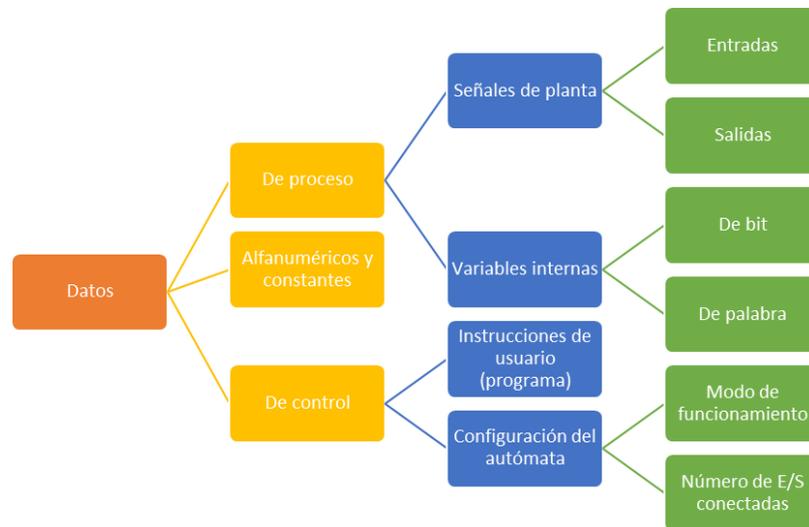


Figura 8 Tipos de información que son almacenadas para la ejecución de las tareas de control

Fuente: Elaboración propia

En un PLC encontramos la Memoria Interna y la Memoria de Programa o Memoria de Usuario, siendo la Memoria Interna aquella que almacena el estado de las variables que maneja el autómata: entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc. Su clasificación se realiza de acuerdo al tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable. Por otro parte, la Memoria de Programa o Memoria de Usuario, normalmente externa y enchufable a la CPU, almacena el programa escrito por el usuario para su aplicación, cada instrucción del usuario ocupa un paso o dirección del programa. Normalmente, son siempre de tipo permanente RAM + batería o EPROM/EEPROM. Por lo general la mayoría de los fabricantes de autómatas ofrecen la posibilidad de utilizar memorias RAM con batería para la fase de desarrollo y depuración de los programas, y de pasar estos a memorias no volátiles EPROM o EEPROM una vez finalizada esta fase.

La ejecución del programa en el módulo es siempre prioritaria, de forma que si se da tensión al autómata con un módulo conectado, la CPU ejecuta su programa y no el contenido en memoria RAM interna.

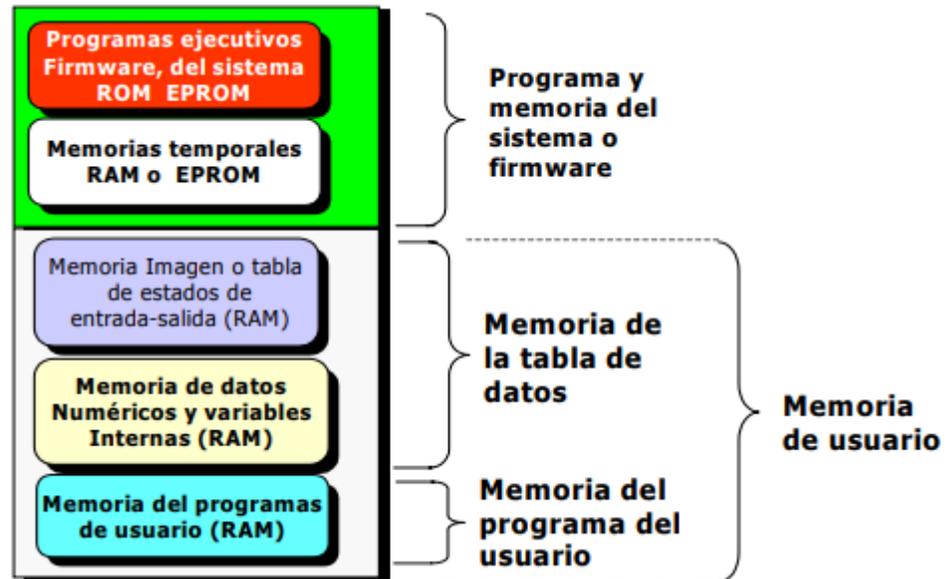


Figura 9 Memorias de un PLC

Fuente: Capitulo 2, Apuntes del curso Automatización 1, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. <https://goo.gl/58gHRg>

4.2.1.6. *Puerto de comunicaciones.* Es el medio para comunicarse el PLC con la Interfaz (HMI), unidades de programación, periféricos, otros Controladores Lógicos Programables, etc.

4.3. ¿Cómo controla el PLC el proceso?

El PLC controla el proceso conmutando los actuadores en sus salidas con una tensión de mando de, por ejemplo, 24 V. De este modo se pueden conectar y desconectar motores, abrir y cerrar válvulas o conectar y desconectar lámparas.

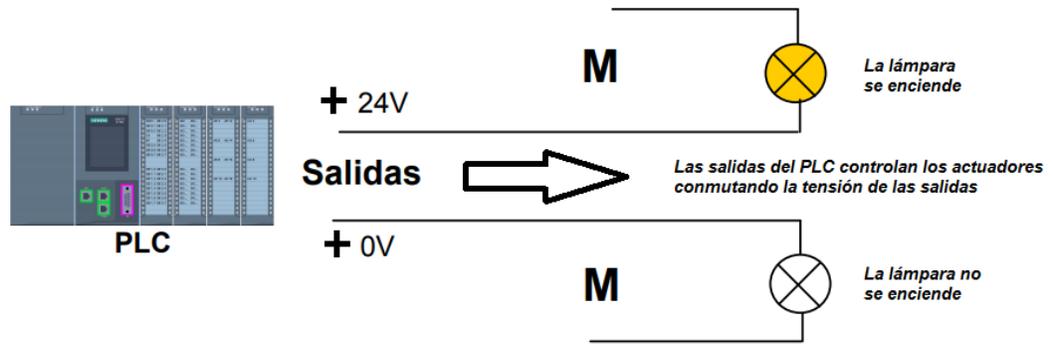


Figura 10 Representación de funcionamiento de las salidas

Fuente: Módulo TIA Portal 020-011- Iniciación a la programación con SIMATIC S7-1500

4.4. ¿De dónde recibe el PLC la información sobre los estados del proceso?

El PLC recibe la información relacionada con el proceso de los transmisores de señales, que están cableados con las entradas del PLC. Estos transmisores de señales pueden ser sensores que detectan si una pieza se encuentra en una posición determinada, interruptores o pulsadores que pueden estar abiertos o cerrados. Se distingue entre contactos normalmente cerrados (NC), que están cerrados en su posición de reposo y abren sus contactos una vez activados, mientras los contactos normalmente abiertos (NA), están abiertos en su posición de reposo y cierran sus contactos una vez accionados.

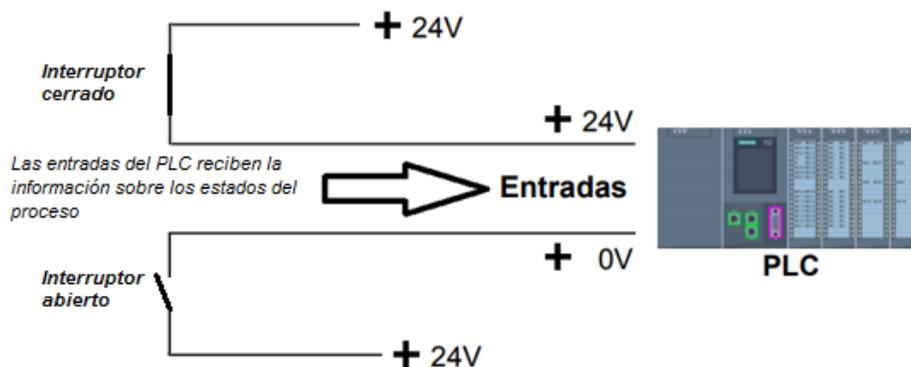


Figura 11 Representación de funcionamiento de las entradas

Fuente: Elaboración propia en base a Módulo TIA Portal 020-011- Iniciación a la programación con SIMATIC S7-1500

4.5. PLC Siemens S7-1500

SIMATIC S7-1500 es la versión perfeccionada de los sistemas de automatización SIMATIC S7-300 y S7-400. El nuevo controlador establece nuevos estándares de alta productividad gracias a sus distintas innovaciones.

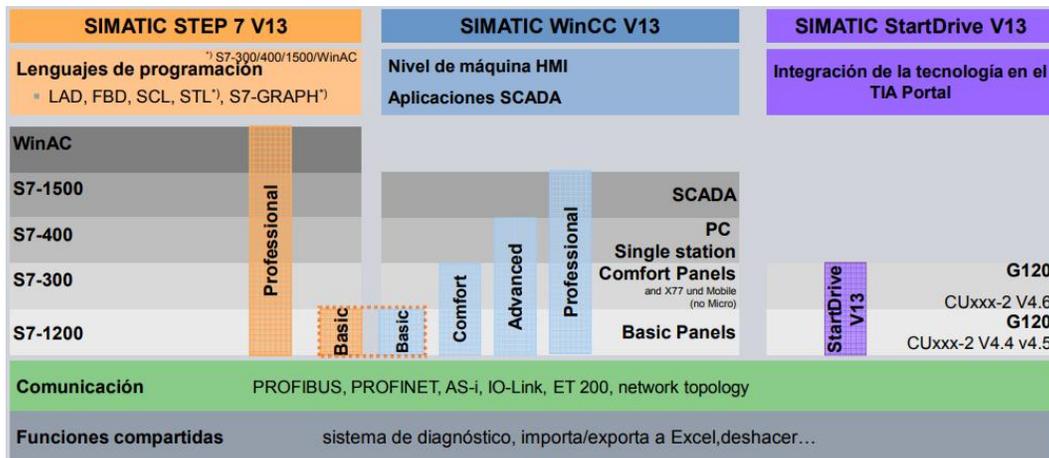


Figura 12 Visión general del alcance de los PLC S7 con las diferentes plataformas de programación SIMATIC

Fuente: 3ra Sesión VI Jornada sobre Tecnologías y Soluciones para la Automatización Industrial. Dr. Alberto Penalba



Figura 13 Posicionamiento de los Controladores Modulares

Fuente: 3ra Sesión VI Jornada sobre Tecnologías y Soluciones para la Automatización Industrial. Dr. Alberto Penalba

	S7-1511	*S7-1511C	*S7-1512C	S7-1513	S7-1515	S7-1516	S7-1517	S7-1518
Tipo Controlador	1511-1PN/ F	1511-1PN C	1511-1PN C	1513-1PN/ F	1515-2PN/ F	1516- 2PN/DP/F	1517-3PN/DP/F	1518-3PN/DP/F
Interfaces								
Mem.programa/ Datos.	150/ 230KB 1 MB	150 KB 1 MB	200 KB 1 MB	300/ 450 KB 1,5 MB	500/ 750 KB 3 MB	1/ 1,5 MB 5 MB	2/ 3 MB 8 MB	3/ 4,5 MB 10 MB
Bit-Performance	60 ns	60 ns	48 ns	40 ns	30 ns	10 ns	1 ns	1 ns
Ancho	35mm	105mm	105mm	35mm	70mm	70mm	175mm	175mm

Figura 14 Controladores Standard y de seguridad

Fuente: 3ra Sesión VI Jornada sobre Tecnologías y Soluciones para la Automatización Industrial. Dr. Alberto Penalba

Entre las características principales del Controlador Lógico Programable S7-1500 se encuentran:

- Mayor rendimiento del sistema. Los módulos cuenta con procesamiento de señales aún más rápido para acortar los tiempos de respuesta y aumentar la productividad, gracias al nuevo bus backplane con significativamente más rápido (aprox. 40x) debido su alta velocidad en baudios y su eficaz protocolo de transmisión, con tiempos de respuesta entre terminales menores a 100µs.
- Memoria. Los módulos cuenta con memoria de 2GB para datos de proyecto, archivos, recetas y documentos.
- Rail DIN 35. Los módulos cuentan Rail DIN 35 mm integrado en perfiles S7-1500 para montar componentes adicionales.
- Dimensiones de los módulos. Las dimensiones de los módulos corresponden aproximadamente con los del S7-300 y pueden ser insertados hasta 32 módulos sin adicional IM.

