

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN MODULÓ DIDÁCTICO, PARA EL CONTROL DE NIVEL Y TEMPERATURA UTILIZANDO UN AUTOMATA PROGRAMABLE ALLEN BRADLEY

autor

RE YMERD JIMENEZ MAYZ

Director

DIEGO JOSE BARRERA OLIVEROS

INGENIERO EN MECATRONICA

M.Sc. (C) Controles Industriales

INGENIERIA MECATRONICA

DEPARTAMENTO DE MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA, Agosto 2017

DEDICATORIA

A Dios.

Por darme la fortaleza para afrontar cada uno de los obstáculos puestos en mí que me permiten crecer como persona y como profesional ,y más que todo por estar ahí cada vez que necesite aclarar mi mente y ver el camino más indicado para poder continuar e ir cumpliendo cada una de mis metas.

TABLA DE CONTENIDO

1	CAPÍTULO I	12
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2	JUSTIFICACION	13
1.3	ALCANCE	¡Error! Marcador no definido.
1.4	OBJETIVOS	14
1.4.1	OBJETIVO GENERAL	14
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.5	TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	15
1.5.1	Cronograma y descripción de Actividades.	15
1.5.2	Descripción de actividades: (Lista de tareas)	15
2	CAPÍTULO II	17
2.1	ESTADO DEL ARTE	18
2.1.1	ANTECEDENTES	18
2.2	MODULO DIDACTICO	25
2.2.1	El planeamiento didáctico	25
2.2.2	Principios que rigen las estrategias didácticas	25
2.3	MODELOS PEDAGOGICOS	27
2.4	LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (T.I.C.)	27
2.4.1	Las TIC como herramientas facilitadoras en la gestión pedagógica	28
2.5	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TICS, EL USO DE LAS MISMAS EN LA EDUCACION SUPERIOR.	29
2.5.1	LA IMPORTANCIA DE LAS TICS EN LA EDUCACION SUPERIOR	29
2.5.2	VENTAJAS DEL USO DE LAS TICS	30
2.5.3	PARA LOS ESTUDIANTES	30
2.5.4	PARA LOS PROFESORES	30
2.5.5	DESVENTAJAS DEL USO DE LAS TICS DESDE LA PERSPECTIVA DEL APRENDIZAJE	31
2.5.6	PARA LOS ESTUDIANTES	31
2.5.7	PARA LOS PROFESORES	31
2.5.8	IMPORTANCIA DE LAS TICS EN LA EDUCACION SUPERIOR	32
2.6	AUTOMATIZACION	32
2.6.1	¿QUÈ ES AUTOMATIZACION?	33

2.7	HISTORIA Y EVOLUCION DE LA AUTOMATIZACION	33
2.7.1	ANTECEDENTES HISTÓRICOS	33
2.7.2	Evolución de la automatización:	35
2.7.3	Los fundamentos modernos de la Automática	35
2.7.4	El automatismo secuencial	36
2.7.5	Modelo estructural de un Sistema Automatizado	37
2.8	AUTOMATIZACION EN COLOMBIA	38
2.8.1	AUTOMATIZACIÓN: UNA NECESIDAD PARA COLOMBIA	38
2.8.2	Colombia no puede perder terreno	39
2.8.3	La optimización lleva al ahorro	39
2.8.4	COLOMBIA LIDERA PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN EN LA REGIÓN	40
2.8.5	Sin marcha atrás: La automatización será una realidad en Colombia en 2020	40
2.9	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	42
2.9.1	Objetivos de la automatización industrial:	42
2.9.2	Funcionamiento:	44
2.9.3	Sistema de automatization	45
2.9.4	Fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización	46
2.10	TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	47
2.11	PIRAMIDE DE LA AUTOMATIZACION	49
2.11.1	Justificación:	51
2.11.2	Ventajas:	51
2.11.3	Elementos de una Instalación Automatizada:	52
3	Capítulo II	54
	PLC'S (ALLEN BRADLEY MICROLOGIX 1000)	54
3.1	Conceptos básicos. Definiciones	55
3.1.1	¿Qué es un PLC?	55
3.2	BREVE HISTORIA DE LOS PLCs.	56
3.2.1	HISTORIA DE LOS PLC'S (DIAGRAMA)	59
3.3	Campos de aplicación	60
3.4	PLC MARCA ALLEN BRADLEY 1761-L32BWB – 5A	61
3.4.1	INFORMACION SOBRE NUMERO DE CATALOGO	61
3.4.2	CARACTERISTICAS	61
3.4.3	FAMILIA DE CONTROLADORES MICROLOGIX ALLEN BRADLEY[42]	62
3.4.4	Dimensiones Físicas	63
3.4.5	Drenador y surtidor	63

3.4.6	ESPECIFICACIONES	64
3.5	COMUNICACIÓN	68
3.5.1	SOFWARES DE COMUNICACIÓN Y PROGRAMACION	69
3.5.2	COUNICACION PASO A PASO	73
	Como antes mencionado el primer programa a utilizar es el RSLinx Classic, que se encarga de la conexión como tal del drivers RS232 y el reconocimiento del PLC al computador.	73
		73
		73
	Para que el reconocimiento del PLC sea exitoso, Es necesario BUSCAR el COM donde está ubicada la conexión , en es este caso se registró en el COM5.	73
4	CAPITULO IV	78
	IMPLEMENTACION	78
4.1	RESULTADOS/PRODUCTOS ESPERADOS Y POTENCIALES BENEFICIARIOS	79
4.1.1	Impactos desperados a partir del uso de los resultados:	79
4.1.2	RELACION Y JUSTIFICACION DEL PRESUPUESTO	80
4.1.3	Tabla Descripción de personal.	80
5	CAPITULO V GLOSARIO	81
6	CAPITULO VI REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA	82

RESUMEN DEL PROYECTO

TITULO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN MODULO DIDÁCTICO, PARA EL CONTROL DE NIVEL Y TEMPERATURA UTILIZANDO UN AUTOMATA PROGRAMABLE ALLEN BRADLEY

AUTOR: REYMERD JOSE JIMENEZ MAYZ

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

DIRECTOR: DIEGO JOSE BARRERA OLIVEROS

El presente proyecto consiste en la implementación de un módulo didáctico, que colabora en el desarrollo de prácticas enfocadas en la línea de control y automatización para estudiantes de pregrado, estableciendo una guía paso a paso en la realización de prácticas que vincula el control de nivel en un sistema de tanques acoplados y el control de temperatura en uno de los tanques; para efectuar lo anterior dicho se busca implementar una programación en el autómata programable ALLEN BRADLEY Logixpro1000, dicha programación cuenta con la posibilidad de ser modificada, debido a la flexibilidad ofrecida por el sistema de tanques al momento de ofrecer diferentes rutinas, según requerimientos del estudiante o exigencias de la asignatura.

Es una propuesta que incluye guías instructivas para el estudiante, permitiendo el desarrollo de temas específicos, como por ejemplo: estructura del PLC, análisis y características de cada elemento de entrada y salida (digitales y análogas), programación de un Autómata Programable, interfaz en intouch entre otros campos de automatización. Esta es una de las formas más creativas para inducir a los estudiantes al conocimiento de los procesos industriales, visualizar la automatización e integración con el desarrollo de un sistema S.C.A.D.A y control de procesos de las industrias a escala, haciendo aplicación a una variedad de conocimientos basados en las asignaturas de Automatización y Control.

El proceso que forma parte del módulo didáctico está conformado por tanques acoplados entre sí, cuenta con elementos mecánicos electromecánicos y eléctricos en su diseño, como entradas se tendrán, sensores de nivel, temperatura, indicadores de luz entre otros, como salidas: los actuadores, válvulas de control, servo válvulas, etc.

Palabras claves:

PLC, Automatización y control, interfaz, sensor, actuador, sistema S.C.A.D.A, variables de entrada y salida, intouch.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DIDACTIC MODULUS, FOR CONTROL OF LEVEL AND TEMPERATURE USING A PROGRAMMABLE AUTOMATA ALLEN BRADLEY

AUTHOR: REYMERD JOSE JIMENEZ MAYZ FACULTY: FACULTY OF INGENIERIES AND

ARCHITECTURE DIRECTOR: DIEGO JOSE BARRERA OLIVEROS

The present project consists of the implementation of a didactic module, which collaborates in the development of practices focused on the control and automation line for undergraduate students, establishing a step-by-step guide in the realization of practices that links the level control in a system of coupled tanks and temperature control in one of the tanks; In order to carry out the aforesaid, it is sought to implement a programming in the programmable automaton ALLEN BRADLEY Logixpro1000, this programming has the possibility of being modified, due to the flexibility offered by the tank system when offering different routines, according to the requirements of the student or requirements of the subject.

It is a proposal that includes instructive guides for the student, allowing the development of specific topics, such as: structure of the PLC, analysis and characteristics of each entry and exit element (digital and analog), programming of a Programmable Automaton, interface in intouch among other fields of automation. This is one of the most creative ways to induce students to the knowledge of industrial processes, visualize automation and integration with the development of a SCADA system and process control of scale industries, applying to a variety of knowledge based in the subjects of Automation and Control.

The process that is part of the didactic module is made up of tanks coupled together, it has electromechanical and electrical mechanical elements in its design, such as inputs, level sensors, temperature, light indicators among others, as outputs: the actuators, control valves, servo valves, etc.

Keywords:

PLC, Automation and control, interface, sensor, actuator, S.C.A.D.A system, input and output variables, intouch.

1 CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO

INTRODUCCION

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día en la industria el mercado demanda profesionales con conocimientos amplios en sistemas de control, automatización y desarrollo de sistemas SCADA, por eso es necesario establecer estrategias que capten la atención del estudiante y faciliten la adquisición de conocimientos en esta área, por lo cual se busca crear un módulo didáctico, con el fin de mostrar el avance que proporciona la industria en esta área.

En la actualidad la universidad no cuenta con ningún contenido que trate específicamente con el Autómata programable Allen Bradley.

Los estudiantes en algunas ocasiones no retienen los conocimientos solo con la teoría, es importante mostrarles el campo industrial a escala y facilitar guías para el uso de contactores y demás elementos para realizar prácticas.

En algunos casos los Profesores invierten tiempo explicando diferentes Autómatas y la forma de utilizarlos, con estos módulos es muy fácil hacer una profundización con prácticas y demás usos necesarios para la adquisición de datos en una planta.

Teniendo en cuenta que uno de los impedimentos para conocer con mayor profundidad la amplia gama de PLC es lo costoso que se vuelven los elementos para llevar a cabo las aplicaciones de los mismos.

1.2 JUSTIFICACION

En búsqueda del mejoramiento de la calidad de la educación de la universidad Pamplona, es conveniente que el alumno/a se familiarice directamente con ciertas aplicaciones como las que se proponen para este módulo de trabajo, ya que este va a estar dotado de elementos como el PLC, luces piloto, contactores, etc., con los que se cuenta en la industria y permiten que el estudiante esté relacionado con el ámbito industrial.

Identificando la necesidad de nuevas herramientas para el laboratorio de Automatización, este módulo didáctico de control y temperatura cumple con las especificaciones mencionadas, contara con un manual y con guías de laboratorio para llegar a todos los estudiantes, será versátil y se podrá utilizar en diferentes aplicaciones de adquisición de datos de control.

Tendremos a la mano todos los elementos básicos que se usan en una aplicación con un autómatas programable y contaremos con el módulo para innumerables prácticas de laboratorio, esto hará más cercana la experiencia de estudiante a profesional ya que este PLC es muy usado en la industria tanto Nacional como internacional.

También se debe tener en cuenta que este módulo puede ser utilizado para diversas materias o aplicaciones como Control Industrial o Instrumentación industrial, ya que todas están relacionadas con el ambiente de trabajo en el que se puede desenvolver un ingeniero en Mecatrónica.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un módulo didáctico de un sistema S.C.A.D.A para el control de nivel y temperatura en un conjunto de tanques acoplados con un autómatas programable ALLEN BRADLEY.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las aplicaciones más apropiadas a base de los dispositivos disponibles en la Universidad de Pamplona.

Diseñar un banco de pruebas para el control de temperatura y nivel.

Diseñar la interfaz HMI para monitoreo y control del proceso.

Validar y documentar la comunicación entre el proceso-PLC allen bradley-interfaz HMI

Crear una guía paso a paso del uso del módulo didáctico, para la correcta ejecución de la práctica por parte del estudiante.

1.4 TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

1.4.1 Cronograma y descripción de Actividades.

Cronograma de actividades	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
2			X	X	X											
3			X	X	X											
4				X	X	X	X	X								
5							X	X	X	X	X	X				
6							X	X	X	X	X	X	X	X		
7									X	X	X	X	X	X	X	
8										X	X	X	X	X	X	X

1.4.2 Descripción de actividades: (Lista de tareas)

Realizar una revisión bibliográfica utilizando las palabras claves antes mencionadas.