- Innovaciones de lenguaje STEP 7. Se integra perfectamente en el Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) sin renunciar a ninguna de las funciones probadas.
- CPU 1511C. Integra 32 entradas/salidas digitales, 5 entradas análogas y 2 salidas análogas en un bloque de 85 mm con capacidad de ampliación.
- CPU 1512C. Integra 64 entradas/salidas digitales, 5 entradas y 2 salidas análogas en un bloque de 110 mm con capacidad de ampliación.
- Funcionalidad Motion Control integrada. Con PLCopen, el controlador integra funciones estándares para la conexión de accionamientos compatibles con PROFIdrive y por medio de la funcionalidad del Control de Movimiento, permite sin módulos adicionales llevar a cabo el control de la velocidad y el posicionamiento de los ejes. Además todas las CPUs son compatibles con la funcionalidad TRACE, de ese modo se pueden diagnosticar con precisión los programas y aplicaciones de movimiento del usuario y optimizar los accionamientos.
- PROFINET IO IRT V2.3. Está equipado con interfaz PROFINET PN IRT (V2.2.) integrada en cada CPU, que permite obtener tiempos de respuesta definidos y un comportamiento altamente preciso de la instalación. En total son con cuatro puertos PROFINET, dos con idéntica dirección IP para la comunicación en el nivel de campo y dos más con diferentes direcciones IP para la integración en la red corporativa).

PROFINET representa el estándar de Ethernet Industrial, utilizado y probado ampliamente en la automatización industrial. Se basa en estándares IT acreditados, y ofrece funcionalidad TCP/IP completa para la transferencia de datos en toda la empresa y a todos los niveles. Se establece bajo la norma IEC 61158, por medio de ella los equipos de campo descentralizados (dispositivos

IO) se pueden conectar con un control central (controladores IO) a través de un cable de Industrial Ethernet o a través de Industrial WLAN, aunque la norma admite conversión sencilla de PROFIBUS contemporáneo (master o slave), a un dispositivo PROFINet I/O controlador, y así proteger la inversión, realizando la integración de los segmentos PROFIBUS disponibles, con una configuración similar a la de PROFIBUS DP.

Además, dispone de ventajas de diagnósticos integradas y comunicación de seguridad, que ofrecen una óptima disponibilidad del sistema, que abarca desde los conceptos de máquinas modulares, para conseguir la máxima flexibilidad, hasta las velocidades de transferencia más rápidas y aplicaciones wireless LAN (WLAN).

En su conjunto, estas capacidades ofrecen un rendimiento y precisión considerablemente superior a los requisitos actuales, y ofrece reservas para los futuros, permitiendo aumentar la productividad y la performance de los sistemas, por lo que además de aprovechar el estándar Ethernet para la automatización, puede obtenerse una innumerable cantidad de ventajas que aumentan el rendimiento y la eficacia de un sistema de automatización. Entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

Tabla 3 Conceptos innovadores a partir de la PROFINET

A partir de Shared Device	A partir de I-Device	A partir de redundancia de medios
Reducción del número de dispositivos remotos.	Diseño de arquitectura de topología más flexible.	Alta disponibilidad de comunicación.
Simplicidad en la ingeniería.	Conexión sencilla entre controladores de proyectos diferentes.	Reducción de paradas de planta.
Reducción de cableado y costos de instalación.	Integración de controladores de Siemens y controladores de otros fabricantes en una simple	Reducción del número de componentes de red.

	red de comunicación, utilizando solo archivos GSD.	
Asignación flexible de módulos para diferentes PLC.		Simple mantenimiento y reparación de fallas.
Simple integración de funciones seguras (fail-safe) en aplicaciones no seguras (non-safety) como, por ejemplo, en robot.		

Fuente: Elaboración propia en base a <https://goo.gl/1jnvvh>

- Display. Con ciclo de vida mayor de 50.000 horas de operación para puesta en marcha y diagnóstico, desde el cual se puede diagnosticar tanto el funcionamiento de la CPU como de sus módulos.

Permite el acceso al número de pedido, versión FW, número de serie de los módulos, IP, etc.; además fijar IP, nombre de la estación, etc. para labores de puesta en marcha; también el diagnóstico del sistema y alarmas de usuario, visualizar los estados para módulo central y distribuidos; iconos indicativos de alarmas, bloqueo, forzado, safety, etc.; visualizar logo de empresa y la lectura de variables de forma directa.

Puede acoplarse y desacoplarse de la CPU durante su funcionamiento y se puede asignar password vía TIA Portal.

- Servidor Web Integrado. Permite la comprobación del estado de la CPU “in situ” mediante un navegador de Internet estándar, representando los datos del proceso mediante gráficos en sitios Web definidos por el usuario, lo cual facilita el registro y la visualización de información de servicio y diagnosis.
- Concepto de diagnosis optimizado. Permite análisis de fallo desde Display, Web Sever, STEP 7 o HMI. Además permite la recuperación de mensajes de error, aun estando la CPU apagada.

- Conector frontal unificado. Simplificando el almacenaje y la logística, evitar errores, así como ahorrar en tiempo y costes. Pin de asignación para cada tipo de componente unificado permitiendo simplificar cableado y sustitución de componentes.
- El etiquetado se puede imprimir directamente desde TIA Portal. La comprobación del estado de la CPU “in situ” mediante un navegador de Internet estándar, representando los datos del proceso mediante gráficos en sitios Web definidos por el usuario, lo cual facilita el registro y la visualización de información de servicio y diagnosis.
- Posiciones de pre-cableado para un cableado más sencillo. Permite cableado sin conexión eléctrica del enchufe, además simplifica cableado al electricista durante el cableado de las líneas de señal, y facilita la labor de modificar cableado si se necesita durante el funcionamiento de la máquina.
- Seguridad integrada. Con algoritmos que se pueden proteger contra accesos y modificaciones no autorizadas, asignando diferentes derechos de acceso a distintos grupos de usuarios mediante diferentes niveles de autorización, además en la tarjeta de memoria SIMATIC Memory Card los distintos componentes se vinculan al número de serie de la tarjeta de memoria original evitando la copia no autorizada de programas. Por otra parte los datos transmitidos al controlador están a salvo de manipulaciones no autorizadas, ya que el sistema detecta cualquier transmisión de datos modificados o procedentes de fuentes extrañas.

4.6. Direccionamiento de las señales de entrada y salida individuales en un PLC SIMATIC S7-1500.

La indicación de una entrada o salida dentro del programa se denomina direccionamiento. Las entradas y salidas de los PLC se suelen agrupar en grupos de 8 en módulos de entradas o salidas digitales. Esta unidad de 8 se denomina byte. Cada uno de estos grupos recibe un número, la denominada dirección de byte. Para direccionar una entrada o salida individual dentro de un byte, cada byte se fracciona en ocho bits individuales. Estos se numeran desde el bit 0 hasta el bit 7. Así se obtiene la dirección de bit. El PLC que se muestra aquí tiene un módulo de señales con los bytes de entrada 0 a 3 y los bytes de salida 0 a 3.

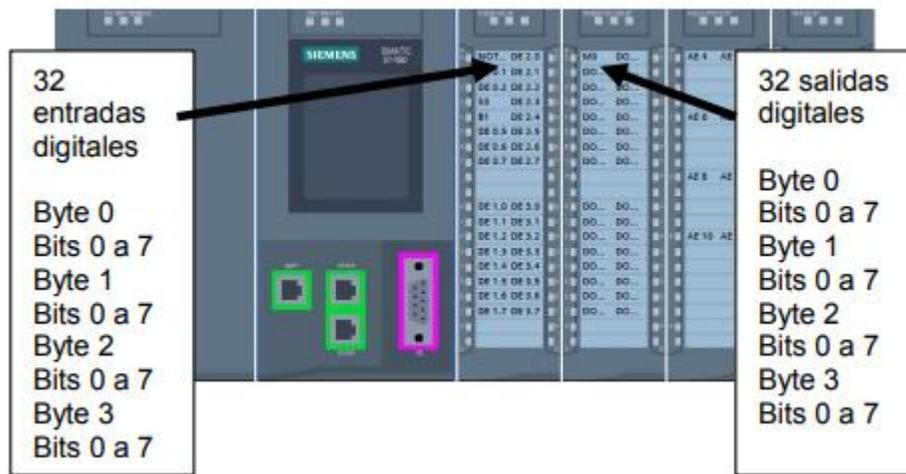


Figura 15 Direccionamiento de entradas y salidas de los módulos de entradas y salidas digitales de un Siemens S7-1200

Fuente: Módulo TIA Portal 020-011- Iniciación a la programación con SIMATIC S7-1500

Para direccionar por ejemplo la quinta entrada digital, se indica la dirección **%I0.4**, donde “%I” indica que se trata de una dirección de entrada, “0” identifica la dirección de byte y “4” la dirección de bit.

Para direccionar por ejemplo la décima salida, se indica la dirección **%Q1.1**, donde “%Q” indica que se trata de una dirección de salida, “1” identifica la dirección de byte y “1” la dirección de bit.

Hay que tener en cuenta que para la dirección de bit en la quinta entrada y la décima salida hay un “4” y un “1” respectivamente, porque se empieza a contar desde cero. Además las direcciones de byte y de bit siempre están separadas por un punto.

4.7. ¿Cómo se procesa el programa en el PLC?

La ejecución del programa en un PLC se realiza de forma cíclica según la siguiente secuencia:

- I. En el primer paso se transfiere el estado desde la imagen de proceso de las salidas (IPS) a las salidas y estas se conectan o desconectan.
- II. A continuación, el procesador, que a efectos prácticos representa el cerebro del PLC, pregunta si las entradas individuales conducen tensión. Este estado de las entradas se guarda en la imagen de proceso de las entradas (IPE). Para las entradas con tensión se guarda la información 1 o “Alta” y para las que no tienen tensión, la información 0 o “Baja”.
- III. El procesador ejecuta el programa guardado en la memoria de programas. El programa se compone de una lista de operaciones lógicas e instrucciones que se ejecutan de forma consecutiva. Para la información de entrada necesaria se accede a la IPE leída previamente y el resultado lógico se escribe en la llamada imagen de proceso de las salidas (IPS). En caso necesario, el procesador también accede a otras áreas de memoria (por ejemplo las áreas de datos locales de los subprogramas, de bloques de datos y de marcas) durante la ejecución del programa.
- IV. Finalmente, se ejecutan otras tareas internas del sistema operativo, como autotest y comunicación.

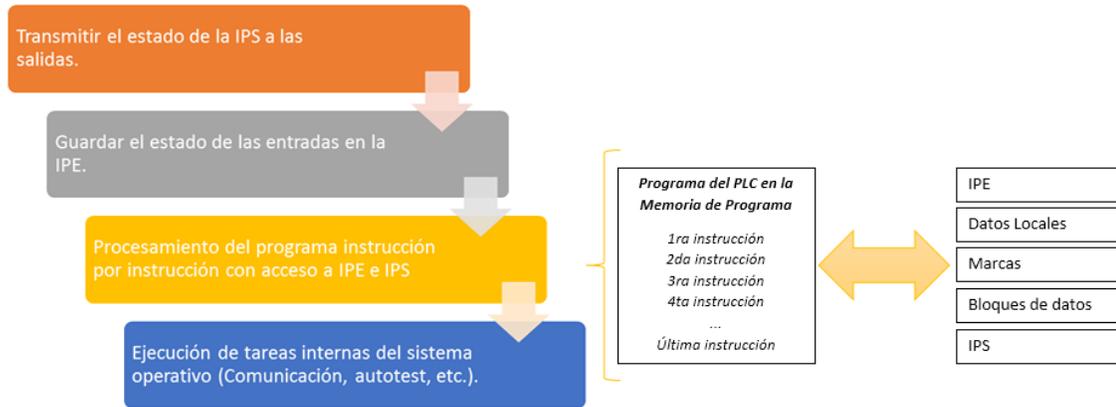


Figura 16 Procesamiento del programa en el PLC

Fuente: Elaboración propia en base a la sección 5.6 de Módulo TIA Portal 020-011- Iniciación a la programación con SIMATIC S7-1500.

El tiempo requerido por el procesador para esta ejecución se denomina tiempo de ciclo. Este tiempo varía en función de la cantidad y el tipo de instrucciones, así como de la potencia del procesador.

5. Metodología

5.1. Tipo de estudio.

El proyecto se apoya en la investigación aplicada de los conocimientos y competencias adquiridas en el programa de Tecnología Eléctrica de la I.U. Pascual Bravo.

5.2. Método.

El presente proyecto se desarrolla a partir del conocimiento adquirido durante la carrera y la estrecha colaboración del asesor Ingeniero Especialista Elkin Darío Pérez Ramírez, profesora Alba Nidia Ocampo y laboratoristas, al brindar su apoyo por medio de asesorías y facilitar el espacio y parte de los equipos requeridos para llevar a cabo el montaje.

En primera instancia se investiga en fuentes directas e indirectas sobre la normativa técnica que regula el módulo y sus componentes, aclarando aspectos de funcionamiento, aplicaciones, ventajas desventajas, cuidados y dimensiones a partir de los cuales se pueda tener una referencia clara del montaje que se va realizar y sus consecuencias tanto positivas como negativas.

Una vez finalizada la etapa de investigación se procede al diseño y adquisición de los componentes requeridos para la construcción del Módulo de Control, para lo cual se cotizaron en diferentes proveedores, seleccionando como criterios la disponibilidad y el costo de los equipos con el fin de cumplir con el cronograma y el presupuesto necesario.

Luego de adquirir los componentes se procede a verificar su correcto funcionamiento y se construye el Módulo de Control, por medio de un proceso de mejora continua, enfocado en la calidad y el aspecto que alcanza a lo largo del proceso.

Se desarrollará un instructivo de uso apropiado y se define una guía de mantenimiento general que permita la conservación del Módulo y la seguridad de las personas que lo operan.

Al terminar la construcción del Módulo de Control, en compañía del docente se verifica que los componentes del Módulo estén debidamente fijados y conectados, se chequea su funcionamiento por medio de algunas aplicaciones, con el fin de garantizar la resolución del problema y el cumplimiento del objetivo general.

Finalmente se atienden las observaciones realizadas por el asesor para concluir con la entrega del módulo.

5.3. Población y muestra.

La población beneficiada por este proyecto de forma directa son los 4.107 estudiantes y 300 docentes de los programas de Tecnología Eléctrica, Tecnología Electrónica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica que cursen asignaturas o deseen llevar a cabo prácticas relacionadas con automatización y control de procesos industriales basados en Controladores Lógicos Programables, al representar una mejora significativa para los procesos de docencia e investigación. Mientras la I.U. Pascual Bravo se verá beneficiada por el reconocimiento de sus laboratorios y la competencia de sus estudiantes en el ámbito laboral.

Por otra parte, a partir de una muestra de 20 estudiantes del curso de Control I, a los cuales se les consulta de forma verbal, las ventajas de este tipo de Módulos para sus procesos académicos en la Institución y su postura con respecto a su realización por parte de estudiantes como Trabajo de Grado, a lo cual reflejan su confianza y la alegría contar con equipos pensados y trabajados por estudiantes para estudiantes, que permitan la práctica y profundización de los conocimientos adquiridos en la Institución.

5.4. Instrumentos de recolección de información.

- 5.4.1. Fuente primaria. Parte de la información fue suministrada por el asesor Elkin Darío Pérez Ramírez y la información adquirida de la Decanatura de Eléctrica, a partir de los cuales se estructuró la búsqueda de información secundaria y el desarrollo del proyecto conforme a los criterios técnicos necesarios y los Lineamientos de la I.U. Pascual Bravo para llevar a cabo las prácticas de laboratorio y la realización de los Trabajos de Grado.

- 5.4.2. Fuente secundaria. La fuente secundaria, está basada en la información recolectada a través del estudio de otros proyectos, sitios web, experiencias y sugerencias de otros estudiantes, laboratoristas y de las personas que trabajan en el área de instrumentación y control de procesos.

6. Resultados del Proyecto

6.1. Componentes del Módulo de Control No.10

Teniendo en cuenta las especificaciones dadas por el Asesor se investigan cada uno de los componentes requeridos para proceder con la compra de los mismos, para luego continuar con el armado o la instalación de los componentes.

6.1.1. PLC Siemens S7-1500. SIMATIC S7-1500 es la versión perfeccionada de los sistemas de automatización SIMATIC S7-300 y S7-400. El nuevo controlador establece nuevos estándares de alta productividad gracias a sus distintas innovaciones.

El controlador S7-1500 se compone de una fuente de alimentación (1), una CPU con display integrado (2), Módulos de entradas y salidas para señales digitales y analógicas (3), los cuales se montan en un perfil soporte con perfil DIN integrado (4).

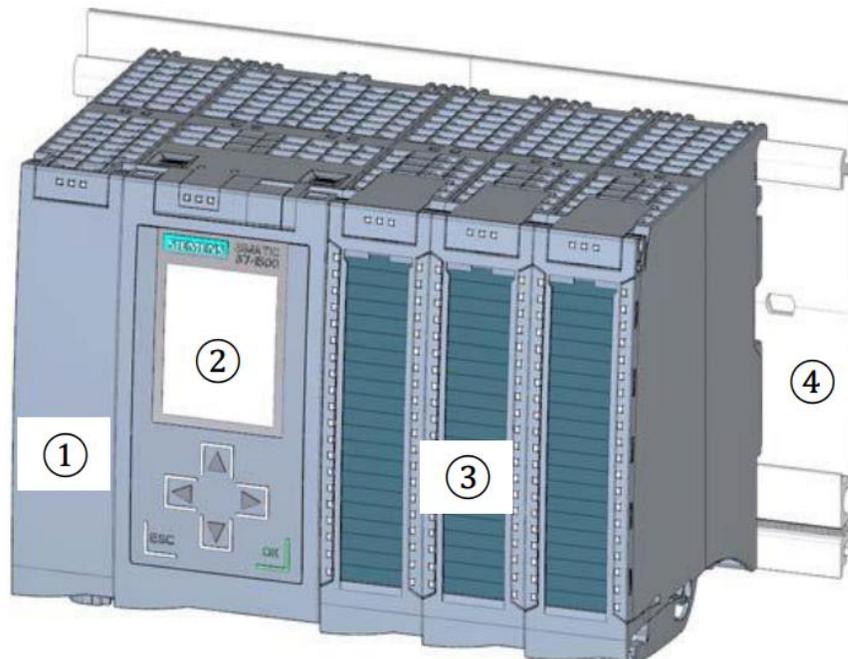


Figura 17 Ejemplo de configuración de un sistema de automatización S7-1500L

Fuente: Manual de sistema, Sistema de Automatización Siemens SIMATIC S7-1500.

En caso necesario, se pueden utilizar también procesadores de comunicaciones y módulos de función para tareas especiales, como módulos de potencia y módulos de salida para el control de motores paso a paso por ejemplo.

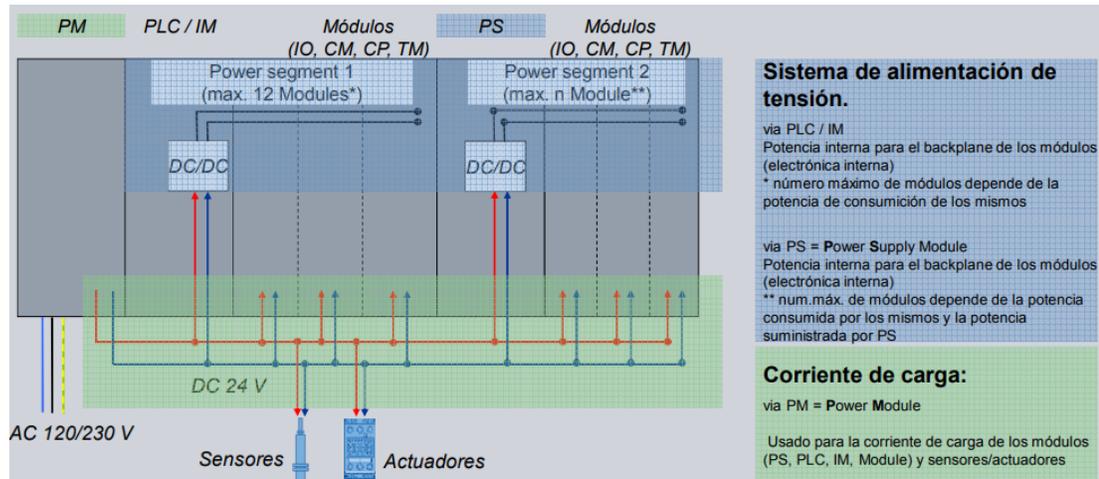


Figura 18 Módulos de potencia y fuente de alimentación

Fuente: 3ra Sesión VI Jornada sobre Tecnologías y Soluciones para la Automatización Industrial. Dr. Alberto Penalba

6.1.2. Panel HMI Siemens KTP700 Basic PN. El panel SIMATIC KTP700 Basic PN - 6AV2123-2GB03-0AX0 tiene una pantalla LCD a color de 7" con 65536 colores y se puede manejar gracias a los botones integrados o su pantalla táctil. La comunicación con el PLC se realiza mediante la interfaz Profinet. La configuración del panel KTP700 Basic PN - 6AV2123-2GB03-0AX0 es posible mediante WinCC Basic V13 o STEP7 BASIC V13.



Figura 19 Panel HMI Siemens KTP700 Basic PN

6.1.3. Interruptores, pulsadores y conmutadores. El pulsador es un elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado, regresando a su posición de reposo cuando ya no se actúa sobre él. Según su funcionamiento pueden ser Normalmente Abiertos o Normalmente cerrados.

Se denominan Normalmente Abiertos cuando los contactos del pulsador están abiertos en reposo, interrumpiendo el paso de la corriente, mientras al ser oprimidos permiten el paso de la corriente, siendo empleados en timbres, máquinas expendedoras de refrescos, los teclados de los ordenadores, para seleccionar el piso en los ascensores y en otras muchas aplicaciones. En cambio se denominan Normalmente Cerrados cuando tienen los contactos cerrados en su posición de reposo, permitiendo la circulación de la corriente. Al pulsar, el circuito se abre y deja de funcionar, siendo utilizados normalmente para la parada de emergencia de máquinas o mecanismos.

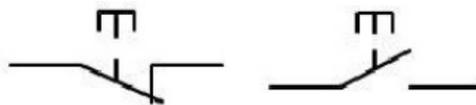


Figura 20 Símbolo de un pulsador NO y NC en un esquema de control según normativa NEMA

Mientras el interruptor es un operador eléctrico con la función es abrir o cerrar un circuito de forma permanente, variando su posición al accionarlo, abriendo un circuito que estaba cerrado o cerrando uno que estaba abierto, y permanece así hasta que sean accionados nuevamente.

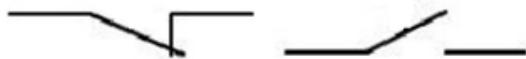


Figura 21 Símbolo de un Interruptor NC y NO en un esquema de control según normativa NEMA

Existen muchos tipos de pulsadores e interruptores, que se diferencian en la forma que tienen de accionarse:

- *Por medio de llaves:* Accionados mediante una llave como en el caso de los contactos de un vehículo, las cerraduras eléctricas de seguridad, las llaves para bloqueo.
- *Por temperatura:* Constan de una lámina que se deforma con la temperatura y hace contacto con otra que está inmóvil. Por ejemplo el termostato de una plancha eléctrica funciona al revés, ya que al aumentar la temperatura, la lámina se deforma, abre el contacto y deja de calentar.
- *Por presión:* Se accionan por la presión que ejerce un fluido. Por ejemplo, por la presión del aceite, en el caso del testigo de un automóvil, o del agua, en el caso de la electroválvula de cierre de paso del agua a la lavadora.
- *Por campos magnéticos:* Es el caso de los llamados interruptores REED, que constan de dos láminas metálicas separadas que están colocadas dentro de una ampolla de vidrio. Al acercarles un imán, las láminas se unen y cierran el circuito.