Buscar artículos científicos que abarquen los temas de control industrial, PLC, Automatización, SCADA, InTouch entre otras.

Seleccionar los artículos más actuales y relevantes.

Establecer el estado del arte

Realizar una investigación sobre los procesos más comunes y las variables más utilizadas en la industria.

Seleccionar el proceso con el que se va a trabajar.

Seleccionar los componentes a utilizar en la planta.

Estudiar el funcionamiento del PLC y realizar un conteo de entradas y salidas requeridas en el proceso de control de la planta.

Estudiar el datasheet del PLC Allen Bradley.

Analizar las entradas analógicas y digitales con las que cuenta el PLC.

Diseñar e implementar el modulo didáctico con el que se va a trabajar.

Implementar algoritmo que permita el control de nivel y temperatura en la planta.

Definir variables.

Conteo de entradas y salidas del proceso.

Realizar programación acorde al control del proceso.

Desarrollar la interfaz HMI y establecer la comunicación necesaria.

Definir entradas y salidas del proceso.

Realizar interfaz grafica

Desarrollar la programación correspondiente en la interfaz.

Realizar las pruebas pertinentes del control desarrollado.

Revisar el estado de los componentes con los que se va a trabajar.

Realizar y revisar las conexiones entre el PLC y la maqueta.

Hacer simulación en tiempo real del proceso elegido.

Elaborar material de apoyo sobre el modulo y manual técnico del mismo.

Reunir todos los datasheet's de los componentes y elementos que conforman el proceso.

Producir un manual técnico.

Desarrollar una guía paso a paso de funcionamiento del módulo.

2 CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ESTADO DEL ARTE

2.1.1 ANTECEDENTES

Se ha realizado una búsqueda exhaustiva dentro del estado del arte para poder escoger los proyectos más relacionados que servirán para la elaboración dentro de los cuales se exponen procesos internacionales, nacionales y universitarios.

A nivel internacional, en Ecuador Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, **Módulo didáctico para control y monitoreo de 3 variables nivel, temperatura, presión, implementando con sensores, PLC Flexlogix y scada Factory Talk (Allen Bradley)** equipo de entrenamiento, en el cual se puede realizar prácticas orientadas a la instrumentación, automatización, control automático etc. Está integrado por un PLC Flex Logix 5433, módulos de IN/OUT digitales y analógicas, botoneras, relés, válvulas, variador de velocidad, motores, transmisores de presión, transmisores de temperatura, PT100, etc. [1].

En este mismo contexto de módulos didácticos también en Ecuador en la Escuela Politécnica Nacional de Quito **Diseño, construcción y automatización con un PLC Allen-Bradley micrologix 1100, de un caldero didáctico de vapor saturado** El caldero es de baja capacidad de generación debido a su aplicación para el Laboratorio de Automatización Industrial de Procesos Mecánicos de la FIM y funciona mediante una resistencia eléctrica calefactora de 5,5 kW. La automatización se la realizó mediante la utilización de un PLC de marca Allen - Bradley Micrologix 1100. Los parámetros que se controlan durante el proceso son la presión interna y el nivel de líquido, de esta manera se consigue automatizar con seguridad y eficiencia este equipo de generación energética. [2].

Siguiendo en Ecuador en la Escuela Politécnica del ejército sede Latacunga **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO PARA LA CENTRAL DE GENERACIÓN DE LAGO AGRIO CON EL PLC ALLEN BRADLEY 1500”** su fin es realizar la implementación de un sistema que cumpla con todos los requerimientos necesarios para una transferencia automática óptima y confiable tomando en cuenta todas las variables existentes. Realizar una correcta selección de los materiales y equipos a utilizar como son: el PLC, sensores de voltaje, breakers, disyuntores, así como también medidores de energía entre otros, los cuales darán a la pauta del estado de la central de generación. [3]

En la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO en Ecuador, **DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL BRAZO ROBÓTICO CRS A255 UTILIZANDO LA PLATAFORMA KINETIX DE ALLEN BRADLEY**. El propósito de esta investigación es modernizar el sistema de control del brazo robótico CRS A255, incorporando la tecnología de los plcs Allen Bradley Control logix5000 y su funcionalidad de control de movimiento. El proyecto realizara la ingeniería de detalle de un sistema alternativo al existente para el control de movimiento de los brazos robóticos del departamento de eléctrica y electrónica, aprovechar los actuales equipos del D.E.E.E y con la futura adquisición que se encuentra en tramitación del dispositivo servo variador que es en definitiva el elemento encargado de manipular servo motores, de esta forma contando con los equipos requeridos para completar el sistema KINETIX, se podrá realizar un manejo de los brazos robóticos de una manera más flexible, pudiendo ser manipulados desde diversas estaciones que se encuentren conectados por medio de una red EtherNet/IP. En el apartado final de este proyecto se abarca todo lo concerniente a la programación del brazo robótico, además de dar todas las directrices para la instalación y configuración de los módulos de la interfaz de comunicación así como los comandos de movimiento para programar el brazo, todo esto con el paquete de software Logix5000, dentro del software analizado hay que destacar la función KINEMATIX que nos permitirá realizar una manipulación del robot de una forma más sencilla y de la misma manera más versátil.[4]

Siguiendo a nivel internacional en la UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DEPARTAMENTO un proyecto netamente industrial teniendo por título **“AUTOMATIZACION DE UN TUNEL DE CARRETERAS, CON DOBLE SENTIDO DE CIRCULACION”**, de 1 km de longitud. El proyecto tiene por objeto definir y valorar el funcionamiento automático de las instalaciones a estudiar, así como su control desde un edificio terminal situado a 200 metros de distancia y desde cualquier punto del mundo a través de la web. Comenzaremos estudiando las características básicas de las instalaciones de un túnel de estas características. Continuaremos proponiendo una arquitectura de control capaz de gestionar dichas instalaciones. [5].

A nivel Nacional tenemos Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá con el proyecto llamado **“Automatización del Sistema de Control de Proceso T5553 con un PLC Allen Bradley”**, este proyecto se ha elaborado con el fin de crear una herramienta pedagógica útil para docentes y estudiantes, que les permita manejar de una manera más amigable los equipos y/o maquinas con los que cuenta la universidad, durante la realización de prácticas de laboratorio en las asignaturas relacionadas a Neumática, Lógica Cableada, Instrumentación y Control en el plan de estudio de los proyectos curriculares Tecnología en Electricidad, e Ingeniería Eléctrica, además de áreas afines a estas

profesiones (como Ingeniería en Control, Industrial, Producción, entre otras). La interfaz gráfica de usuario se desarrolló en el programa Factory Talk View V8 y el código particular del PLC enteramente en el programa RSLOGIX, debido a que es el software propio de la marca y la universidad cuenta con estas licencias de funcionamiento, además de que integran los diferentes elementos básicos de programación de PLC y SCADA, que permiten la simulación de diferentes procesos de diferentes entornos industriales vistos desde una perspectiva pedagógica.[6].

En Mexico en el 2016 un artículo explica el proceso para la **elaboración de una pantalla HMI implementando el dispositivo Raspberry Pi 2** modelo B estableciendo la comunicación y creando la interfaz gráfica de usuario por medio del lenguaje de programación Python. Con este dispositivo será posible supervisar y modificar, de forma gráfica y sencilla, las variables de un proceso que se ejecute en un PLC Allen Bradley de la serie Micrologix, obteniendo así un control rápido del proceso. La manipulación de este dispositivo será por medio de una pantalla táctil de 5 pulgadas que facilita su uso y además evita la necesidad de hardware adicional para la interacción del usuario con el dispositivo. [7]

Hay muchas técnicas avanzadas de control desarrolladas durante los últimos años. Sólo algunos de ellos encontraron su camino hacia la implementación industrial. El artículo presenta el **Predictive Functional Controller (PFC)**, que tiene muchas implementaciones, sin embargo, rara vez se presenta en publicaciones. Ese tipo de control se utiliza como un reemplazo de control PID estándar para satisfacer las demandas de mayor calidad del rendimiento del controlador. El documento presenta un ejemplo de implementación de PFC en la plataforma Allen-Bradley Control-Logix. La complejidad de los problemas considerados incluye no linealidad, restricciones, acción de feedforward, efecto integrador. El esquema de control genérico de papel fue diseñado para facilitar la implementación industrial donde la afinación es muy simple y sólo se refiere a un parámetro. Esa simplicidad de ajuste hace accesible el control predictivo basado en modelos a los no expertos.[8]

CONTROL OF THE BOUNCING BALL LABORATORY EXPERIMENT WITH AN ALLEN-BRADLEY PLC describe un sistema mecánico con una bola de rebote, sus parámetros, el modelo matemático y el proceso de diseño de control usando un controlador lógico programable. Este sistema es un objeto muy bueno para la demostración de control de eventos discretos e ilustración de las posibilidades y restricciones de los controladores lógicos programables.[9]

En el proyecto de investigación que se presenta en la Universidad Nacional de Piura-Perú, planteó como objetivo principal el Diseño e Implementación de un **Módulo SCADA de Enseñanza Práctica, para lo cual se adquirieron los controladores PLC Siemens S7-1200CPU 1211C y CPU 1212C con interface Ethernet** y también los respectivos dispositivos de comunicación PROFIBUS DPCM 1243-5 y CM 1242-5 configurados en modo de diálogo Master — Slave, además de los accesorios de conexión como cable y conectores tanto ETHERNET como PROFIBUS DP. Esto permitió la elaboración de cuatro prácticas de laboratorio respecto a la Capa Física PROFIBUS, Configuración de la Comunicación PROFIBUS DP Master — Slave con el software STEP 7 TIA PORTAL V.12, Configuración OPC Server usando el OPC KEPServerEx y la configuración del OPC Client con el Software de desarrollo HIMI Intouch de la WonderWare.[10]

Hablando de módulos de aprendizaje, en la Universidad del Oriente de Santiago de Cuba, se llevó a cabo un proyecto llamado **Plataforma de aprendizaje a distancia en automatización industrial**, empleando laboratorios remotos dispone de un sistema Web que permite el acceso al estado de todas las entradas y salidas del autómatas, así como a la información de la configuración del PLC, entre otros datos adicionales. La educación superior en carreras de ingeniería aplicada, especialmente en aquellas relacionadas con automatización industrial, robótica e ingeniería de procesos requiere de costoso equipamiento y modernas tecnologías que encarecen ostensiblemente el costo de la educación. No todas las instituciones de educación superior están en condiciones de financiar el suficiente equipamiento para garantizar una formación orientada a la práctica y además personalizada, por ello es frecuente en los laboratorios de experimentación tener a más de tres estudiantes interactuando con un módulo o equipo experimental.[11]

Integración internacional de plataformas de enseñanza a distancia de automatización con PLCs. La enseñanza a distancia puede permitir que las universidades especializadas en determinados campos puedan compartir sus experiencias con otras universidades. La finalidad es que un alumno de cualquier universidad pueda automatizar accionamientos eléctricos, neumáticos, hidráulicos, entre otros, conectándose a través de Internet con los PLCs de las distintas plataformas que constituyen dichos laboratorios. Así, en este artículo se presentan y se describen las aplicaciones y capacidades de los laboratorios remotos, cuyas plataformas están situadas en Barcelona, Manaus y Santiago de Cuba. Los laboratorios remotos son una buena alternativa a los laboratorios presenciales. [12]

En Ecuador en la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO se llevó a cabo un proyecto de **diseño, implementación y programación de un módulo de control mediante PLC en configuración SCADA en el laboratorio de automatización de la FIE se hizo para el control automático del sistema de envasado.** Se diseñó el módulo de control teniendo

presente las entradas y salidas de los otros módulos. El orden e identificación de los bloques a quienes pertenecen, se lo detalló mediante tablas. Para el diseño eléctrico de las conexiones y también de la ubicación de los equipos se utilizó el programa Autocad. Para la implementación del módulo de control lo se siguió con el diseño anteriormente realizado. También se tuvo en consideración para el ponchado, cableado y montaje de equipos las normas IEC 61131-3 y 61131-5. Se destacó como nuestro módulo de control cumple con los requisitos de un sistema SCADA y se señaló los lazos de supervisión, control y adquisición de datos del PLC. Como resultados, mediante el método no experimental deductivo, tenemos que nuestro sistema es capaz de controlar los demás módulos secuencialmente y de manera eficaz. Además responde a la depuración y programación del PLC de manera estable. Como conclusiones podemos decir que cumple satisfactoriamente como módulo de enseñanza aprendizaje para los estudiantes y además de ello, permite un fácil control de los otros módulos. Mediante el registro de las entradas y salidas y el diagrama eléctrico de conexiones, facilita su uso para realizar prácticas de automatización industrial en clase que permitan fortalecer las enseñanzas teóricas que se imparten.[13]