- *Por la propia corriente eléctrica:* Su funcionamiento está basado en el electroimán: un núcleo de acero que se magnetiza al pasar la corriente por una bobina de cobre que tiene a su alrededor.

Por otra parte el **conmutador** es un dispositivo eléctrico o electrónico que permite modificar el camino que deben seguir los electrones. Se asemejan a los interruptores en su forma exterior, pero los conmutadores a la vez que desconectan un circuito, conectan otro.



Figura 22 Símbolo de conmutador de dos posiciones y conmutador multiposiciones

Con el objeto de mejorar la seguridad del personal de servicio, facilitar el manejo y mantenimiento de instalaciones y equipos eléctricos, se han establecido normas como la DIN EN 60073 y la IEC 73, que definen en forma clara el significado de determinados colores y la norma DIN EN 60 204-1 VDE 0113, que indica los colores de los pulsadores, pulsadores luminosos y lámparas de señalización, las cuales coinciden en su mayor parte.

A continuación se señala el significado de los colores en los pulsadores luminosos en base a las normas anteriormente indicadas.

Tabla 4 Colores de pulsadores y su significado de acuerdo con la norma DIN EN 60 204 VDE 0113

COLOR	SIGNIFICADO	ACLARACIÓN	EJEMPLOS DE APLICACIÓN
ROJO	Emergencia	Accionar en un estado peligroso o en una emergencia.	Desconexión (Parada) de emergencia. Iniciar funciones de desconexión (Parada) de emergencia, en forma condicional para PARADA/NO.

AMARILLO	Anormal	Accionar en un estado anormal.	Intervención para suprimir un estado anormal. Intervención para volver a arrancar un desarrollo automático que se interrumpió.
VERDE	Seguro	Accionar en condición segura o preparar en estado normal.	ARRANQUE/SI, sin embargo se prefiere BLANCO.
AZUL	Obligatorio	Accionar en un estado que requiera una operación obligatoria.	Función de reposición.
BLANCO	No tienen asignado significado especial.	Para la iniciación un general de funciones, salvo desconexión de emergencia*.	ARRANQUE/SI (preferido) PARADA/NO
GRIS			ARRANQUE/SI PARADA/NO
NEGRO			ARRANQUE/SI PARADA/NO (preferido)

* Cuando se aplica una medida de identificación adicional (por ejemplo, estructura, forma, posición) para los elementos de mando de pulsadores, podrán usarse los mismos colores BLANCO, GRIS, o NEGRO para diferentes funciones, por ejemplo, BLANCO para ARRANQUE/SI y PARADA/NO para los elementos de mando.

Fuente: SIEMENS, Manual de baja tensión, Criterios de Selección de aparatos de maniobra e indicaciones para el proyecto de instalaciones y distribución. Pág. 70-72.

Para el Módulo de control se implementaron los siguientes modelos de interruptores conmutadores y pulsadores:



Figura 23 Pulsadores e interruptores usados en la construcción del Módulo de Control

6.1.4. Pilotos de señalización. Los pilotos de señalización son usados en el circuito de mando para indicar el estado actual del sistema (parada, marcha, sentido de giro, accionamientos, detención, etc.), siendo parte esencial de la comunicación Máquina-Hombre. Generalmente está constituido por una lámpara o diodo montada en una envolvente adecuada a los condiciones de trabajo.

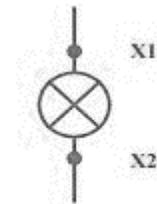


Figura 24 Símbolo de un Piloto en un esquema de control según normativa NEMA

La norma DIN EN 60073, al igual que la IEC 73, define en forma clara el significado de determinados colores. Con esto se pretende mejorar la seguridad del personal de servicio, así como facilitar el manejo y mantenimiento de instalaciones y equipos eléctricos. Además, la norma DIN EN 60 204-1 VDE 0113, también indica los colores de los pulsadores, pulsadores luminosos y lámparas de señalización. Ambas publicaciones coinciden en su mayor parte.

A continuación se señala el significado de los colores en los indicadores luminosos en base a las normas anteriormente indicadas.

Tabla 5 Colores para lámparas de señalización y su significado de acuerdo con la norma DIN EN 60 204 VDE 0113

COLOR	SIGNIFICADO	ACLARACIÓN	ACCIÓN POR PARTE DEL OPERADOR	EJEMPLOS DE APLICACIÓN
ROJO	Emergencia.	Estado peligroso.	Acción inmediata para reaccionar ante un estado peligroso (por ejemplo, parada de emergencia).	Presión/temperatura fuera de límites seguros. Caída de tensión, colapso del suministro de tensión. Sobrepaso de una posición de parada.

AMARILLO	Anormal.	Estado anormal, estado crítico inminente.	Supervisión y/o intervención (por ejemplo, reposición de una función requerida).	Presión/temperatura sobrepasa las zonas normales. Disparo de un dispositivo de protección.
VERDE	Normal.	Estado normal.	Opcional.	Presión/temperatura dentro de zonas normales. Autorización para proseguir.
AZUL	Obligatorio.	Indicación de un estado que requiere de una acción por parte del operador.	Acción obligatoria.	Indicación para ingresar valores prefijados.
BLANCO	Neutro.	Otros estados, se podrá usar si existen dudas sobre la aplicación de ROJO, AMARILLO, VERDE o AZUL.	Supervisión.	Informaciones generales.

Fuente: SIEMENS, Manual de baja tensión, Criterios de Selección de aparatos de maniobra e indicaciones para el proyecto de instalaciones y distribución. Pág. 70-72.

Para el Módulo de control se implementó el siguiente modelo:



Figura 25 Pilotos usados en la construcción del Módulo de Control

6.1.5. Conectores eléctrico tipo banana. Fue inventado por Richard Hirschmann en 1924, como un conector eléctrico de un solo cable, utilizado para unir los cables al equipo. Consiste en una clavija cilíndrica de metal de unos 25mm de largo, con un diámetro de 4mm, que se puede insertar en un contacto hembra de 4mm para hacer contacto eléctrico, aunque también es usual encontrar contactos con diámetro de 2mm.

Existen varios estilos de contactos tipo banana, todos basados en el concepto de una clavija de metal con uno o más resortes que aplica fuerza hacia afuera, por lo cual una vez dentro del contacto cilíndrico (comúnmente denominado conector tipo banana hembra) produce un ajuste perfecto con buena conductividad eléctrica. Los tipos comunes incluyen: una clavija sólida dividida longitudinalmente y ligeramente extendida, una punta de cuatro ballestas, un cilindro con un resorte de una sola hoja en un lado, un haz de alambre rígido, un pasador central rodeado por un cilindro de múltiples hendiduras con una protuberancia central, o simple hoja de metal laminado en un cilindro casi completo. Los enchufes se utilizan con frecuencia para terminar los cordones de conexión para los equipos de pruebas electrónicos y como conectores de los amplificadores a los altavoces en los sistemas de sonido estéreos, mientras que los enchufes de banana forrados son comunes en puntas de prueba del multímetro.

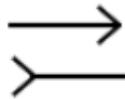


Figura 26 Símbolo de un conector macho y un conector Hembra en un esquema de control según normativa NEMA

Para el Módulo de control se implementó el siguiente modelo:



Figura 27 Conectores tipo banana usado en la construcción del Módulo de Control



Figura 28 Otros tipos de terminales usados en la construcción del Módulo de Control

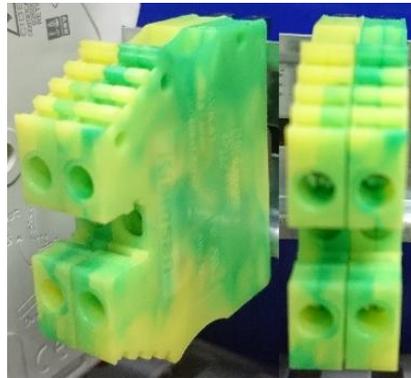


Figura 29 Borneras para conexiones.

6.1.6. Cableado. Un cable es un hilo metálico o conjunto de hilos que sirve como conductor; puede tener una envoltura aislante.

Para este proyecto se utilizó cable Centelsa para iluminación de 600V, 105°C con calibre 18AWG recubierto con aislante tipo PVC hecho en Colombia.



Figura 30 Cableado usado en la instalación de los componentes del Módulo de Control

6.1.7. Relé termo magnético (protecciones). El breaker o disyuntor eléctrico es un tipo de dispositivo de conmutación que se puede activar automáticamente así como manualmente para controlar y proteger un sistema eléctrico.

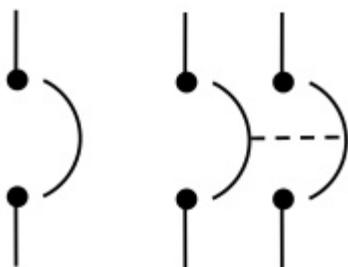


Figura 31 Símbolo de Breaker de protección

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el problema que haya causado su disparo o desactivación automática.

Los disyuntores se fabrican de diferentes tamaños y características, lo cual hace que sean ampliamente utilizados en viviendas, industrias y comercios.

Para el Módulo de control se implementaron tres breaker tipo riel, uno de 2x6A y dos de 1x3A.



Figura 32 Braker usado en la construcción del Módulo de Control.

6.1.8. Fuente de alimentación switchheada a 24VDC. La fuente de alimentación suministra una tensión de 24 V_{DC} necesaria para la alimentación a la CPU.



Figura 33 Fuente de alimentación 24Vdc 50W usada en la construcción del Módulo de Control.

6.1.9. Tablero acrílico. Tablero acrílico de color azul con marcaciones en alto relieve de color blanco y con medidas de 6mm de espesor, 59 cm de ancho y 69cm alto.



Figura 34 Imagen del tablero Acrílico.

Fuente: Imagen suministrada por el Asesor.

6.1.10. Chasis de soporte. Estructura metálica de 69cm de altura con 59cm de ancho, realizada con tubos cuadrados de $\frac{3}{4}$ de pulgada y dos bases metálicas de 50cm, con un ángulo de 85° entre la base y la estructura. El chasis, contiene además un pequeño marco en la parte superior izquierda de 10.55cm x 27.6cm, con ocho orificios de sujeción para el tablero acrílico con un diámetro 8mm repartidos 4 en los extremos, 2 a los lados de los tubos verticales en la parte de la mitad, 2 en el tubo inferior del marco pequeño.

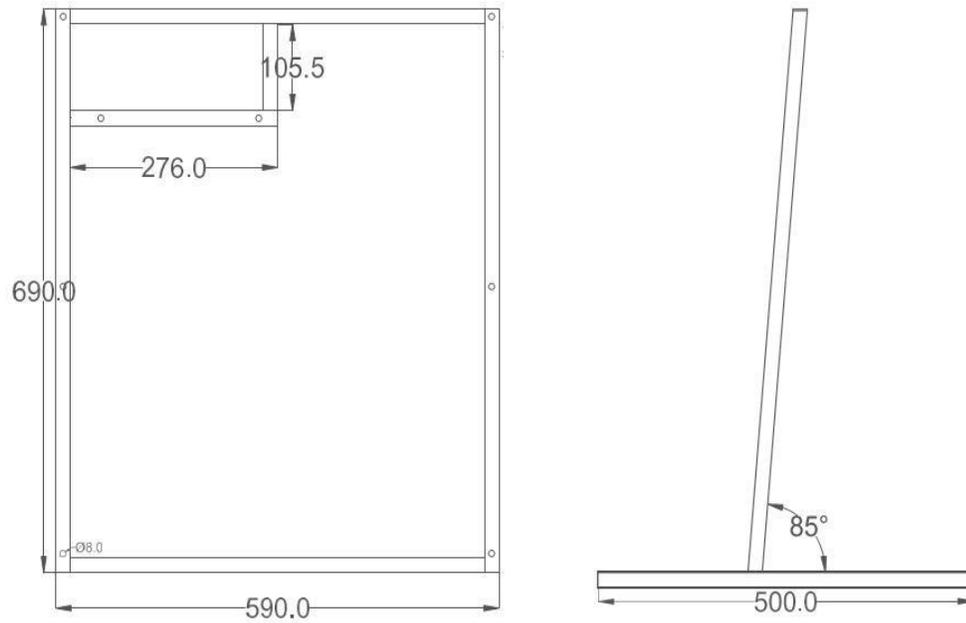


Figura 35 Dimensiones del chasis.