Basada en el análisis de integración de datos de **Control y Adquisición de Datos de Supervisión (SCADA) para el monitoreo de condiciones y el diagnóstico de fallas de aerogeneradores**. El análisis de los residuos de integración - obtenidos del proceso de integración de los datos de la turbina eólica - se utiliza para el monitoreo de la condición operacional y la detección automática de fallas y / o anomalías. El método propuesto se valida utilizando los datos experimentales adquiridos de un tren de transmisión de una turbina eólica con una potencia nominal de 2 MW en condiciones ambientales y operacionales variables. Un procedimiento basado en co-integración en dos etapas se realiza en seis parámetros de proceso de la turbina eólica, donde las tendencias de datos tienen características no lineales. El método se prueba utilizando dos estudios de casos con fallas conocidas. Los resultados demuestran que el método propuesto puede analizar con eficacia las tendencias de datos no lineales, monitorear continuamente el aerogenerador y detectar con fiabilidad problemas anormales.[14]

En el trabajo presentado por la Universidad CARLOS III de Madrid, llamado **Automatización de los procesos para la generación, ensamblaje y reutilización de objetos de aprendizaje**, se identifican los problemas relacionados con la generación, ensamblaje y reutilización de objetos de aprendizaje. En particular, se ha identificado la carencia de modelos conceptuales en el diseño y construcción de los actuales sistemas para la gestión de contenido de aprendizaje. Estos sistemas, aunque permiten en su mayoría, la integración y reutilización de objetos de aprendizaje, no proporcionan mecanismos de ensamblaje que respeten el conocimiento asociado (requisitos y competencias) a los objetos de aprendizaje. Además, no se define un procedimiento para

la descripción de los objetos resultantes de dichas integraciones mediante el uso de metadatos (información acerca de información). Teniendo en cuenta estos problemas, en esta tesis se propone: un modelo conceptual que proporciona las pautas para facilitar la generación, ensamblaje y reutilización de objetos de aprendizaje.[15]

Otra de forma de aprendizaje también fue planteada por la Universidad de Girona (UdG) explicando su proyecto **SMIT: un agente sintético antropomórfico para un entorno virtual de aprendizaje**. Los agentes de presentación, o agentes sintéticos, son una herramienta muy potente para guiar y ayudar a los usuarios en su interacción con plataformas informáticas de gran tamaño o complicadas. En este artículo se presenta el agente SMIT (Synthetic Multimedia Interactive Tutor), un agente sintético que representa los mensajes dirigidos al estudiante en un sistema de tutoría inteligente, adoptando diferentes estilos antropomórficos. Este agente forma parte de los agentes de interfaz del sistema multiagente MAS-PLANG (MultiAgent System PLANG) diseñado para ofrecer características de adaptabilidad a la plataforma USD (Unitats de Suport a la Docència) utilizada para dar soporte a la enseñanza aprendizaje a través del web.[16]

Diseño e implementación de un sistema modular didáctico que controla y monitorea el tapado de envases de café para ayudar a los estudiantes de la escuela de ingeniería Electrónica en el proceso enseñanza - aprendizaje en el área de automatización industrial. Su bancada está estructurada en perfil de aluminio, costa de sensores ópticos, magnéticos y de contacto, actuadores neumáticos lineales activados por electroválvulas, motores de 24 V DC y elementos funcionales electromecánicos de control, ubicados de forma experimental en la bancada, de tal manera que puedan servir en el tapado del envase, para el control de los mismos se utilizó un PLC, programado a través del método Grafcet y para la comunicación con el interfaz HMI del PC (elaborada en LabVIEW), se utilizó el protocolo de comunicación MODBUS. De las pruebas realizadas a 200 envases, se obtuvo un 78,4% de envases sellados óptimamente, un 13.2% tuvieron un sellado regular y, un 8.4%, sellado afectuoso, además todos los elementos del sistema funcionan de la forma prevista sin presentar ninguna anomalía. A través de este sistema, los alumnos pueden simular un verdadero equipo de producción industrial y obtener así conocimientos del funcionamiento de un sistema industrial básico y beneficios como la familiarización y manipulación de elementos industriales. En conclusión, este sistema sirve en buena medida, para ayudar en el proceso enseñanza - aprendizaje en el área de automatización industrial y puede ser utilizado para formar parte de una línea de producción de envases de café, pero sin fines didácticos.[17]

Como módulo de aprendizaje en la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil se llevó a cabo un trabajo de investigación cuyo objetivo fue **diseñar e implementar una mini planta de llenado de sólidos mediante la técnica de número de vueltas para ser instalado en el laboratorio de Automatización Industrial**, para realizar prácticas con las cuales los alumnos adquieran conocimientos técnicos para su carrera profesional. El estudiante podrá interactuar con los módulos de entrenamiento que están conformados por el módulo PLC que contendrá la programación a ejecutarse en el tratamiento industrial mediante un PLC S7-1200 CPU 1214C y una SIGNAL BOARD de señal análoga. Y el módulo de la mini planta industrial en el que se ejecutará el procedimiento antes programado mediante la comunicación de sensores y actuadores de dicho módulo. Todo esta técnica se lo realizó en un control óptimo con un porcentaje de error bajo que se obtiene mediante el valor deseado y la cantidad de producto resultante después de realizada la técnica lineal de dosificación por un número de vueltas determinado.[18]

La Asociación Colombiana de Facultades de ingeniería en Colombia **ACOFI**, presenta la **implementación de módulos didácticos como apoyo a la docencia en el área de dispositivos semiconductores de potencia para el aprendizaje práctico de esta disciplina**. El sistema está compuesto por cinco módulos que permiten el desarrollo de diferentes aplicaciones en el área de electrónica de potencia incluyendo el control de potencia eléctrica en AC y DC. Cada uno de los prototipos fue desarrollado con el propósito de permitir al estudiante la validación y verificación de los circuitos típicos empleados en esta disciplina de una forma intuitiva y fácil.[19]

En Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se realizó el **diseño y la implementación de un Módulo Didáctico para el control y monitoreo de sistemas electro neumáticos por medio de PLC para la Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales**. Los métodos aplicados son: inductivo puesto que partimos de la selección en catálogos de componentes acorde a requerimientos establecidos y disponibilidad en el mercado para el desarrollo del módulo y experimental porque se plantearon prácticas de laboratorio, mismas que permiten probar su funcionamiento. El módulo didáctico está construido en aluminio inoxidable, con canales para colocar las bases robustas sobre las cuales van los elementos electro neumáticos, para hacerlos de fácil uso y manipulación al momento de implementar prácticas básicas de neumática y electro neumática utilizadas en procesos de automatización industrial, que son programados en el software Twidosuite y cargados en el PLC mediante el computador, indicando el monitoreo en tiempo real de dichos procesos con el software Lookout, también se utilizó elementos eléctricos: sensores, pulsadores, relés y fuente de 24 VDC, elementos electro neumáticos: unidad de mantenimiento, electroválvulas, cilindros, válvula AND y OR, distribuidor de aire, conectores y compresor.

Se ha logrado obtener un 100% de aceptación al aplicar encuestas a docentes y estudiantes de la materia de automatización industrial, demostrándose un excelente desempeño del Módulo Didáctico implementado fortaleciéndose el proceso de enseñanza aprendizaje. Se recomienda al personal de laboratorio de automatización brindar un mantenimiento preventivo periódico.[20]

2.2 MODULO DIDACTICO

2.2.1 El planeamiento didáctico

El planeamiento didáctico, según Volio (citado por Mello Carvalho 1975) “se refiere a todo lo correspondiente a cada materia o área en un espacio y lugar determinado”. Con el planeamiento el educador es capaz de organizar las actividades a realizar en el aula, que le faciliten su labor y que a su vez le permitan incorporar todos aquellos elementos que hacen posible los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.

Por lo anterior cabe determinar que el planeamiento didáctico es un elemento importante dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje que debe favorecer las diferencias individuales en el aula y ser coherente con las características y necesidades que presenta cada etapa del desarrollo en que se encuentra el estudiante.

El planeamiento didáctico, según acuerdo del Consejo Superior de Educación, se rige por lo establecido en los lineamientos en el sistema formal, con base en los contenidos de las guías autoformativas de cada nivel. Debe incorporar los temas transversales. El planeamiento y organización de las lecciones responderá al orden establecido por el educador y a las características presentadas por los estudiantes.[21]

En síntesis una estrategia didáctica es el conjunto de actividades ordenadas de forma sistemática, que funcionan como un medio para alcanzar los objetivos de aprendizaje, propuestos en el plan de estudios.

Existen una serie de principios mencionados por Graells (2001:19), los cuales pueden considerarse en el momento de planificar las estrategias didácticas a realizar con los estudiantes en el salón de clase.

2.2.2 Principios que rigen las estrategias didácticas

Las estrategias didácticas le permiten al educador cumplir con los objetivos de aprendizaje propuestos en el plan de estudio. Por ello, es importante conocer que dichas estrategias deben fundamentarse y cumplir con algunos de los principios que se describen a continuación:

Los estilos cognitivos: son el resultado de procesos cognitivos individuales mediante los cuales se asimilan informaciones y se pueden aplicar en contextos diferentes. Bajo este principio, aprender implica adquirir nuevos conocimientos así como consolidar, reestructurar y eliminar procesos cognitivos que ya se tienen. En cualquier caso siempre conllevan un cambio en la estructura física del cerebro y como consecuencia de su organización funcional. Las estrategias didácticas claves para aprender según este principio son: comprender, interpretar, analizar, aplicar y evaluar para sintetizar la nueva información.

Las motivaciones e intereses: Es necesario tomar en cuenta la motivación de los estudiantes con el propósito de que este movilice y dirija en una dirección determinada sus intereses. Según este principio “La motivación depende de múltiples factores tales como los personales, familiares, sociales y del contexto en que el estudiante se desenvuelve”. Graells (2001:8).Vargas (1997:199) menciona que hay ciertos estímulos para que se produzca una adecuada motivación, se indican a continuación:

Lograr un compromiso con el logro de los objetivos propuestos tanto por el docente como por parte del estudiante.

Presentar claramente el tema a estudiar o la tarea a realizar.

Relacionar los objetivos con los conocimientos y experiencias previos de los alumnos.

Incorporar las tareas como un elemento que tenga significado para él y le proporcione satisfacción.

El proporcionar la información necesaria: Esto se refiere a la importancia que tiene la presencia del docente a lo largo de todos los procesos de aprendizaje, brindando información a los estudiantes acerca de los resultados de su tarea. A medida que realiza sus actividades, el alumno necesita información que le garantice que está actuando correctamente o en caso contrario que se le indique sus errores.

Bajo este principio es fundamental el proceso de retroalimentación que el docente pueda brindar, como una guía en la adquisición de nuevos conocimientos por parte de sus estudiantes, ya que se considera vital para favorecer la fijación del aprendizaje.

Utilizar metodologías activas: Bajo este principio Vargas (1997:200) señala que “las actividades deben estimular la participación directa de los alumnos, el contacto con las fuentes de información, la elaboración de conclusiones personales y el desarrollo de habilidades intelectuales”. [21]

2.3 MODELOS PEDAGOGICOS

(Campos, Domínguez, 2012) Los educadores colombianos han intentado, en medio de la amalgama de opciones, discursos, enfoques y propuestas, ejercer su quehacer pedagógico lo mejor posible. Debemos tener en cuenta, además, que en medio de las dificultades contextuales y de los intentos de parte de cada una de las ciencias, escuelas y posturas, de dominar y acaparar todo el panorama del campo pedagógico, los docentes han intentado hacer lo mejor que han podido.

Luego de examinar lo consignado por historiadores, pedagogos y científicos sociales se puede concluir que la educación en Colombia no ha escapado a una característica de la educación en el mundo: el saber pedagógico avanza en progresión geométrica y las técnicas de formación avanzan en progresión aritmética. El saber pedagógico se ha vuelto más complejo y minucioso, orientado a explorar zonas cada vez más íntimas de la subjetividad, como si avanzara a saltos cualitativos, pasando por distintos niveles teóricos y epistemológicos.

El saber pedagógico avanza, mientras que las técnicas disciplinarias tienden a conservar las viejas maneras, lo cual conlleva a la necesidad de profundizar hacia nuevas direcciones que finalmente conllevan a nuevos ideales de modelos pedagógicos, en pro de ir a la par con los avances tecnológicos y las necesidades de las personas que buscan crecer en su nivel de conocimientos.[22]

2.4 LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (T.I.C.)

Las TIC se desarrollan a partir de los avances científicos producidos en los ámbitos de la informática y las telecomunicaciones. Las TIC son el conjunto de tecnologías que permiten el acceso, producción, tratamiento y comunicación de información presentada en diferentes códigos (texto, imagen, sonido,..). El elemento más representativo de las nuevas tecnologías es sin duda el ordenador y más específicamente, Internet. Como indican diferentes autores, Internet supone un salto cualitativo de gran magnitud, cambiando y redefiniendo los modos de conocer y relacionarse del hombre. En este apartado vamos a intentar revisar brevemente algunas de los recursos que nos ofrece el ordenador. ¿Qué programas podemos utilizar? ¿Qué nos ofrecen las redes de comunicación? Podemos diferenciar los programas y recursos que podemos utilizar con el ordenador en dos grandes categorías: recursos informáticos, que nos permiten realizar el procesamiento y tratamiento de la información y, los recursos telemáticos que nos ofrece Internet, orientados a la comunicación y el acceso a la información.[23]

2.4.1 Las TIC como herramientas facilitadoras en la gestión pedagógica

El uso de las TIC en el aula de clase como herramientas facilitadoras de la gestión pedagógica, fomentan la capacidad creadora, la creatividad, la innovación, el cambio... Se presenta una transformación en los ambientes educativos que favorecen la didáctica y la lúdica para el goce y la adquisición de los diferentes conocimientos. Como lo dice (Pontes, 2005): "El uso educativo de las TIC fomenta el desarrollo de actitudes favorables al aprendizaje de la ciencia y la tecnología (...), el uso de programas interactivos y la búsqueda de información científica en Internet ayuda a fomentar la actividad de los alumnos durante el proceso educativo, favoreciendo el intercambio de ideas, la motivación y el interés de los alumnos por el aprendizaje de las ciencias."

Hoy en día las TIC son parte fundamental para el desarrollo e intercambio educativo, religioso, cultural y étnico, de una comunidad. Se puede decir que la implementación de las tecnologías son una herramienta facilitadora en la gestión pedagógica; porque, además, promueve la interacción y la enseñanza –aprendizaje tanto de los estudiantes como de los docentes, directivos, padres de familia y la comunidad en general.

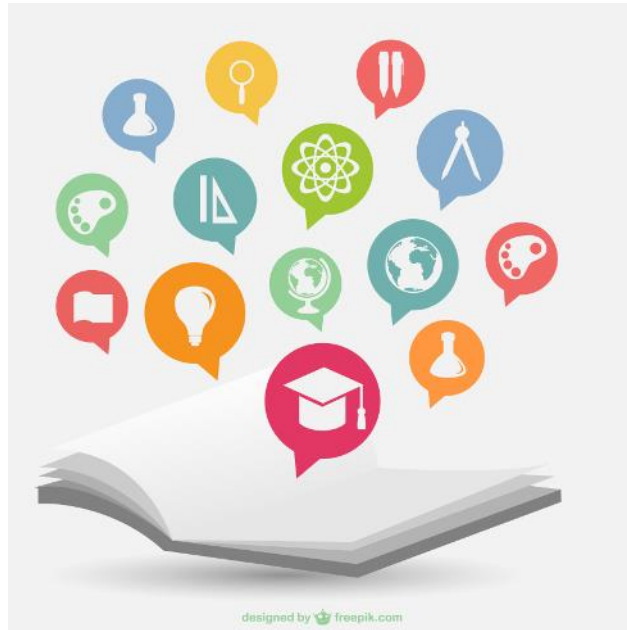
Por consiguiente el docente es responsable en gran medida de la aplicación que se le da a las TIC en el aula de clase, es por esto que debe crear contenidos curriculares en nuevos formatos, facilitar el desarrollo de competencias, utilizar las diferentes estrategias y metodologías para renovar, actualizar y evolucionar su servicio educativo y el proceso de aprendizaje.

Cabe resaltar que la implementación de las TIC en la educación es una ayuda en la gestión pedagógica, es decir, sirven de complemento o facilitador en la educación y se deben aprovechar los recursos que ofrece en la preparación del material educativo para potencializar las capacidades cognitivas de cada individuo.

En este sentido La International Society for Technology in Education manifiesta que:

"Los ambientes de aprendizaje que resultan más efectivos son los que mezclan enfoques tradicionales y nuevos para facilitar el aprendizaje de contenidos pertinentes, a la vez que se satisfacen necesidades individuales. Ello implica que ciertas condiciones esenciales estén presentes en la formación y perfeccionamiento continuo de profesores." (Sánchez y Ponce, 2004)

Para finalizar, los jóvenes y niños van con la vanguardia de los tiempos, las nuevas generaciones nacieron en la época de las tecnologías y no cabe duda de sus capacidades, dominio, manejo e interés por el uso de las diferentes herramientas que ofrece el campo de la informática. Pero, se debe saber aprovechar y aplicar para el desarrollo de una mejor educación, un mejor aprendizaje y recordar que las TIC son mediadores entre los conocimientos, conceptos, metodologías, docentes y estudiantes.[24]



2.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TICS, EL USO DE LAS MISMAS EN LA EDUCACION SUPERIOR.

2.5.1 LA IMPORTANCIA DE LAS TICS EN LA EDUCACION SUPERIOR

En cada campo del conocimiento y del trabajo profesional se han producido nuevos enfoques, tecnologías y procesos que obligan la incorporación de contenidos como informática, biotecnología y medios satelitales de información. La innovación toca a las universidades y otras instituciones de educación superior, por lo que debe planificarse estrategias que estimulen el autoaprendizaje, la puesta en marcha de un sistema de educación a distancia para todas las carreras con la formación previa de profesores y estudiantes, así como la actualización de los empleados y profesionales que sirvan de apoyo a la formación académica.[25]

Los currículos tienen que flexibilizarse y adecuarse a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Entrar a la sociedad del conocimiento de manera tangible pero crítica es una obligación para con nosotros mismos y el país. Por ello la universidad debe:

- Propiciar en los profesores actitudes favorables hacia las TIC's, a partir del apoyo y el reconocimiento del ser humano
- Fundamentar los procesos de cambio en las modalidades de enseñanza a partir de la consideración de las TIC's, con un sentido esencialmente académico y pedagógico
- Coordinar esfuerzos en pro de la utilización de las diferentes iniciativas de infraestructura y recursos tecnológicos disponibles, para el uso de las diferentes

facultades y escuelas, así como el aprovechamiento equitativo del financiamiento a los proyectos relacionados con la enseñanza mediante TIC's.

- Propiciar y apoyar la producción de contenidos, materiales y medios instruccionales, mediante el uso de TIC's, a partir de la creación de un sistema de incentivos para el trabajo de diseño de los docentes.
- Integrar las TIC's en la formación de pre y postgrado a partir de la actualización e incorporación de las mismas en los planes de estudio de las escuelas.
- Crear un sistema de pasantías para los estudiantes en las instalaciones y unidades que trabajen mediante las TIC's.

Dicho todo este breve preámbulo expongo a continuación unos tips muy pertinentes y generalizados en relación a las ventajas y desventajas de las tics.

2.5.2 VENTAJAS DEL USO DE LAS TICS

- Interés. Motivación
- Interacción. Continúa actividad intelectual.
- Desarrollo de la iniciativa.
- Aprendizaje a partir de los errores
- Mayor comunicación entre profesores y alumnos
- Aprendizaje cooperativo.
- Alto grado de interdisciplinariedad.
- Alfabetización digital y audiovisual.
- Desarrollo de habilidades de búsqueda y selección de información.
- Mejora de las competencias de expresión y creatividad.
- Fácil acceso a mucha información de todo tipo.
- Visualización de simulaciones.

2.5.3 PARA LOS ESTUDIANTES

- A menudo aprenden con menos tiempo
- Atractivo.
- Acceso a múltiples recursos educativos y entornos de aprendizaje.
- Personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Autoevaluación.
- Mayor proximidad del profesor.
- Flexibilidad en los estudios.
- Instrumentos para el proceso de la información.
- Ayudas para la Educación Especial.
- Ampliación del entorno vital. Más contactos.
- Más compañerismo y colaboración.

2.5.4 PARA LOS PROFESORES

- Fuente de recursos educativos para la docencia, la orientación y la rehabilitación.
- Individualización. Tratamiento de la diversidad.
- Facilidades para la realización de agrupamientos.
- Mayor contacto con los estudiantes.
- Liberan al profesor de trabajos repetitivos.
- Facilitan la evaluación y control.
- Actualización profesional.
- Constituyen un buen medio de investigación didáctica en el aula.
- Contactos con otros profesores y centros

2.5.5 DESVENTAJAS DEL USO DE LAS TICS DESDE LA PERSPECTIVA DEL APRENDIZAJE

- Distracciones.
- Dispersión.
- Pérdida de tiempo.
- Informaciones no fiables.
- Aprendizajes incompletos y superficiales.
- Diálogos muy rígidos.
- Visión parcial de la realidad.
- Ansiedad.
- Dependencia de los demás.

2.5.6 PARA LOS ESTUDIANTES

- Adicción.
- Aislamiento.
- Cansancio visual y otros problemas físicos.
- Inversión de tiempo.
- Sensación de desbordamiento.
- Comportamientos reprobables.
- Falta de conocimiento de los lenguajes.
- Recursos educativos con poca potencialidad didáctica.
- Virus.
- Esfuerzo económico.

2.5.7 PARA LOS PROFESORES

- Estrés.
- Desarrollo de estrategias de mínimo esfuerzo.
- Desfases respecto a otras actividades.
- Problemas de mantenimiento de los ordenadores.
- Supeditación a los sistemas informáticos.

- Exigen una mayor dedicación.
- Necesidad de actualizar equipos y programas.

2.5.8 IMPORTANCIA DE LAS TICS EN LA EDUCACION SUPERIOR

En una sociedad la educación superior es uno de los motores de desarrollo económico y uno de los polos de la educación a lo largo de la vida, en las últimas décadas ha aumentado la población que solicita o requiere ingresar a instituciones de educación superior como uno de los caminos que le permite ascender en el nivel social.

Esta visión nos permite entender el nuevo orden mundial en el que deberá desarrollarse la educación de nuestro país ya que ésta constituirá un factor que le permitirá a Venezuela insertarse de mejor manera en el contexto internacional.

A principios de la presente década la educación superior abierta y a distancia cobró una nueva dimensión en la educación superior por el potencial que ésta representa en un mundo que reconoce cada vez más la importancia del conocimiento y la utilización de la alta tecnología, dando como resultado una ampliación de la oferta educativa en esta modalidad.

Una vez que se ha puesto en marcha este proceso de innovación tecnológica de la educación superior es importante considerar que ya no se puede dar marcha atrás como país, es necesario que se desarrollen sistemas educativos que aprovechen al máximo las TIC, y que permitan a Venezuela estar presente en la sociedad global que requerirá respuesta a necesidades distintas a las hasta ahora existentes.

La educación superior del futuro será una puerta de acceso a la sociedad del conocimiento, quizá la puerta más importante por su situación privilegiada para la generación y transmisión del saber humano. En la sociedad del conocimiento, la universidad tradicional coexistirá con universidades virtuales y con otras formas de universidad.[25]

2.6 AUTOMATIZACION

El concepto suele utilizarse en el ámbito de la industria con referencia al sistema que permite que una máquina desarrolle ciertos procesos o realice tareas sin intervención del ser humano. La automatización permite ahorrar tiempo y, muchas veces, dinero. Los orígenes de la automatización se encuentran en la Prehistoria, con el desarrollo de las máquinas simples que minimizaban la fuerza que debían hacer las personas. La energía animal o humana, con el tiempo, comenzó a reemplazarse por energías renovables (como la energía eólica o la energía hidráulica).

La siguiente etapa en el desarrollo de la automatización consistió en el uso de mecanismos de relojería para la repetición de acciones. Así se desarrollaron los autómatas, por ejemplo. En la actualidad, la robótica y la informática han permitido incrementar el alcance de la automatización. En innumerables sectores industriales se utilizan máquinas que permiten la automatización de procesos.

2.6.1 ¿QUÈ ES AUTOMATIZACION?

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la substitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales.[26]

Se denomina automatización al acto y la consecuencia de automatizar. Este verbo, por su parte, alude a hacer que determinadas acciones se vuelvan automáticas (es decir, que se desarrollen por sí solas y sin la participación directa de un individuo).[27]

2.7 HISTORIA Y EVOLUCION DE LA AUTOMATIZACION

2.7.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El término autómatas se ha venido aplicando desde tiempo muy antiguo a aquella clase de máquinas en las que una fuente de energía accionaba un mecanismo ingeniosamente combinado, permitiendo imitar los movimientos de los seres animados.[28]

Ateniéndonos a esta primera acepción, entre los primeros autómatas de los que se tiene noticia, se citan las estatuas animadas que habrían sido construidas en el templo de Dèdalo. Los griegos, y más tarde los romanos, conocieron ya varios tipos de juguetes mecánicos. Al parecer algunos famosos autómatas fueron construidos en la edad media por San Alberto Magno o Regiomontano (Juan Muller).

Mención especial merece Vaucanson, el cual construyó en su juventud «sublimes juguetes»: entre ellos el Flautista, que representaba un fauno según modelo de la estatua de Coysevox, que ejecutaba una docena de aires valiéndose de movimientos de la lengua, labios y dedos; el Tamborilero; la Tañedora, que todavía puede ser admirada en el

conservatorio de artes y oficios de París; y un áspid, que se utilizó en las representaciones de la Cleopatra de Marmontel. Sin embargo, la fama de Vaucanson se debe sobre todo a su célebre Pato, el cual era capaz de batir las alas, zambullirse, nadar, tragar grano e incluso expeler un producto parecido al excremento. Al parecer una sola de sus alas se componía de unas 2000 piezas. No obstante, en todos esos autómatas no se trataba de copiar la vida, sino únicamente de imitar algunos de sus actos aislados.