Fuente: Imagen suministrada por el Asesor.

6.2. Desarrollo del montaje y Resultados

Al llevar a cabo el montaje, inicialmente se instaló el tablero acrílico en la base, luego se instalaron los componentes del Módulo de Control No.10 en el tablero acrílico.



Figura 36 Chasis utilizado en la instalación.

Fuente: Imagen suministrada por el Asesor.



Figura 37 Tablero acrílico y riel DIM usado en la instalación.

Luego se cablearon cada uno de los componentes del módulo de control.



Figura 38 Cableado de los componentes del módulo de control No.10.



Figura 39 Cableado de los componentes del módulo de control No.10.

Finalmente se marca el cableado para una rápida identificación de las entradas y salidas.



Figura 40 Módulo de control No.10.

6.3. Resultados.

Por medio de la realización de este proyecto se obtiene el Módulo de Control No. 10, para actividades académicas relacionadas con la automatización de procesos industriales, de manera específica con la programación de PLC e interfaces graficas de usuario en pantallas táctiles, dentro de las prácticas de laboratorio en las asignaturas de Automatización y Control dictadas en la Institución Universitaria Pascual Bravo en los programas de Tecnología Eléctrica, Tecnología Electrónica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica.

El nuevo equipo cuenta con mejor manejabilidad y respuesta, sus componentes permiten al usuario tener una mejor experiencia de aprendizaje acorde a las nuevas tendencias tecnológicas.



Figura 41 Módulo recibido por la institución.

6.4. Aplicaciones.

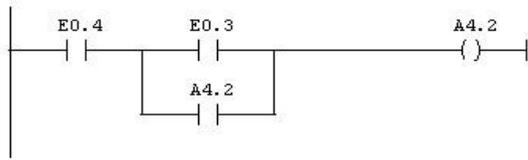
Las siguientes son algunas de las prácticas que se pueden realizar con el Módulo de Control No. 10:

6.4.1. Secuencia FIFO (First In, First Out). La secuencia consiste en que las bobinas se deben energizar en orden, primero la 1, luego la 2 y por último la 3; para finalizar el proceso, debe apagarse primero la bobina 1, luego la 2 y por último la 3.

Para la su realización se requieren tres (3) pulsadores NA para start, tres (3) bobinas y tres (3) pulsadores para stop.

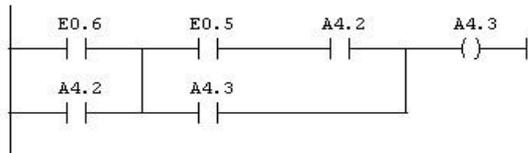
Segm. 1 : Título:

Comentario:



Segm. 2 : Título:

Comentario:



Segm. 3 : Título:

Comentario:

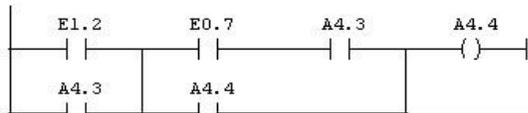


Figura 42 Secuencia FIFO en TIA PORTAL.

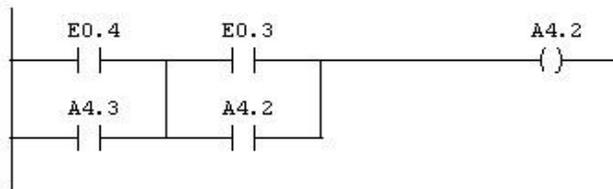
Fuente: Imagen suministrada por el Asesor.

6.4.2. Secuencia LIFO (Last In, First Out). La secuencia consiste en que las bobinas se deben energizar en orden, primero la 1, luego la 2 y por último la 3; para finalizar el proceso, debe apagarse primero la última bobina en entrar a funcionar (la 3), luego la segunda en entrar a funcionar (la 2) y por último la primera en entrar a funcionar (la 1).

Para la su realización se requieren tres (3) pulsadores NA para Start, tres (3) bobinas y tres (3) pulsadores para Stop.

Segm. 1 : Título:

Comentario:



Segm. 2 : Título:

Comentario:

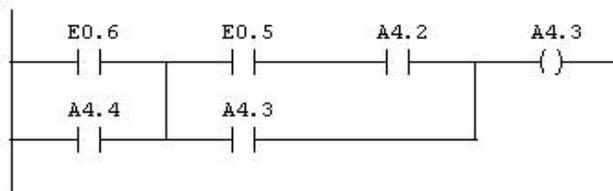


Figura 43 Secuencia LIFO en TIA PORTAL.

Fuente: Imagen suministrada por el Asesor.

6.4.3. Inversión automática de giro, con tiempo de espera. La secuencia consiste en que al oprimir Start, se activa la bobina 1 que ocasionará en el actuador un sentido de giro inicial e inmediatamente se alimenta el temporizador 1, cuando se cumple el tiempo del temporizador 1, se detiene la bobina 1 y se energiza la bobina 2 que ocasionara en el actuador un giro en el sentido contrario al inicial durante un tiempo determinado por temporizador 2. Esta secuencia se repetirá hasta que se oprima el Stop.

Para la su realización se requieren un (1) pulsador NA para start, dos (2) bobinas, dos (2) temporizadores y un (1) pulsador para stop.

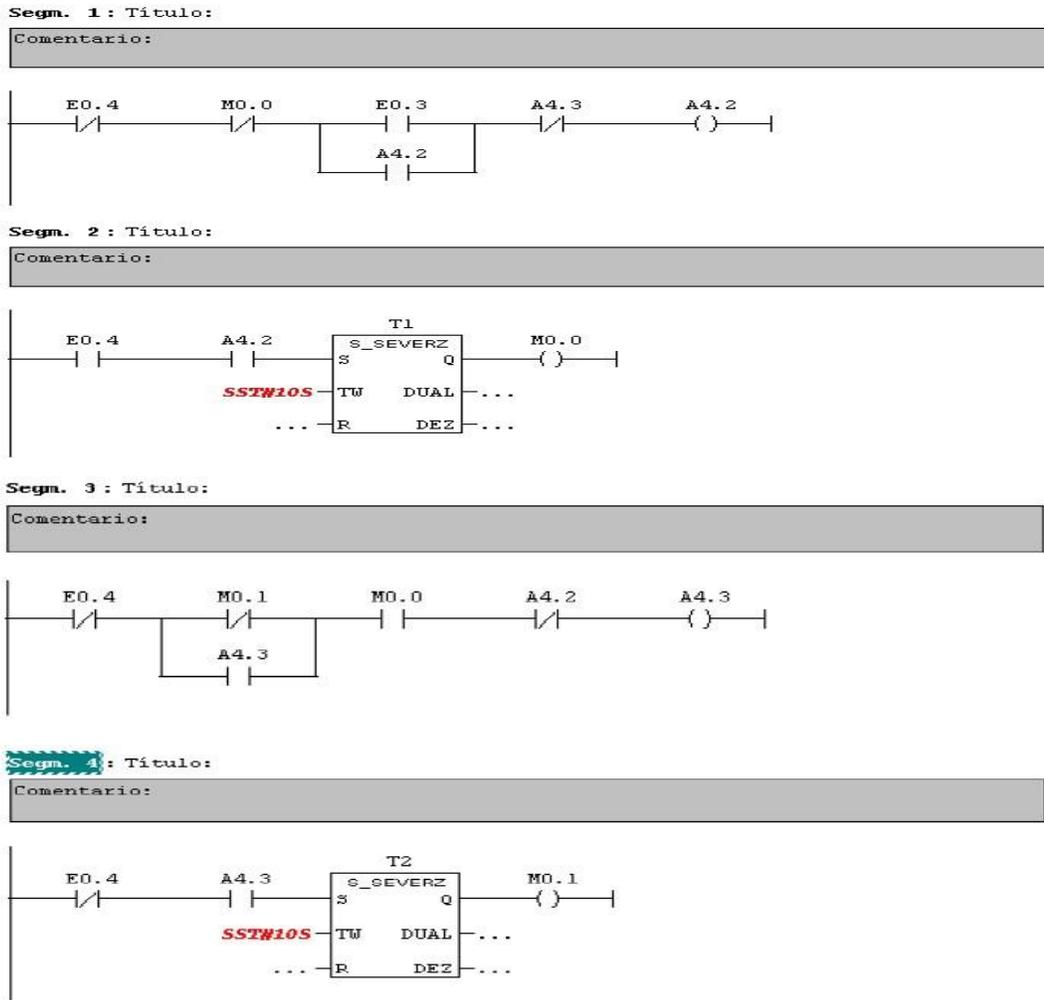


Figura 44 Inversión automática de giro en TIA PORTAL.

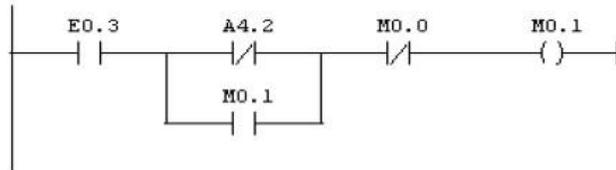
Fuente: Imagen suministrada por el Asesor.

6.4.4. Start – Stop con un solo pulsador. La secuencia consiste en que al oprimir la primera vez el Start, se energiza la primera bobina auxiliar y empieza a girar la bobina principal, al oprimir por segunda vez el Start, se activa la segunda bobina auxiliar que hace detener la bobina principal. El ciclo se repite al volver a oprimir el Start.

Para la su realización se requiere un (1) pulsador NA para Start, dos (2) bobinas auxiliares y una (1) bobina principal.

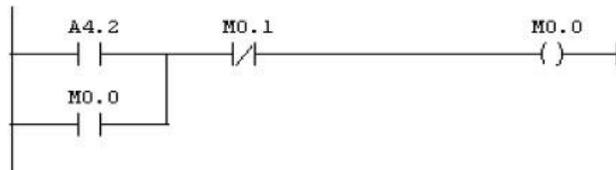
Segm. 1: Título:

Comentario:



Segm. 2: Título:

Comentario:



Segm. 3: Título:

Comentario:

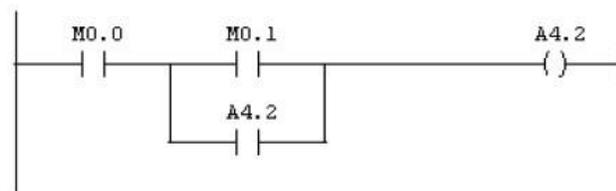


Figura 45 Start – Stop con un solo pulsador en TIA PORTAL.

Fuente: Imagen suministrada por el Asesor.

7. Conclusiones

Se evidencia que, teniendo el módulo PLC ya finalizado, se benefician entre muchos, los estudiantes que empiezan su proceso de aprendizaje en control, ya que pueden tener de primera mano las herramientas necesarias para adquirir el conocimiento el cual podrán usar una vez concluyan sus estudios y se encuentren en campo.

Se constataron los beneficios que se tienen al crear un acuerdo entre la institución y el estudiante para desarrollar proyectos, las dos partes obtienen grandes resultados, los cuales llevan a un desarrollo tanto personal como académico de todos los implicados en este.