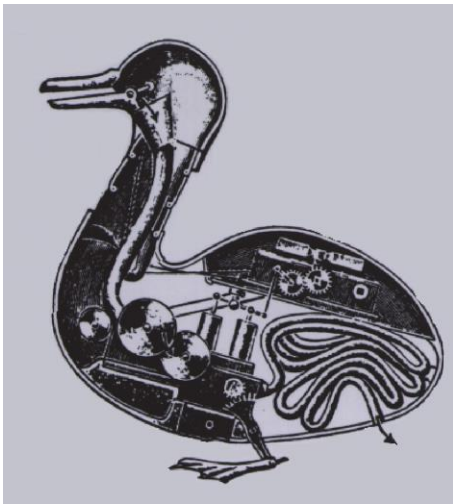


Figura 1.1. El pato de Vaucanson (cortesía de FESTO)[29]

En todos los autómatas celebres del s. XVIII se repite el proceso de imitación, pudiéndose citar, entre ellos: las Cabezas parlantes del abate Mical; el Androide escritor que Frederic de Knauss presentó en Viena, en 1760; los autómatas expuestos en Francia y en Suiza por los hermanos Droz; la Panharmónica construida en 1808 por Leonard Maelzel, de Ratisbona; los relojes de Lyon y Cambrai, y el de Estrasburgo, debido a Schwilgue (1842), así como los numerosos relojes de péndola, animadores de autómatas, originales de artesanos rusos, que todavía hoy pueden admirarse en las vitrinas del Krem[30]lin; de Robert Houdin merecen especial mención: el Escamoteador, el Volatinero, el Pájaro cantor, el Escritor dibujante, el Pastelero, etc.

El desarrollo de la electricidad y de la electrónica permitió la aparición de una nueva generación de autómatas, capaces de imitar realmente algunas funciones intelectuales y no sólo de reproducir determinados comportamientos. Ya en 1912, el jugador de ajedrez eléctrico de Torres Quevedo era capaz de jugar finales de partida (rey contra rey y torre). El jugador de Nim, construido en 1951 en la universidad de Manchester, y citado repetidas veces, constituye otro ejemplo de un autómata muy elemental, dado que existe un algoritmo que permite ganar con seguridad en este juego. Por aquella misma época Strachey construyó en E.E.U.U. un jugador de damas capaz de enfrentarse con un buen jugador; para ello la máquina debe analizar las consecuencias de todas las jugadas posibles a partir de

una situación dada, y esto con varias jugadas de antelación. Los adelantos de la microelectrónica propiciaron la aparición en el mercado norteamericano, en 1977, de un jugador de ajedrez capaz de desarrollar un juego de nivel muy aceptable por un precio relativamente módico.

Resultaría pues factible en la actualidad construir un auténtico jugador de ajedrez androide. La industria utiliza autómatas, denominados robots, capaces de llevar a cabo manipulaciones así, como operaciones de montaje y de ensamblaje.

2.7.2 Evolución de la automatización:

El origen se remonta a los años 1750, cuando surge la revolución industrial. [28]

1745: Máquinas de tejido controladas por tarjetas perforadas.

1817-1870: Máquinas especiales para corte de metal.

1863: Primer piano automático, inventado por M. Fourneaux.

1856-1890: Sir Joseph Whitworth enfatiza la necesidad de piezas intercambiables.

1870: Primer torno automático, inventado por Christopher Spencer.

1940: Surgen los controles hidráulicos, neumáticos y electrónicos para máquinas de corte automáticas.

1945-1948: John Parsons comienza investigación sobre control numérico.

1960-1972: Se desarrollan técnicas de control numérico directo y manufactura computadorizada.

2.7.3 Los fundamentos modernos de la Automática

La era moderna de la automatización comienza con la aparición, en 1775 de la máquina de vapor de simple efecto inventada por James Watt. La máquina de doble efecto de 1784 estaba provista de dos automatismos: el distribuidor de vapor y el regulador de bolas, que mantenía constante la velocidad del árbol de salida a pesar de las fluctuaciones de la carga.

En el contexto actual, la AUTOMÁTICA se define como la Ciencia y Técnica de la automatización, que agrupa el conjunto de las disciplinas teóricas y tecnológicas que intervienen en la concepción, la construcción y el empleo de los sistemas automáticos. La automática constituye el aspecto teórico de la cibernética. Está estrechamente vinculada con las matemáticas, la estadística, la teoría de la información, la informática y técnicas de la ingeniería.

Podría realizarse una distinción entre: la automática teórica, conjunto de los métodos matemáticos de análisis y de síntesis de los sistemas automáticos y de sus elementos; y la automática aplicada, que trata más específicamente de los problemas prácticos de automatización, que concierne a la teoría y a la tecnología de los captadores, los accionadores y los ordenadores.

Los sistemas adaptativos poseen, además de la facultad de la autocorrección de las variaciones de una serie de parámetros, una facultad de autorregulación que les permite funcionar correctamente en condiciones exteriores muy diversas. La resistencia a las perturbaciones y a las fluctuaciones del entorno se ve así incrementada.

Otros son los denominados sistemas autodidácticos, en los que el programa de tratamiento de la información se elabora y se perfecciona en curso de funcionamiento por autoaprendizaje bajo la dirección de un súper programa. Este principio se aplica entre otros a la identificación automática de formas y de los sonidos.

En suma, los automatismos abarcan a los automatismos secuenciales, los servosistemas, los sistemas adaptativos y los sistemas con autoaprendizaje.

2.7.4 El automatismo secuencial

Un automatismo secuencial, es un sistema cuyo funcionamiento emplea una secuencia de fases claramente diferenciadas, según un conjunto de reglas preestablecidas. En el caso más sencillo, el final de cada fase detectado por un captador apropiado, da paso al inicio de la fase siguiente. Las condiciones de transición entre fases adoptan la forma de condiciones lógicas más o menos complejas provocando cambios de estado del sistema controlado. Los automatismos secuenciales pueden funcionar ya sea sobre la base de la lógica cableada, de forma específica mediante los denominados armarios de relés, que ha sido en el periodo histórico anterior más reciente la implementación más usual de un gran número de instalaciones industriales, ya sea sobre la base de un programa registrado mediante ordenadores, autómatas programables o sistemas basados en microprocesador.

El concepto de automatización lleva implícita la supresión total o parcial de la intervención humana en la ejecución de diversas tareas, industriales, agrícolas, domésticas, administrativas o científicas. Se aplica la automatización tanto a las tareas más sencillas, tales como la regulación de la temperatura de un horno o el mando secuencial de una máquina herramienta, como a las más complejas, tales como la dirección mediante ordenador de una unidad química o la gestión automatizada de un establecimiento bancario.

La automatización en el contexto histórico más reciente, no solamente está relacionada con el proceso mismo, sino también con la distribución de los productos fabricados o con la prestación de servicios. Forma parte integrante de la concepción y de la gestión de los grandes complejos industriales, administrativos y comerciales. La automatización constituye, particularmente, uno de los factores de aumento de la productividad y de mejora de la calidad.

Los principales componentes de la automatización son los transductores y los captadores de información, los preaccionadores (relés, contactores etc.) y accionadores (motores, órganos desplazamiento lineal etc.), así como los órganos de tratamiento de la información, en particular los ordenadores y en general

los sistemas basados en el microprocesador. Su naturaleza depende de la del sistema contemplado, automatismo secuencial o servosistema.

2.7.5 Modelo estructural de un Sistema Automatizado

La estructura de un Sistema Automatizado puede clasificarse en dos partes claramente diferenciadas: por un lado lo que denominaremos Parte Operativa, formada por un conjunto de dispositivos, máquinas o subprocesos, diseñados para la realización de determinadas funciones de fabricación; de forma específica pueden tratarse de máquinas herramienta para la realización de operaciones de mecanizado más o menos sofisticadas o bien de subprocesos dedicados a tareas tales como destilación, fundición etc. Por otro lado tenemos la Parte de Control o Mando, que, independientemente de su implementación tecnológica electrónica, neumática, hidráulica etc., es el dispositivo encargado de realizar la coordinación de las distintas operaciones encaminadas a mantener a la Parte Operativa bajo control.

El sometimiento de la Parte Operativa se logra mediante el mantenimiento continuo de un intercambio de información entre la primera y la Parte de Control o mando. Dicho intercambio se establece a través de los captadores binarios, transductores analógicos y digitales y los dispositivos de preaccionamiento. A partir de los dos primeros se recoge información de los valores de las magnitudes físicas a controlar, así como de sus cambios de estado, enviando dicha información a la Parte de Control para su tratamiento.

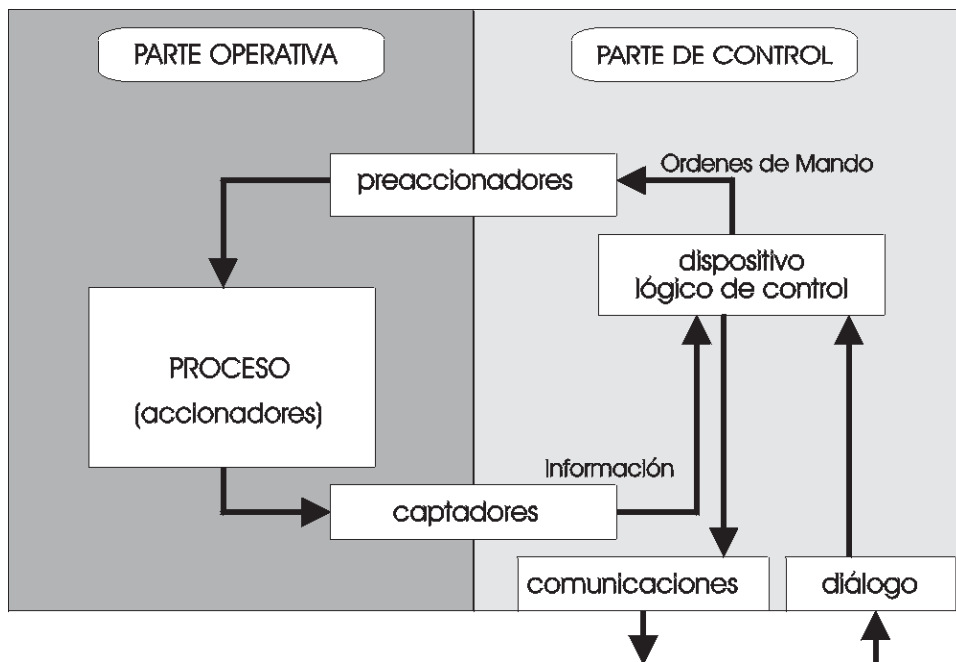


Figura 1.2. Modelo estructural de un sistema automatizado[29]

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

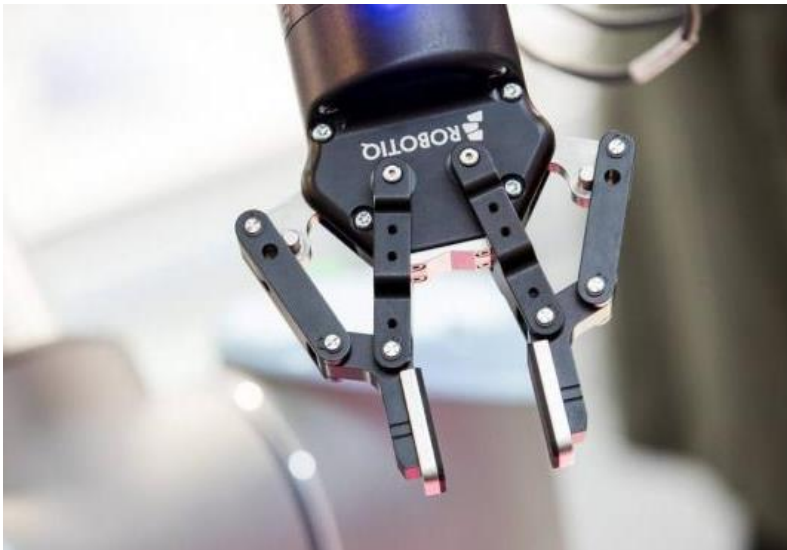
Uno de los objetivos deseables es que el automatismo sea capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y también que, frente a imponderables, tenga como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten en la situación más favorable.

Sin embargo, desde los años 60, debido a la alta competitividad empresarial y a la internacionalización creciente de los mercados, estos objetivos han sido ampliamente incrementados. Como consecuencia de un entorno competitivo, cualquier empresa se ve sometida a la necesidad de acometer grandes y rápidos procesos de cambio en búsqueda de su adecuación a las demandas de mercado, neutralización de los avances de su competencia o simplemente como maniobra de cambio de estrategia al verse acortado el ciclo de vida de alguno de sus productos.

La aparición de la microelectrónica y el computador ha tenido como consecuencia el que sean posibles mayores niveles de integración entre el sistema productivo y los centros de decisión y política empresarial, permitiendo que la producción pueda ser contemplada como un flujo de material a través del Sistema Productivo que interacciona con todas las áreas de la empresa.

2.8 AUTOMATIZACION EN COLOMBIA

2.8.1 AUTOMATIZACIÓN: UNA NECESIDAD PARA COLOMBIA



ISA Colombia revela que el país cuenta con una base industrial que se ha convertido en líder de la automatización de grandes plantas de producción en el ámbito regional.

Existen diferentes retos que evidencian que estamos frente a una nueva revolución en la tecnología.

(Foto: Archivo /VANGUARDIA LIBERAL)

Introducir modelos de automatización en los procesos industriales se ha convertido, con el transcurrir del tiempo, en un paso imprescindible para la evolución de los sectores de la economía del mundo, y en este escenario Colombia no es la excepción.

2.8.2 Colombia no puede perder terreno

José Luis Villa, presidente de ISA Colombia, afirma que existen diferentes retos que evidencian que estamos frente a una nueva revolución en la tecnología de automatización como lo es la industria 4.0. Por ello, asegura que debemos aprovechar este escenario para poder incidir positiva y lo suficientemente rápido en nuestras compañías.

No hacerlo nos llevaría a dar ventajas frente a otros países y vivir un nuevo receso en la industria del país por falta de competitividad. Por consiguiente, los próximos 14, 15 y 16 de junio se realizará en Col ferias la VI edición de Automatiza, la plataforma especializada donde expertos nacionales e internacionales darán a conocer las nuevas tecnologías de las industrias colombianas del sector. Sin duda este será un espacio en el que se presentarán los procesos de automatización industrial, instrumentación e inteligencia de planta y seguridad, o safety & security, que permiten mejorar la producción, ingeniería y gestión de las industrias de la región. [31]

2.8.3 La optimización lleva al ahorro

Actualmente, Colombia cuenta con una base industrial en el ámbito regional que se ha convertido, según Villa, en líder de automatización de grandes plantas de producción. Así lo revela el aumento de productividad en sectores como el petroquímica-plástico, farmacéutico, alimentos y bebidas, los cuales se encuentran como referentes en el crecimiento de sus plantas.

Sin embargo, el dirigente gremial recalca a su vez que aún existe un peso importante de pequeñas y medianas empresas que deben avanzar en la implementación de sistemas de automatización en sus procesos, así como sectores económicos como el de la agricultura que debe realizar un esfuerzo por salir de rezagos.

Así mismo, Villa precisó que en materia de precios vs productividad, los números varían dependiendo del tipo, tamaño y sector de industria, sin embargo, los estudios muestran que las empresas que implementan procesos serios de automatización logran ahorros

reales entre el 8 % y 35 %, los cuales están representados en la disminución de consumos energéticos, reducción de productos rechazados o reprocesados y atención de reclamos.[31]

2.8.4 COLOMBIA LIDERA PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN EN LA REGIÓN

Colombia, el segundo país de Suramérica con mayor inversión extranjera después de Brasil, se ha convertido en líder regional en la aplicación de procesos de automatización industrial.



Archivo Portafolio.co

COLOMBIA NECESITA FORTALECER SU INDUSTRIA POR LOS TLC FIRMADOS.

POR: Carlos Hugo Pedreros, director en Colombia de International Society of Automation (ISA), uno de los organizadores de esta feria especializada, indicó que "la industria nacional ha invertido en modernización, lo que significa que se está automatizando para competir de manera eficaz en los mercados internacionales". Prueba de que la industria colombiana está a la vanguardia en Latinoamérica es que "el producto interno bruto sobrepasó al de Argentina", convirtiendo a la nación andina en la segunda economía de Suramérica tras Brasil, explicó Pedreros.[32]

2.8.5 Sin marcha atrás: La automatización será una realidad en Colombia en 2020

Para el año 2020 se proyecta que el grado de automatización en el sector empresarial colombiano será de entre el 25% al 30%, lo cual implica un enorme reto en materia de apropiación de la tecnología y mejoramiento de las competencias de los empleados.

Un reciente estudio de la firma de consultoría Manpower Group puso en evidencia que el 45% de los trabajos que actualmente ejercen las personas podrían ser reemplazados por la tecnología actual.

Es así que códigos de software, macros multifuncionales y programas que reemplazan tareas repetitivas realizadas por los humanos y que se basan en reglas, serán los protagonistas.

Esto debido a que podrán encargarse de realizar tareas cotidianas como ingresar a aplicaciones empresariales, hacer cálculos, extraer datos estructurados de documentos, recopilar estadísticas de medios sociales, entre otras.[33]

Lo invitamos a leer: Farmacia del nuevo hospital de Santander estará controlada por robots.

Procesos en los cuales tendrá mayor presencia robótica



Cifras de la investigación mundial 'Deloitte Global Shared Services Survey', 2015. [33]

En este escenario, el gran desafío es “desarrollar las capacidades en las personas para que puedan concentrarse en tareas de análisis” y “dejar que los robots se encarguen de remplazar tareas muy operativas”. Así lo explicó en una entrevista concedida a Dinero la socia líder de Estrategia y Operaciones de Deloitte, Beatriz Dager, quien considera que la industria manufacturera ha sido una de las más activas en materia de automatización en Colombia. “En términos de madurez, Colombia se sitúa en una etapa temprana de automatización vía robots”, precisó Dager, al destacar los esfuerzos que se han realizado a nivel local para sacar este tema adelante.

La automatización es el norte de los negocios, Según una encuesta aplicada por Deloitte a nivel global, los ejecutivos indican que su principal prioridad ahora y en los próximos años es la mejora continua del proceso y el incremento de los niveles de automatización. Justamente el 30% de ellos consideran como la prioridad tecnológica la automatización de procesos frente a implementar software analítico y computación en la nube.

A sí mismo, un 38% planean utilizar tecnologías emergentes como la computación en nube y 13% la automatización robótica de procesos, de acuerdo al informe presentado por la consultora.[33]

La automatización ofrece varias ventajas: además del ahorro de tiempo, suele favorecer la precisión en el desarrollo de tareas. Como aspecto negativo, al menos en el plano social, las máquinas que realizan estos trabajos pueden reemplazar a personas que, de este modo, pierden el empleo.

Es importante destacar, de todas maneras, que la automatización siempre requiere algún tipo de control o supervisión por parte del ser humano. Además de la observación directa y del contacto físico con las máquinas, es habitual que se usen programas informáticos para esta labor.[27]

2.9 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Automatización, es el uso de sistemas de control y de tecnología informática para reducir la necesidad de la intervención humana en un proceso. En el enfoque de la industria, automatización es el paso más allá de la mecanización en donde los procesos industriales son asistidos por maquinas o sistemas mecánicos que reemplazan las funciones que antes eran realizada por animales. Mientras en la mecanización los operadores son asistidos con maquinaria a través de su propia fuerza y de su intervención directa, en la automatización se reduce de gran manera la necesidad mental y sensorial del operador.[34]

2.9.1 Objetivos de la automatización industrial:

Dentro del campo de la producción industrial, desde los inicios de la era industrial hasta la actualidad, la automatización ha pasado de ser una herramienta de trabajo deseable a una herramienta indispensable para competir en el mercado globalizado. Ningún empresario puede omitir la automatización de sus procesos para aumentar la calidad de sus productos, reducir los tiempos de producción, realizar tareas complejas, reducir los desperdicios o las piezas mal fabricado y especialmente aumentar la rentabilidad. El autor, experto en el tema, presentó a los estudiantes de ingeniería de la Universidad Rafael Landívar los principales aspectos que el control y automatización de procesos conlleva

enfaticando en la posibilidad de realizar investigación aplicada en cada uno de los diversos campos que esta disciplina incluye.[35]

Integrar varios aspectos de las operaciones de manufactura para:

Mejorar la calidad y uniformidad del producto

Minimizar el esfuerzo y los tiempos de producción.

Mejorar la productividad reduciendo los costos de manufactura mediante un mejor control de la producción.

Mejorar la calidad mediante procesos repetitivos.

Reducir la intervención humana, el aburrimiento y posibilidad de error humano.

Reducir el daño en las piezas que resultaría del manejo manual.

Aumentar la seguridad para el personal.

Ahorrar área en la planta haciendo más eficiente.

El arreglo de las máquinas.

El flujo de material.

Para la automatización de procesos, se desarrollaron máquinas operadas con Controles Programables (PLC), actualmente de gran ampliación en industrias como la textil y la alimentación.

Para la información de las etapas de diseño y control de la producción se desarrollaron programas de computación para el dibujo (CAD), para el diseño (CADICAE), para la manufactura CAM, para el manejo de proyectos, para la planeación de requerimientos, para la programación de la producción, para el control de calidad, etc.

La inserción de tecnologías de la información producción industrial de los países desarrollados ha conocido un ritmo de crecimiento cada vez más elevado en los últimos años. Por ejemplo, la Información amplia enormemente la capacidad de controlar la producción con máquinas de control computarizado y permite avanzar hacia mayores y más complejos sistemas de automatización, unas de cuyas expresiones más sofisticadas y más ahorradoras de trabajo humano directo son los robots, los sistemas flexibles de producción y los sistemas de automatización integrada de la producción (computer integrad manufacturing CIM).

Aunque es evidente que la automatización sustituye a un alto porcentaje de la fuerza laboral no calificada, reduciendo la participación de los salarios en total de costos de

producción, las principales razones para automatizar no incluye necesariamente la reducción del costo del trabajo.

Por otra parte, la automatización electromecánica tradicional ya ha reducido significativamente la participación de este costo en los costos de producción. Actualmente en Estados Unidos la participación típica del trabajo directo en el costo de la producción Industrial es de 10 % o 15 % y en algunos productos de 5 %. Por otra parte, existen otros costos, cuya reducción es lo que provee verdadera competitividad a la empresa.

Entre estos costos está trabajo indirecto, administración control de calidad compras de insumos, flujos de información, demoras de proveedores, tiempos muertos por falta de flexibilidad y adaptabilidad etc. Estos son los costos que pueden ser reducidos por las nuevas tecnologías de automatización al permitir mayor continuidad, Intensidad y control Integrado del proceso de producción, mejor calidad del producto y reducción significativa de errores y rechazos, y a la mayor flexibilidad y adaptabilidad de la producción a medida y en pequeños lotes o pequeñas escalas de producción.

La automatización en los procesos Industriales, se basa en la capacidad para controlar la información necesaria en el proceso productivo, mediante la ex aple de mecanismos de medición y evaluación de las normas de producción. A través de diversos instrumentos controlados por la información suministrada por la computadora, se regula el funcionamiento de las máquinas u otros elementos que operan el proceso productivo.[36]

2.9.2 Funcionamiento:

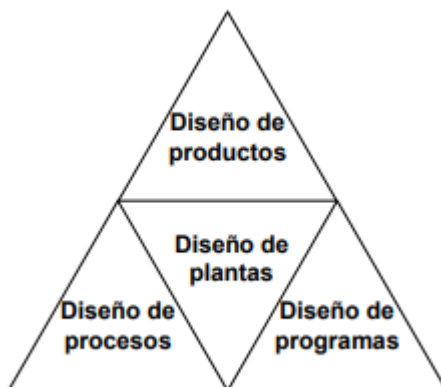
Mediante la utilización de captadores o sensores (que son esencialmente instrumentos de medición, como termómetros o barómetros), se recibe la información sobre el funcionamiento de las variables que deben ser controladas (temperatura, presión, velocidad, espesor o cualquier otra que pueda cuantificarse), esta información se convierte en una señal, que es comparada por medio de la computadora con la norma, consigna, o valor deseado para determinada variable. Si esta señal no concuerda con la norma de Inmediato se genere una señal de control (que es esencialmente una nueva Instrucción), por la que se acciona un actuador o ejecutante (que generalmente son válvulas y motores), el que convierte la señal de control en una acción sobre el proceso de producción capaz de alterar la señal original imprimiéndole el valor o la dirección deseada.

En la práctica, la automatización de la industria alcanza diferentes niveles y grados ya que la posibilidad concreta de su implementación en los procesos de fabricación industrial

varía considerablemente según se trate de procesos de producción continua o en serie. En efecto, en el primer caso, el conducto es el resultado de una serie de operaciones secuenciales, predeterminadas en su orden, poco numerosas, y que requieren su Integración en un flujo continuo de producción. Los principales aportes de la microelectrónica a este tipo de automatización son los mecanismos de control de las diversas fases o etapas productivas y la creciente capacidad de control integrado de todo el proceso productivo.[36]

2.9.3 Sistema de automatization

Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch. Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad. Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles. Finalmente, los procesos batch son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como por ejemplo la fabricación de productos farmacéuticos o la producción de cerveza.[26]



El concepto de proceso está claramente relacionado con los conceptos de productos, programas, así como con la planificación de plantas, tal como muestra la figura. La estructura organizativa de la empresa debe contar con una clara relación entre estos conceptos, y para ello el ciclo de diseño está basado en la idea de ingeniería concurrente en la que diversos equipos desarrollan de forma coordinada cada uno de los diseños. En concreto es relevante centrarse en qué se va a producir, como y cuando se fabricarán los

productos, qué cantidad de producto debe fabricarse, así como especificar el tiempo empleado y el lugar en que se llevarán a cabo dichas operaciones.