Es necesario tener en cuenta los grandes beneficios que nos traen desarrollar este proyecto, ya que la industria moderna exige tecnología de última generación y con facilidad de aplicación al campo, tal cual es este proyecto, se espera que este sea una base, para hacer de la institución una vanguardia en la enseñanza de estas aplicaciones.

Aunque el apoyo de la institución fue crucial para desarrollar este proyecto, se puede evidenciar falencias en cuanto la disposición de espacios para realizar los montajes físicos necesarios para el modulo, se sugiere crear un laboratorio único para desarrollo de proyectos en la institución, en el cual se puedan guardar materiales y tener mesas de trabajo disponibles para actividades relacionadas con proyectos de grados. (Se agradece el gran esfuerzo y la carismática colaboración de los laboratoristas para poner a disposición sus espacios y tiempos para nosotros).

8. Recomendaciones

Se recomienda hacer uso adecuado del módulo y no reformar ninguno de sus componentes a menos que este muestre falla y se debe hacer con personal capacitado.

Conectar siempre a un circuito eléctrico que se encuentre regulado para evitar fallas en su fuente de poder o futuros cortos adentro del sistema del PLC.

No dejar manipular sin autorización directa del docente y siempre realizar clases teóricas e inducciones a los nuevos estudiantes para evitar un daño en el módulo.

Se debe guardar en un ambiente amigable con circuitos eléctricos y elementos de control, ya que por la cantidad de contactos que este tiene, se debe alejar de zonas húmedas o de laboratorios de trabajo pesado.

9. Referencias bibliográficas

- American Psychological Association. (2010). *Manual de publicaciones de la American Psychological Association* (3 ed.). México: Manual Moderno.
- Canto, C., (2009). *Autómatas Programables, Historia de los PLC's*. Recuperador de <https://goo.gl/Apg4qj>
- Domotizando. (2012). *Interfaces de entrada y salida de un PLC*. Recuperado de <https://goo.gl/8Gzvxx>
- Electro Industria, (2009). *PLC: La evolución de un pequeño gigante*. Recuperador de <https://goo.gl/o85CVa>
- García, A. (2000). *El control automático en la Industria*. (pp. 111–129). Ciudad Real, España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- García, A. (2000). *El control automático en la Industria*. Recuperado de <https://goo.gl/e5KnBH>
- Mauriño, N., Ponce, L., Salinas, J., (N.D). *PLC: Controlador Lógico Programable, Historia*. Recuperador de <https://goo.gl/SDTdHh>
- QuimiNet, (2006). *¿Cómo surgen los Controladores Lógicos Programables (PLC's)?* Recuperador de <https://goo.gl/wirwuQ>
- Siemens. (2000). *Manual de Baja Tensión. Criterios de selección de aparatos de maniobra e indicaciones para el proyecto de instalaciones y distribución*. Segunda Edición. República Federal de Alemania: Publicis MCD Verlag, Erlangen y Munich.
- Siemens Automation Cooperates with Education. (2014). *Módulo TIA Portal 020-011 - Iniciación a la programación con SIMATIC S7-1500*. Recuperador de <https://goo.gl/cm8XTS>
- Siemens AG. (2015). *Datos Técnicos S7-1500/S7-1500F*. Recuperador de <https://goo.gl/YRaxkY>
- Siemens. (2012). SIMATIC STEP 7 (Versión 12.0) [Software de computación]. Alemania.
- Siemens. (N.D). *Operator devices - HMI machine based – Perfect for harsh industrial environments*. Recuperado de <https://goo.gl/HZEb8q>
- Universidad Nacional de San Luis. (2008). Apuntes de interfaces de Entrada y Salida. Recuperado de <https://goo.gl/4tcdhX>
- Universidad del País Vasco. (2004). *El autómata programable - CPU*. Recuperado de <https://goo.gl/x83G77>
- Jiménez, M. & García, M. (s.f.). Automatización industrial. Recuperado de <https://goo.gl/5C2svT>

- Romero, C. (2004). Un avance del estudio de la automatización en el país. *Revista Scientia et Técnica*, Año , (26), 67 – 72.
- Rey, W. (2009). *Automatización industrial, evolución y retos en una economía globalizada*. Inventum No. 6 Facultad de Ingeniería Uniminuto - Junio de 2009 - ISSN 1909 – 2520.
- Penalba, D. (2014). Simatic S7-1500+TIA Portal. VI Jornadas sobre Tecnologías y Soluciones Aplicadas para la Automatización Industrial VIGO. Universidad de Vigo. Escola de Enxeñaría Industrial Industrial.
- Siemens. (2017). *Simatic S7-1500, ET 200MP. Sistema de Automatización. Manual de Sistema*
Recuperado de <https://goo.gl/Bz626J>

Anexos

Anexo A. S7-1500 / S7-1500F Technical Data.

© Siemens AG 2015

S7-1500/S7-1500F Technical Data



Standard CPUs			
	CPU 1511-1 PN	CPU 1513-1 PN	CPU 1515-2 PN
Type	Standard CPU	Standard CPU	Standard CPU
Dimensions	35 x 147 x 129 mm	35 x 147 x 129 mm	70 x 147 x 129 mm
Spare part availability after product discontinuation	10 years	10 years	10 years
Temperature range	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display			
Screen diagonal	3.45 cm	3.45 cm	6.1 cm
Command execution time			
Bit operation	0.06 µs	0.04 µs	30 ns
Word operation	0.072 µs	0.048 µs	36 ns
Fixed-point operation	0.096 µs	0.064 µs	48 ns
Floating-point operation	0.384 µs	0.256 µs	192 ns
Memory			
Work memory	150 KB for program 1 MB for data	300 KB for program 1.5 MB for data	500 KB for program 3 MB for data
Load memory/mass storage, max.	32 GB (via SIMATIC memory card)	32 GB (via SIMATIC memory card)	32 GB (via SIMATIC memory card)
Backup, max.	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)
I/O			
I/O address area, max.	32/32 KB	32/32 KB	32/32 KB
Process image	32 KB	32 KB	32 KB
Digital channels	262 144	262 144	262 144
Analog channels	16 384	16 384	16 384
Centralized			
• I/O integrated in CPU	No	No	No
• I/O modules on CPU	Yes	Yes	Yes
Distributed			
• I/O modules on PROFIBUS	Yes (via CM)	Yes (via CM)	Yes (via CM)
• I/O modules on PROFINET	Yes	Yes	Yes
Bit memories, timers, counters, blocks			
Bit memories	16 KB	16 KB	16 KB
S7 timers	2048	2048	2048
S7 counters	2048	2048	2048
IIEC timers/counters	Yes	Yes	Yes
Number of elements ¹⁾	2000	2000	6000

¹⁾ In addition to blocks such as DBs, FBs and FCs, UDTs, global constants, etc. are also regarded as elements.

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



Standard CPUs			
	CPU 1511-1 PN	CPU 1513-1 PN	CPU 1515-2 PN
Data blocks number range	1 - 60999	1 - 60999	1 - 60999
Data blocks (size)	1 MB	1.5 MB	3 MB
Technology functions			
Loadable function blocks	Yes	Yes	Yes
Basic functions integrated in CPU	Yes	Yes	Yes
Special modules, plugged in centrally	Yes	Yes	Yes
Special technology controllers	–	–	–
Isochronous mode	Yes	Yes	Yes
IRT	Yes	Yes	Yes
Safety/availability			
Fail-safety	–	–	–
Fault tolerance	–	–	–
Engineering			
Configuration / programming software	from STEP 7 V12	from STEP 7 V12	from STEP 7 V13
Programming languages	LAD, FBD, STL, S7-SCL, S7-GRAPH	LAD, FBD, STL, S7-SCL, S7-GRAPH	LAD, FBD, STL, S7-SCL, S7-GRAPH
Communication			
PtP	Yes (via CM)	Yes (via CM)	Yes (via CM)
AS interface	–	–	–
PROFIBUS	Yes (via CM)	Yes (via CM)	Yes (via CM)
PROFINET IO	1 x (2-port switch)	1 x (2-port switch)	1 x (2-port switch)
Others integrated	–	–	1 x PROFINET, e.g. for network separation
Web server	Yes	Yes	Yes
Article No. group: 6ES7	511-1AK...	513-1AL...	515-2AM...

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



Standard CPUs			
	CPU 1516-3 PN/DP	CPU 1517-3 PN/DP	CPU 1518-4 PN/DP
Type	Standard CPU	Standard CPU	Standard CPU
Dimensions	70 x 147 x 129 mm	175 x 147 x 129 mm	175 x 147 x 129 mm
Spare part availability after product discontinuation	10 years	10 years	10 years
Temperature range	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display			
Screen diagonal	6.1 cm	6.1 cm	6.1 cm
Command execution time			
Bit operation	10 ns	2 ns	1 ns
Word operation	12 ns	3 ns	2 ns
Fixed-point operation	16 ns	3 ns	2 ns
Floating-point operation	64 ns	12 ns	6 ns
Memory			
Work memory	1 MB for program 5 MB for data	2 MB for program 8 MB for data	4 MB for program 20 MB for data
Load memory/mass storage, max.	32 GB (via SIMATIC memory card)	32 GB (via SIMATIC memory card)	32 GB (via SIMATIC memory card)
Backup, max.	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)
I/O			
I/O address area, max.	32/32 KB	32/32 KB	32/32 KB
Process image	32 KB	32 KB	32 KB
Digital channels	262 144	262 144	262 144
Analog channels	16 384	16 384	16 384
Centralized			
• I/O integrated in CPU	No	No	No
• I/O modules on CPU	Yes	Yes	Yes
Distributed			
• I/O modules on PROFIBUS	Yes	Yes	Yes
• I/O modules on PROFINET	Yes	Yes	Yes
Bit memories, timers, counters, blocks			
Bit memories	16 KB	16 KB	16 KB
S7 timers	2048	2048	2048
S7 counters	2048	2048	2048

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



Standard CPUs			
	CPU 1516-3 PN/DP	CPU 1517-3 PN/DP	CPU 1518-4 PN/DP
IEC timers/counters	Yes	Yes	Yes
Number of elements ¹⁾	6000	10 000	10 000
Data blocks number range	1 - 60999	1 - 60999	1 - 60999
Data blocks (size)	5 MB	8 MB	10 MB
Technology functions			
Loadable function blocks	Yes	Yes	Yes
Basic functions integrated in CPU	Yes	Yes	Yes
Special modules, plugged in centrally	Yes	Yes	Yes
Special technology controllers	–	–	–
Isochronous mode	Yes	Yes	Yes
IRT	Yes	Yes	Yes
Safety/availability			
Fail-safety	–	–	–
Fault tolerance	–	–	–
Engineering			
Configuration / programming software	from STEP 7 V12	from STEP 7 V13	from STEP 7 V13 UPD 3
Programming languages	LAD, FBD, STL, S7-SCL, S7-GRAPH	LAD, FBD, STL, S7-SCL, S7-GRAPH	LAD, FBD, STL, S7-SCL, S7-GRAPH
Communication			
PtP	Yes (via CM)	Yes (via CM)	Yes (via CM)
AS interface	–	–	–
PROFIBUS	1 x PB	1 x PB	1 x PB
PROFINET IO	1 x (2-port switch)	1 x (2-port switch)	1 x (2-port switch)
Others integrated	1 x PROFINET, e.g. for network separation	1 x PROFINET, e.g. for network separation	2 x PROFINET, e.g. for network separation
Web server	Yes	Yes	Yes
Article No. group: 6ES7	516-3AN...	517-3AP	518-4AP...

¹⁾ In addition to blocks such as DBs, FBs and FCs, UDTs, global constants, etc. are also regarded as elements.