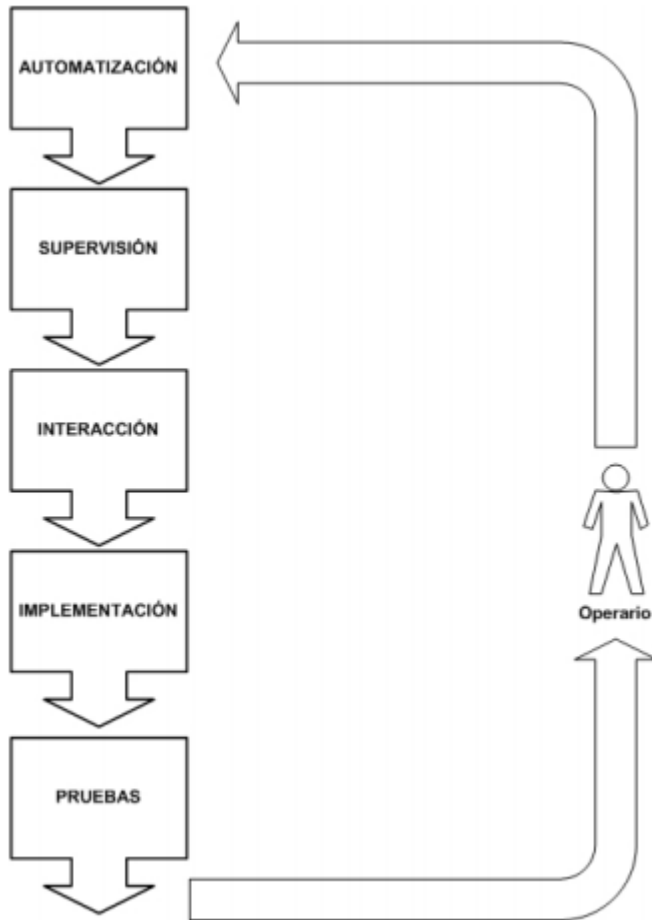
Diseño y automatización industrial resolver en este tipo de industria es la planificación y gestión de la producción: asignación de tareas a máquinas, diseño del layout de la planta, sistemas flexibles que fabriquen diversos productos, políticas de planificación cercanas a la optimización, etc. En cuanto a la industria de procesos (continuous manufacturing), existen fábricas de productos de naturaleza más o menos continua, como la industria petroquímica, cementera, de la alimentación, farmacéutica, etc.

No hay que olvidar que las industrias tanto la manufacturera como la de procesos realizan grandes esfuerzos en la optimización del proceso. Estos factores -mejora de la calidad del producto y disminución de costes en la producción- son los condicionantes fundamentales en estas industrias, y en este sentido la automatización industrial contribuye decisivamente desde que a finales de la década de los años setenta apareció el microprocesador, núcleo de los controladores comerciales presentes en el mercado como los autómatas programables, los controles numéricos y los armarios de control de robots manipuladores industriales.[26]

2.9.4 Fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización

Existen complejos procesos de automatización que requieren de la colaboración entre los diversos departamentos de una empresa (gestión, logística, automatización, distribución, etc.). En esta sección se enfoca el problema en concreto en la parte de automatización, desde el punto de vista del trabajo que debe realizar el ingeniero/ingeniera técnica. El marco metodológico consta de las fases siguientes, que el operario debe realizar:

- Automatización
- Supervisión
- Interacción
- Implementación – Prueba



En el caso de llevar a la práctica un proyecto de automatización, es necesario seguir las fases de la metodología presentada, así como indicar el tipo de operario o grupo de ellos encargados de llevar a cabo las fases por separado o el conjunto de ellas.

La figura ilustra la secuencia ordenada de fases. Es decir, si la metodología quiere llevarse a la práctica hay que seguir paso a paso el método de forma secuencial. Cabe destacar el rol del operario en este esquema. El operario lleva a cabo cada una de las fases; hace la transición entre una fase y la siguiente, y, finalmente, se encarga de proceder a una iteración para rehacer el primer ciclo para introducir mejoras.

2.10 TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Clasificación atendiendo al nivel de especialización.[37]

- Fija

Utiliza equipos específicamente diseñados para resolver un proceso determinado. El objetivo es obtener la máxima eficiencia. Los procesos en los que se emplea tienen las siguientes características:

- Producción alta
- Poca diversidad de productos. Poca flexible para variar producción.
- Etapas fijas
- Gran inversión inicial en equipos a medida
- El alto coste se reparte en la gran cantidad de unidades fabricadas.

Ejemplos: Líneas de mecanizado, máquinas de ensamblaje automático.

- **Programable**

Utiliza los mismos equipos para diferentes sistemas de producción con el objetivo de abaratar costes y proporcionar mayor flexibilidad en el tipo de producción. Los procesos en los que se emplea tienen las siguientes características:

- El equipo tiene la capacidad de cambiar la secuencia de operación mediante programa para adaptarse a variaciones del producto.
- Equipos de propósito general
- Producción baja media
- Posibilidad de gran variedad de productos.
- Inversión en equipos de propósito general.

En el caso en el que sea necesario realizar pequeñas modificaciones en la cadena de producción hay que tener en cuenta (realizados al finalizar la fabricación del lote actual):

- Reprogramación de robots, máquinas de control numérico, autómatas programables, etc.
- Modificación física de las herramientas.

Ejemplos: Robots industriales, Control numérico, PLCs, relés programables.

- **Flexible**

Término medio entre las anteriores. Permite reconfiguraciones para variar la producción. Cierta nivel de parametrización. Los procesos en los que se emplea tienen las siguientes características:

- Equipos de propósito general más específicos o sofisticados que la anterior
- Producciones medias
- Alta inversión en equipos a medida.

- Producción continua de mezclas variables de productos.
- Flexibilidad para acomodar variaciones en el diseño del producto.

2.11 PIRAMIDE DE LA AUTOMATIZACION

La automatización industrial es una disciplina de la ingeniería encargada de controlar máquinas o procesos industriales de forma óptima, mejorando la calidad del producto y su productividad. Los sistemas de automatización pueden ser divididos en distintos niveles, conformando la pirámide de la automatización.[38]



Estos niveles son:

Nivel de campo:

Es el nivel inferior donde podemos encontrar actuadores lineales o rotativos, válvula de proceso, sensores, motores eléctricos, etc.

Nivel de control:

En este nivel están los distintos dispositivos de control y monitoreo, tales como PLC, HMI, variadores de frecuencia, servo drive, etc. Este nivel se encarga de monitorear y controlar todos los dispositivos del campo.

Nivele de supervisión:

Es el encargado de controlar la interacción entre los distintos dispositivos ubicados en el nivel de control. De esta forma, se puede controlar y monitorear diferentes procesos al mismo tiempo. Incluye PLC's maestros y sistemas SCADA.

Nivel de gestión:

Este es el nivel más alto y es el que se encarga de controlar toda la planta. En este nivel también se puede vincular nuestra planta con sistemas de control y monitoreo externos. Contiene PC's industriales.

Los niveles de la pirámide de automatización se vinculan entre sí por medio de distintos lenguajes de comunicación, conocidos como "protocolos de comunicación". Entre los distintos niveles de la pirámide hallamos distintos protocolos acordes a las necesidades (cantidad de datos a enviar y la velocidad con la que se envían estos datos).

Los protocolos más utilizados en la industria son: Profibus DP, Devicenet, Modbus, Can Open, AS-i, Ethernet/IP, Modbus TCP/IP. Con esta organización estructural se pueden controlar y monitorear desde pequeños automatismo hasta procesos de grandes envergaduras, consiguiendo reducir los tiempos de mantenimiento y optimizar los niveles de productividad.

Con más de cinco décadas de investigación y desarrollo aplicadas a la automatización y control de procesos industriales, MICRO cuenta con una vasta experiencia en brindar soluciones integrales para mejorar la eficiencia de los procesos Productivos de todo tipo de industria. MICRO propone una oferta completa de componentes neumáticos, equipamientos para manipulación de carga, cursos de capacitación profesional, soporte técnico, elaboración de proyectos; sistemas, soluciones a medida y una línea amplia de electrónica industrial, la cual se constituye de:

- > Variadores de frecuencia
- > Servomotores y Drive
- > PLC (controladores lógicos programables)
- > Módulos de comunicaron remota
- > HMI (Interfaz hombre máquina)
- > Fuentes de alimentación
- > Sensores

2.11.1 Justificación:

La automatización no siempre justifica la implementación de sistemas de automatización, pero existen ciertas señales indicadoras que justifican y hacen necesario la implementación de estos sistemas, los indicadores principales son los siguientes:

Requerimientos de un aumento en la producción

Requerimientos de una mejora en la calidad de los productos

Necesidad de bajar los costos de producción

Escasez de energía

Encarecimiento de la materia prima

Necesidad de protección ambiental

Necesidad de brindar seguridad al personal

Desarrollo de nuevas tecnologías

La automatización solo es viable si al evaluar los beneficios económicos y sociales de las mejoras que se podrían obtener al automatizar, estas son mayores a los costos de operación y mantenimiento del sistema.

2.11.2 Ventajas:

La automatización de un proceso frente al control manual del mismo proceso brinda ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico:

Se asegura una mejora en la calidad del trabajo del operador y en el desarrollo del proceso, esta dependerá de la eficiencia del sistema implementado.

- Se obtiene una reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo y dinero dedicado al mantenimiento.
- Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos (fabricación flexible y multifabricación).
- Se obtiene un conocimiento más detallado del proceso, mediante la recopilación de información y datos estadísticos del proceso.
- Se obtiene un mejor conocimiento del funcionamiento de los equipos y máquinas que intervienen en el proceso.
- Factibilidad técnica en procesos y en operación de equipos.
- Factibilidad para la implementación de funciones de análisis, optimización y autodiagnóstico.
- Aumento en el rendimiento de los equipos y facilidad para incorporar nuevos equipos y sistemas de información.
- Disminución de la contaminación y daño ambiental.

- Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.
- Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.

2.11.3 Elementos de una Instalación Automatizada:

- **MAQUINAS:** Son los equipos mecánicos que realizan los procesos, traslados, transformaciones, etc. de los productos o materia prima.
- **ACCIONADORES:** Son equipos acoplados a las máquinas, y que permiten realizar movimientos, calentamiento, ensamblaje, embalaje. Pueden ser:
 - **Accionadores eléctricos:** Usan la energía eléctrica, son por ejemplo, electro válvulas, motores, resistencias, cabezas de soldadura, etc.
 - **Accionadores neumáticos:** Usan la energía del aire comprimido, son por ejemplo, cilindros, válvulas, etc.
 - **Accionadores hidráulicos:** Usan la energía de la presión del agua, se usan para controlar velocidades lentas pero precisas.
- **PRE ACCIONADORES:** Se usan para comandar y activar los accionadores. Por ejemplo, contactores, switches, variadores de velocidad, distribuidores neumáticos, etc.
- **CAPTADORES:** Son los sensores y transmisores, encargados de captar las señales necesarias para conocer el estados del proceso, y luego enviarlas a la unidad de control.
- **INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA:** Permite la comunicación entre el operario y el proceso, puede ser una interfaz gráfica de computadora, pulsadores, teclados, visualizadores, etc.
- **ELEMENTOS DE MANDO:** Son los elementos de cálculo y control que gobiernan el proceso, se denominan autómeta, y conforman la unidad de control.

Los sistemas automatizados se conforman de dos partes: parte de mando y parte operativa:

- **PARTE DE MANDO:** Es la estación central de control o autómeta. Es el elemento principal del sistema, encargado de la supervisión, manejo, corrección de errores, comunicación, etc.

- **PARTE OPERATIVA:** Es la parte que actúa directamente sobre la máquina, son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice las acciones. Son por ejemplo, los motores, cilindros, compresoras, bombas, relés, etc.[36]

3 Capitulo II

PLC'S (ALLEN BRADLEY MICROLOGIX 1000)

Introducción a los PLC`s

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactares y relees. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico. En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas.

Los PLC se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relees y contactores. Bedford Associates propuso algo denominado Controlador Digital Modular (MODICON, Modular Digital Controller) a un gran fabricante de coches.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería un estricto mantenimiento planificado. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento. Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. Finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.[39]

3.1 Conceptos básicos. Definiciones

3.1.1 ¿Qué es un PLC?