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



Compact CPUs		
	CPU 1511C-1 PN	CPU 1512C-1 PN
Type	Compact CPU	Compact CPU
Dimensions	85 x 147 x 129 mm	110 x 147 x 129 mm
Spare part availability after product discontinuation	10 years	10 years
Temperature range	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display		
Screen diagonal	3.45 cm	3.45 cm
Command execution time		
Bit operation	0.06 µs	0.048 µs
Word operation	0.072 µs	0.058 µs
Fixed-point operation	0.096 µs	0.077 µs
Floating-point operation	0.384 µs	0.307 µs
Memory		
Work memory	175 KB for program 1 MB for data	250 KB for program 1 MB for data
Load memory/mass storage, max.	32 GB (via SIMATIC memory card)	32 GB (via SIMATIC memory card)
Backup, max.	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)
I/O		
I/O address area, max.	32/32 KB	32/32 KB
Process image	32 KB	32 KB
Digital channels	262 144	262 144
Analog channels	16 384	16 384
Centralized		
• I/O integrated in CPU	16 DI, 16 DO, 5 AI, 2 AO	32 DI, 32 DO, 5 AI, 2 AO
• I/O modules on CPU	Yes	Yes
Distributed		
• I/O modules on PROFIBUS	Yes (via CM)	Yes (via CM)
• I/O modules on PROFINET	Yes	Yes
Bit memories, timers, counters, blocks		
Bit memories	16 KB	16 KB
S7 timers	2048	2048
S7 counters	2048	2048
IEC timers/counters	Yes	Yes

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



Compact CPUs		
	CPU 1511C-1 PN	CPU 1512C-1 PN
Number of elements ¹⁾	2000	2000
Data blocks number range	1 - 60999	1 - 60999
Data blocks (size)	1 MB	1 MB
Technology functions		
Loadable function blocks	Yes	Yes
Basic functions integrated in CPU	Yes	Yes
Special modules, plugged in centrally	Yes	Yes
Special technology controllers	–	–
Isochronous mode	Yes	Yes
IRT	Yes	Yes
Safety/availability		
Fail-safety	–	–
Fault tolerance	–	–
Engineering		
Configuration / programming software	from STEP 7 V13 SP1	from STEP 7 V13 SP1
Programming languages	LAD, FBD, STL, S7-SCL, S7-GRAPH	LAD, FBD, STL, S7-SCL, S7-GRAPH
Communication		
PtP	Yes (via CM)	Yes (via CM)
AS interface	–	–
PROFIBUS	Yes (via CM)	Yes (via CM)
PROFINET IO	1 x (2-port switch)	1 x (2-port switch)
Others integrated	–	–
Web server	Yes	Yes
Article No. group: 6ES7	511-1CK...	512-1CK...

¹⁾ In addition to blocks such as DBs, FBs and FCs, UDTs, global constants, etc. are also regarded as elements.

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



Failsafe CPUs			
	CPU 1511F-1 PN	CPU 1513F-1 PN	CPU 1515F-2 PN
Type	failsafe CPU	failsafe CPU	failsafe CPU
Dimensions	35 x 147 x 129 mm	35 x 147 x 129 mm	70 x 147 x 129 mm
Spare part availability after product discontinuation	10 years	10 years	10 years
Temperature range	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display			
Screen diagonal	3,45 cm	3,45 cm	6,1 cm
Command execution time			
Bit operation	60 ns	40 ns	30 ns
Word operation	72 ns	48 ns	36 ns
Fixed-point operation	96 ns	64 ns	48 ns
Floating-point operation	384 ns	256 ns	192 ns
Memory			
Work memory	225 KB for program 1 MB for data	450 KB for program 1,5 MB for data	750 KB for program 3 MB for data
Load memory/mass storage, max.	32 GB (via SIMATIC memory card)	32 GB (via SIMATIC memory card)	32 GB (via SIMATIC memory card)
Backup, max.	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)
I/O			
I/O address area, max.	32 / 32 KB	32 / 32 KB	32 / 32 KB
Process image	32 KB	32 KB	32 KB
Digital channels	262 144	262 144	262 144
Analog channels	16 384	16 384	16 384
Centralized			
• I/O integrated in CPU	No	No	No
• I/O modules on CPU	Yes	Yes	Yes
Distributed			
• I/O modules on PROFIBUS	Yes	Yes	Yes
• I/O modules on PROFINET	Yes	Yes	Yes
Bit memories, timers, counters, blocks			
Bit memories	16 KB	16 KB	16 KB
S7 timers	2048	2048	2048
S7 counters	2048	2048	2048

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



Failsafe CPUs			
	CPU 1511F-1 PN	CPU 1513F-1 PN	CPU 1515F-2 PN
IEC timers/counters	Yes	Yes	Yes
Number of elements ¹⁾	2000	2000	6000
Data blocks number range	1 - 60999	1 - 60999	1 - 60999
Data blocks (size)	1 Mbyte	1,5 Mbyte	3 MB
Technology functions			
Loadable function blocks	Yes	Yes	Yes
Basic functions integrated in CPU	Yes	Yes	Yes
Special modules, plugged in centrally	Yes	Yes	Yes
Special technology controllers	–	–	–
Isochronous mode	Yes	Yes	Yes
IRT	Yes	Yes	Yes
Safety/availability			
Fail-safety	Yes	Yes	Yes
Fault tolerance	–	–	–
Engineering			
Configuration / programming software	from STEP 7 V12	from STEP 7 V12	from STEP 7 V13
Programming languages	LAD, FBD , STL, S7-SCL, S7-GRAPH	LAD, FBD , STL, S7-SCL, S7-GRAPH	LAD, FBD , STL, S7-SCL, S7-GRAPH
Communication			
PtP	Yes (via CM)	Yes (via CM)	Yes (via CM)
AS interface	–	–	–
PROFIBUS	Yes (via CM)	Yes (via CM)	Yes (via CM)
PROFINET IO	1 x (2-port switch)	1 x (2-port switch)	1 x (2-port switch)
Others integrated	–	–	1 x PROFINET, e.g. for network separation
Web server	Yes	Yes	Yes
Article No.-group 6ES7	511-1FK...	513-1FL...	515-2FM...

¹⁾ In addition to blocks such as DBs, FBs and FCs, UDTs, global constants, etc. are also regarded as elements.

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



Failsafe CPUs			
	CPU 1516F-3 PN/DP	CPU 1517F-3 PN/DP	CPU 1518F-4 PN/DP
Type	failsafe CPU	failsafe CPU	failsafe CPU
Dimensions	70 x 147 x 129 mm	175 x 147 x 129 mm	175 x 147 x 129 mm
Spare part availability after product discontinuation	10 years	10 years	10 years
Temperature range	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C	0 ... 60 °C
Display			
Screen diagonal	6,1 cm	6,1 cm	6,1 cm
Command execution time			
Bit operation	10 ns	2 ns	1 ns
Word operation	12 ns	3 ns	2 ns
Fixed-point operation	16 ns	3 ns	2 ns
Floating-point operation	64 ns	12 ns	6 ns
Memory			
Work memory	1.5 MB for program 5 MB for data	3 MB for program 8 MB for data	6 MB for program 20 MB for data
Load memory/mass storage, max.	32 GB (via SIMATIC memory card)	32 GB (via SIMATIC memory card)	32 GB (via SIMATIC memory card)
Backup, max.	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)	Program on SIMATIC memory card (maintenance-free)
I/O			
I/O address area, max.	32 / 32 KB	32 / 32 KB	32 / 32 KB
Process image	32 KB	32 KB	32 KB
Digital channels	262 144	262 144	262 144
Analog channels	16 384	16 384	16 384
Centralized			
• I/O integrated in CPU	No	No	No
• I/O modules on CPU	Yes	Yes	Yes
Distributed			
• I/O modules on PROFIBUS	Yes	Yes	Yes
• I/O modules on PROFINET	Yes	Yes	Yes
Bit memories, timers, counters, blocks			
Bit memories	16 KB	16 KB	16 KB
S7 timers	2048	2048	2048
S7 counters	2048	2048	2048

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



Failsafe CPUs			
	CPU 1516F-3 PN/DP	CPU 1517F-3 PN/DP	CPU 1518F-4 PN/DP
IEC timers/counters	Yes	Yes	Yes
Number of elements ¹⁾	6000	10 000	10 000
Data blocks number range	1 - 60999	1 - 60999	1 - 60999
Data blocks (size)	5 MB	8 MB	10 MB
Technology functions			
Loadable function blocks	Yes	Yes	Yes
Basic functions integrated in CPU	Yes	Yes	Yes
Special modules, plugged in centrally	Yes	Yes	Yes
Special technology controllers	–	–	–
Isochronous mode	Yes	Yes	Yes
IRT	Yes	Yes	Yes
Safety/availability			
Fail-safety	Yes	Yes	Yes
Fault tolerance	–	–	–
Engineering			
Configuration / programming software	from STEP 7 V12	from STEP 7 V13	from STEP 7 V13 UPD 3
Programming languages	LAD, FBD , STL, S7-SCL, S7-GRAPH	LAD, FBD , STL, S7-SCL, S7-GRAPH	LAD, FBD , STL, S7-SCL, S7-GRAPH
Communication			
PtP	Yes (via CM)	Yes (via CM)	Yes (via CM)
AS interface	–	–	–
PROFIBUS	1 x PB	1 x PB	1 x PB
PROFINET IO	1 x (2-port switch)	1 x (2-port switch)	1 x (2-port switch)
Others integrated	1 x PROFINET, e.g. for network separation	1 x PROFINET, e.g. for network separation	2 x PROFINET, e.g. for network separation
Web server	Yes	Yes	Yes
Article No.-group 6ES7	516-3FN...	517-3FP...	518-4FP...

¹⁾ In addition to blocks such as DBs, FBs and FCs, UDTs, global constants, etc. are also regarded as elements.

S7-1500/S7-1500F

Technical Data



The information provided in this leaflet contains descriptions or characteristics of performance which in case of actual use do not always apply as described or which may change as a result of further development of the products. An obligation to provide the respective characteristics shall only exist if expressly agreed in the terms of contract. Availability and technical specifications are subject to change without notice.

All product designations may be trademarks or product names of Siemens AG or supplier companies whose use by third parties for their own purposes could violate the rights of the owners.

Anexo B. Simatic S7-1500 y TIA Portal. El Plus definitivo en la automatización.



SIEMENS

...has opened successfully. Please select the next step:

- Start
- Devices & hardware: Configure a device
- PLC programming: Write PLC program
- Motion & technology: Configure technology objects

Integrado con TIA Portal

SIMATIC S7-1500 y TIA Portal

El plus definitivo en la automatización

siemens.com/s7-1500



Intuitivo, eficiente y probado
TIA Portal es otro concepto de ingeniería

Answers for industry.

El Plus definitivo en Productividad y Eficiencia



Máximo rendimiento, máxima usabilidad: el nuevo controlador SIMATIC S7-1500 establece nuevos estándares de alta productividad gracias a sus distintas innovaciones. SIMATIC S7-1500 se integra perfectamente en el Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) aportando al sistema una eficiencia máxima de ingeniería sin igual.

Potencia

Con un rendimiento de sistema sin igual y con PROFINET como interfaz estándar, SIMATIC® S7-1500 es el nuevo referente en productividad. La reducción de tiempos de respuesta incrementan la productividad y permiten alcanzar la máxima flexibilidad, haciendo que los tiempos de desarrollo requeridos sean muchos más cortos y en consecuencia, un retorno de la inversión mucho más rápido.

- + **Rendimiento sobresaliente del sistema** para unos tiempos de respuesta mínimos con el máximo control
- + **Tecnología Integrada** para una perfecta integración de accionamientos mediante funciones de control de movimiento y unidad PROFIdrive
- + **Seguridad Integrada** globalmente para maximizar la protección de la inversión

Eficiencia

SIMATIC S7-1500 está diseñado para facilitar su uso al máximo. Gracias a las numerosas innovaciones, la instalación, conexión y puesta en marcha del controlador son más rápidos y sencillos. La integración perfecta en el TIA Portal facilita como nunca los proyectos y tareas de ingeniería, sacando partido a sus nuevas funciones. Presenta un concepto de manejo uniforme que facilita la recogida de datos de manera coherente.

- + **Diseño innovador y de fácil manejo** para que el uso y la puesta en marcha sean sencillísimos y el funcionamiento seguro
- + **Diagnóstico del sistema integrado** para una total transparencia del estado de la instalación, generado automáticamente y con una visualización uniforme
- + **TIA Portal** para una máxima eficiencia de ingeniería que reduzca los costes de proyecto

+ potencia

Rendimiento

Rápido, más rápido, SIMATIC S7-1500: el rendimiento sin igual del sistema permite tiempos de respuesta sumamente cortos para un óptimo control y un máximo rendimiento del sistema.

+ Rapidez

SIMATIC S7-1500 ofrece un procesamiento de señales aún más rápido para acortar los tiempos de respuesta y aumentar la productividad.

+ Bus backplane más rápido

La ventaja decisiva para el procesamiento más rápido de señales es el nuevo bus backplane con su alta velocidad en baudios y su eficaz protocolo de transmisión.

+ Comunicación

El SIMATIC S7-1500 está equipado con cuatro puertos PROFINET: dos con idéntica dirección IP para la comunicación en el nivel de campo y dos más con diferentes direcciones IP para la integración en la red corporativa. PROFINET IO IRT (V2.3) permite obtener tiempos de respuesta definidos y un comportamiento altamente preciso de la instalación.

+ Servidor Web integrado

La comprobación del estado de la CPU se realiza "in situ" mediante un navegador de Internet estándar. Los datos del proceso se representan mediante gráficos. El usuario define los sitios Web, lo cual facilita el registro de la información.



Tecnología Integrada

SIMATIC S7-1500 integra la función Motion Control. Ello permite sin módulos adicionales llevar a cabo el control de movimiento. Con PLCopen, el controlador integra funciones estándares para la conexión de accionamientos compatibles con PROFIdrive.

SIMATIC S7-1500 aporta funcionalidad TRACE para todas las variables de la CPU que permiten una efectiva puesta en marcha y rápida optimización de accionamientos y controles.

+ TRACE

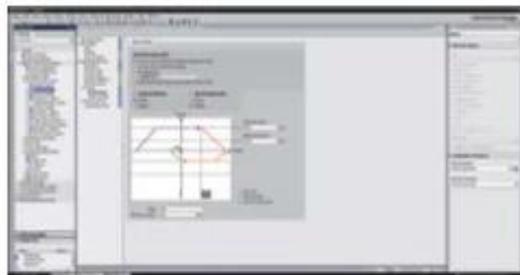
Todas las CPUs son compatibles con la funcionalidad TRACE. De ese modo se pueden diagnosticar con precisión los programas y aplicaciones de movimiento del usuario y optimizar los accionamientos.

+ Funcionalidad Control de Movimiento

Se pueden conectar accionamientos analógicos y compatibles con PROFIdrive. Por medio de la funcionalidad del Control de Movimiento, la velocidad y el posicionamiento de los ejes son controlados.

+ Control PID

Elementos constructivos fáciles de configurar para optimizar automáticamente los parámetros que proporcionen un control óptimo.



Seguridad Integrada

SIMATIC S7-1500 ofrece un concepto de seguridad que dispone distintos niveles de autorización y protección de los componentes hasta la integridad de las comunicaciones. La Seguridad Integrada protege su inversión y contribuye a una alta disponibilidad de las instalaciones.

+ Protección del know-how

Los algoritmos se pueden proteger contra accesos y modificaciones no autorizadas. De esta forma se evita que se copien las máquinas y se aseguran sus inversiones.

+ Protección anticopia

En la tarjeta de memoria SIMATIC Memory Card los distintos componentes se vinculan al número de serie de la tarjeta de memoria original. De esta forma se evita la copia no autorizada de los programas. Los programas sólo funcionan con la tarjeta de memoria asociada.

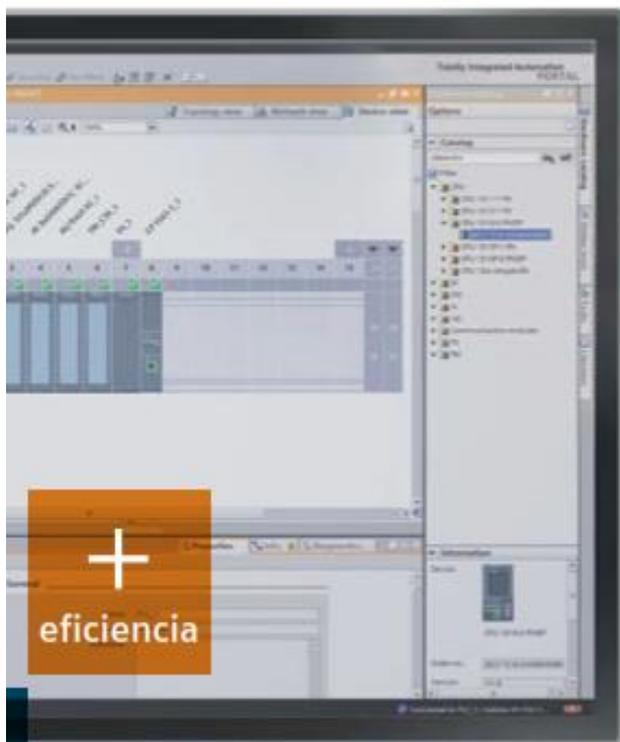
+ Protección de acceso indebido

Es una protección eficaz contra modificaciones de proyecto no autorizadas. Se pueden asignar diferentes derechos de acceso a distintos grupos de usuarios mediante diferentes niveles de autorización. Protección de acceso ampliada mediante cortafuegos integrados a través de Security CP 1543-1.

+ Protección antimanipulación

Los datos transmitidos al controlador están a salvo de manipulaciones no autorizadas, ya que el sistema detecta cualquier transmisión de datos modificados o procedentes de fuentes extrañas.





Diseño y Manejo

SIMATIC S7-1500 convence por su sencillo manejo y máxima comodidad para el usuario en muchos nuevos detalles.

- + **Cómodo ajuste de pantalla**
Máxima comodidad de uso, con información detallada y legible para una total transparencia de instalación.
- + **Conector estándar**
El conector frontal estándar asegura un fácil almacenamiento y un gran ahorro de tiempo durante el cableado.
- + **Puentes de potencial integrados**
Los puentes de potencial permiten a través de "jumpers" el establecimiento de grupos de potencial de una forma rápida y sencilla.
- + **Riel DIN integrado**
Componentes secundarios tales como mecanismos de seguridad, relés, etc. se pueden montar de forma rápida y sencilla.
- + **Compartimento de cables flexible**
Puerta delantera fácil de cerrar incluso con cables gruesos, gracias a las 2 posiciones de reposo predefinidas.
- + **Posición de precableado**
Cableado y conexión inicial más sencillo y seguro gracias al soporte de cableado oscilante.
- + **Pantalla integrada**
La adecuada protección de señales analógicas garantiza una alta calidad de la recepción de señales y robustez frente a influjos de CEM externos. El sistema de resortes posibilita un montaje sencillo y sin herramientas.
- + **Escalabilidad**
La posibilidad de montaje individual y compatibilidad futura garantizan la máxima eficiencia de costes y seguridad de la inversión gracias a la sencilla posibilidad de ampliación. Se pueden enchufar hasta 32 módulos por rack.



+eficiencia

Diagnóstico de Sistema integrado

SIMATIC S7-1500 ofrece una función de diagnóstico integrado en el sistema sin necesidad de más programación. La visualización es uniforme, de modo que los mensajes de error se ven igual en el TIA Portal, en la HMI, en el servidor Web y en la pantalla de la CPU en letras bien legibles.

- + **Ingeniería en lugar de programación**
El proyecto y la comunicación del diagnóstico son cómodos para el usuario. Con el sistema integrado, basta un clic para activar el diagnóstico del sistema.
- + **Presentación uniforme**
Información legible en la pantalla, idéntica presentación en todos los aparatos, ahorra tiempo y procura seguridad de inversión en todos los terrenos.
- + **Asignación 1:1 de bornes y rótulos LED**
Sencilla y práctica asignación de bornes y rótulos en pruebas, puesta en marcha, diagnóstico y funcionamiento en marcha, ahorrando tiempo.
- + **Alarmas granulares por canal**
En caso de fallo, el canal correspondiente se puede reconocer y coordinar con precisión, lo cual reduce los tiempos de parada y aumenta la disponibilidad de la instalación.



Ingeniería con TIA Portal

SIMATIC S7-1500 se integra sin problemas en el TIA Portal, el innovador marco de ingeniería para todas las tareas de automatización. Trabajando con SIMATIC S7-1500 podrá disfrutar de todas las ventajas del TIA Portal.

- + **TIA Portal**
Trabajar con el TIA Portal permite la proyección síncrona, con un concepto uniforme de uso para controladores, HMI y unidades de disco. Integra todos los componentes de hardware futuros en el marco, permitiendo un almacenamiento de datos común y asegurando la coherencia en el proyecto conjunto.
- + **Marco de Ingeniería Común**
El marco de ingeniería, gracias al arranque rápido, es fácil de usar para cualquier proyecto, y garantiza una migración sencilla, ya que se pueden seguir usando los programas y el know-how de que se disponga. Transmite todas las modificaciones y asegura la transmisión de datos completa a la CPU, así como la activación de los elementos constructivos.
- + **Seguridad**
Una sensación uniforme al diseñar funciones de seguridad mediante el TIA Portal ahorra tiempo y aumenta la seguridad.
- + **Funcionalidad Online**
El proyecto se puede comparar desde el cuadro de mando con el proyecto offline. Puesta en marcha eficiente y detección sencilla de errores de programación gracias al estado de elemento online, lo cual reduce los tiempos de parada y aumenta la disponibilidad de la instalación.





Más información:

www.siemens.com/s7-1500

Conózcalo todo acerca de SIMATIC S7-1500:

- › En video: vista general sobre el diseño y sobre las 6 características más destacadas.
- › En animación de 360°: vea todas las ventajas directamente sobre el producto.
- › Todo sobre la excelencia de la ingeniería gracias al TIA Portal.

¡SIMATIC S7-1500, de un solo vistazo!



Sujeto a cambios sin previo aviso.
Referencia: E20001-AB00-P210-V1-7800
Dispo 00303
21/01421 WS 01145.
Impreso en Alemania
© Siemens AG 2014

Este folleto contiene sólo descripciones generales a prestaciones que en el caso de aplicación concreto pueden no coincidir exactamente con lo descrito, o bien haber sido modificadas como consecuencia de un ulterior desarrollo del producto. Por ello, la presencia de las prestaciones deseadas sólo será vinculante si se ha estipulado expresamente al concluir el contrato.

Todos los nombres de productos pueden ser marcas registradas o nombres protegidos de Siemens AG u otras empresas proveedoras tuyas cuyo uso por terceros para sus fines puede violar los derechos de sus titulares.

Siemens comercializa productos de automatización y accionamientos con funciones Industrial Security que contribuyen al funcionamiento seguro de la instalación o máquina. Estos productos y funciones son un componente importante de un sistema Industrial Security global.

Atendiendo a este punto de vista, nuestros productos son objeto de mejoras continuas. Por ello, se recomienda que se informe periódicamente sobre las actualizaciones de nuestros productos y que solo utilice las versiones actuales en cada caso. Encontrará información al respecto en: <http://support.automation.siemens.com>. Aquí también puede registrarse para recibir una newsletter específica de producto.

Además de lo anterior, para el funcionamiento seguro de una instalación o máquina es preciso tomar medidas de protección adecuadas (p. ej. concepto de protección de células) e integrar los componentes de automatización y accionamiento en un sistema Industrial Security que abarque toda la instalación o máquina e incorpore las últimas avances tecnológicos. A este respecto, también deben tenerse en cuenta los productos de otros fabricantes que se estén utilizando. Encontrará más información en: <http://www.siemens.com/industrialsecurity>

Síganos en:
twitter.com/siemensindustry
youtube.com/siemens

Siemens AG
Industry Sector
Industry Automation
Apartado de correos 48 48
90026 NÜRNBERG
ALEMANIA