Según lo define la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos un PLC – Programable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos.[40]

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), se trata de una computadora, utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. Sin embargo, la definición más precisa de estos dispositivos es la dada por la NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) que dice que un PLC es:

“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”[41]

3.2 BREVE HISTORIA DE LOS PLCs.

Desde el comienzo de la industrialización, el hombre ha buscado cómo hacer que los trabajos se realizasen de la forma más ágil y menos tediosa para el operador en cuestión. Los PLCs han sido un mecanismo clave en este proceso puesto que permiten, entre otras cosas, que ciertas tareas se realicen de forma más rápida y que el hombre evite su aparición en trabajos peligrosos tanto como para él, como para su entorno más próximo.

De este modo, hoy en día estamos rodeados de estos mecanismos que, rebasando la frontera de lo industrial, pueden encontrarse en semáforos; gestión de iluminación en parques, jardines y escaparates; control de puertas automáticas; e incluso en el control de dispositivos del hogar como ventanas, toldos, climatización, etc. El desarrollo de los PLCs fue dirigido originalmente por los requerimientos de los fabricantes de automóviles. Estos cambiaban constantemente los sistemas de control en sus líneas de producción de modo que necesitaban un modo más económico para realizarlo puesto que, en el pasado, esto requería un extenso re-alambrado de bancos de relevadores (procedimiento muy costoso). De este modo, a finales de los años 60, la industria necesitaba cada vez más un sistema de control económico, robusto, flexible y fácilmente modificable.

Así, en 1968 Los nuevos controladores debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento, su tiempo de vida debía ser largo y los cambios de programa Controladores Lógicos Programables (PLCs) ESTRUCTURA GENERAL, COMPONENTES. TIPOS DE PLCs. FUNCIONAMIENTO 6 tenían que realizarse de forma sencilla. También se imponía que pudiera trabajar sin problemas en entornos adversos.

Para ello se utilizó una técnica de programación familiar y se reemplazó el uso de relevadores mecánicos por otros de estado sólido.

A principios de los 70, los PLC ya incorporaban el microprocesador. En 1973 aparecieron los PLCs con la capacidad de comunicación - Modbus de MODICON. De este modo, los PLCs eran capaces de intercambiar información entre ellos y podían situarse lejos de los procesadores y los objetos que iban a controlar. Así se incorporaron también más prestaciones como manipulación de datos, cálculos matemáticos, elementos de comunicación hombre-máquina, etc.

A mediados de los años 70 – apareció la tecnología PLC, basada en microprocesadores bit-slice (ej. AMD 2901/2903). Los principales productores de PLCs en esos tiempos se convirtieron en compañías como: Allen-Bradley, Siemens, Festo, Fanuc, Honeywell, Philips, Telemecanique, General Electric etc. Además, se realizaron mejoras como el aumento de su memoria; la posibilidad de tener entradas/salidas remotas tanto analógicas como numéricas, funciones de control de posicionamiento; aparición de lenguajes con mayor número de funciones y más potentes; y el aumento del desarrollo de las comunicaciones con periféricos y ordenadores. Por ese entonces, las tecnologías dominantes de estos dispositivos eran máquina de estados secuenciales y con CPUs basadas en el desplazamiento de bit. Los PLC más populares fueron los AMD 2901 y 2903 por parte de Modicon.

Los microprocesadores convencionales aportaron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLCs. Así, por cada modelo de microprocesador, existía un modelo de PLC basado en el mismo, aunque fue el 2903 uno de los más utilizados.

Sin embargo, esta falta de estandarización generó una gran variedad de incompatibilidades en la comunicación debido a la existencia de un maremágnum de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre sí. Fue en los años 80 cuando se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motors. Se consiguió también reducir las dimensiones de los PLC y se pasó a programar con una programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los terminales clásicos de programación. De hecho, hoy en día, el PLC más pequeño es del tamaño de un simple relevador. Así, en la década de los 80 se mejoraron las prestaciones de los PLCs referidas a: velocidad de respuesta, reducción de las dimensiones, concentración del número de entradas/salidas en los respectivos módulos, Controladores Lógicos Programables (PLCs) ESTRUCTURA

GENERAL, COMPONENTES. TIPOS DE PLCs. FUNCIONAMIENTO 7 desarrollo de módulos de control continuo, PID, servo controladores, control inteligente y fuzzy. [41]

Los años 90 mostraron una reducción gradual en el número de protocolos nuevos y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que lograron sobrevivir a los años 80. El último estándar, IEC 1131-3, trata de unificar el sistema de programación de todos los PLC en un único estándar internacional. Hoy en día disponemos de PLCs que pueden ser programados en diagramas de bloques, listas de instrucciones o incluso texto estructurado al mismo tiempo. Sin embargo, los ordenadores comenzaron a reemplazar al PLC en algunas aplicaciones e incluso la compañía que introdujo el Modicon 084 ha cambiado su control en base a un ordenador. Cabe esperar que, en un futuro no muy lejano, el PLC desaparezca al disponer de ordenadores cada vez más potentes y todas las posibilidades que estos pueden proporcionar. Hoy en día, la tendencia actual es dotar al PLC de funciones específicas de control y canales de comunicación para que pueda conectarse entre sí y con ordenadores en red, creando así una red de autómatas. A continuación puede verse un diagrama con la historia de estos dispositivos:

3.2.1 HISTORIA DE LOS PLC'S (DIAGRAMA)

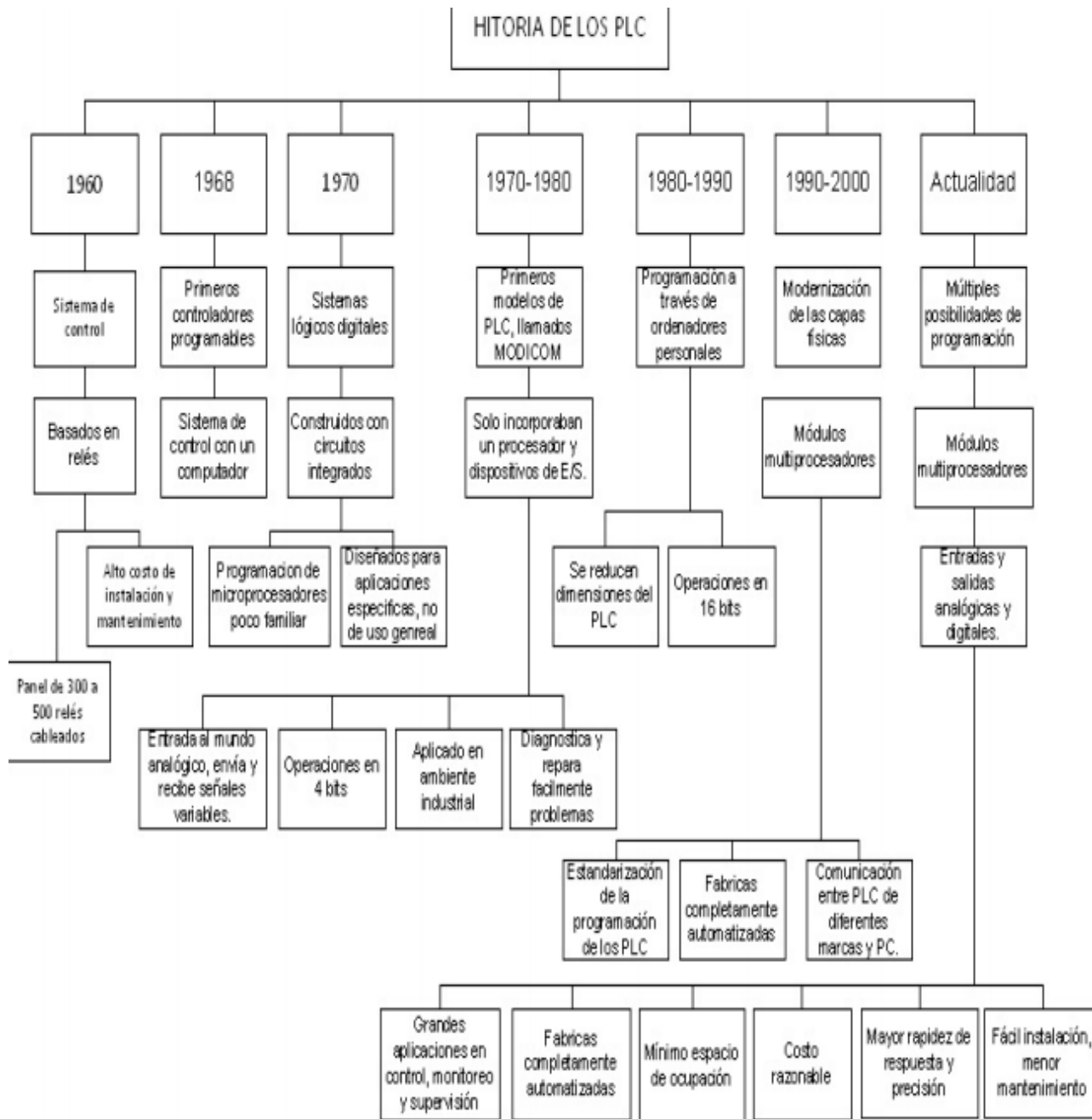


Figura [41]

3.3 Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo, para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control y señalización. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, o control de instalaciones, entre otras.[40]

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficacia se aprecie principalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

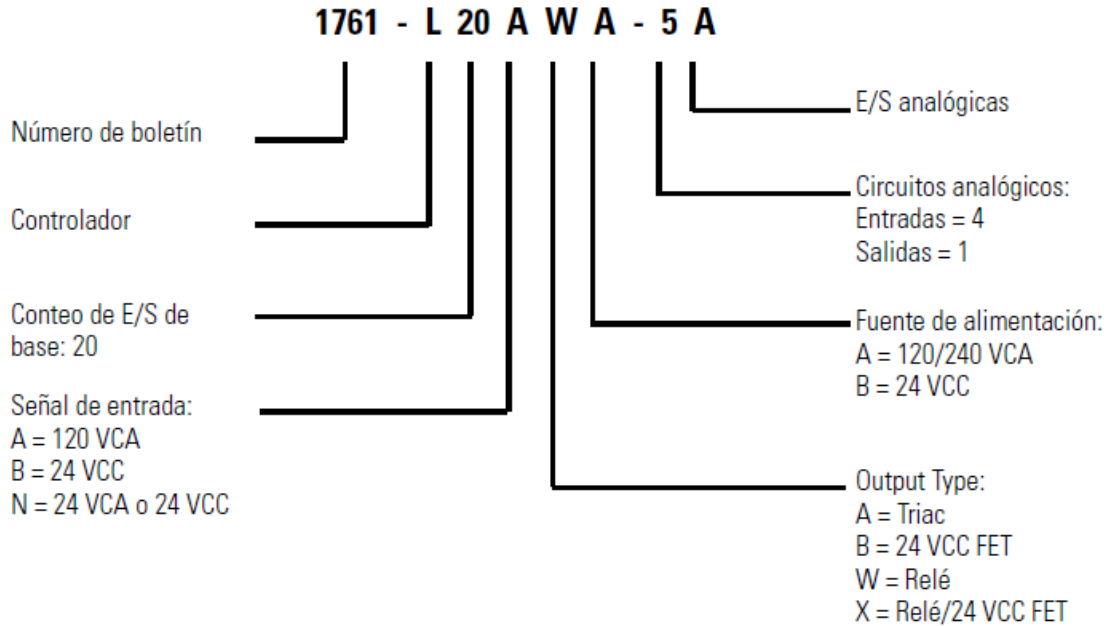
- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones: instalación de aire acondicionado, calefacción
- Instalaciones de seguridad
- Señalización y control

3.4 PLC MARCA ALLEN BRADLEY 1761-L32BWB – 5A

3.4.1 INFORMACION SOBRE NUMERO DE CATALOGO



3.4.2 CARACTERISTICAS

El PLC que se utiliza en este proyecto es el ALLEN BRADLEY MICROLOGIX 1000 con numero de catálogo **1761 – L32BWB – 5A** serie E. Esto nos dice que es un PLC CON UN CONTEO DE E/S de 32 (20 entradas y 12 salidas), señal de entrada y fuente de alimentación de 24VCC y todas sus salidas son a RELÉ.

3.4.3 FAMILIA DE CONTROLADORES MICROLOGIX ALLEN BRADLEY[42]

Boletín	1761	1763	1762	1766	1764-LSP, 1764-LRP	
Tipo	MicroLogix 1000	MicroLogix 1100	MicroLogix 1200	MicroLogix 1400	MicroLogix 1500	
Memoria						
Programa de usuario/ espacio de datos	1 K	4K / 4K configurable	4 K / 2 K configurable	10 K / 10 K configurable	3.6 K / 4 K configurable	10 K / 4 K configurable
Registro de datos / almacenamiento de recetas	—	Registro de datos: hasta 128 kB * Receta: hasta 64 kB	—	Registro de datos: hasta 128 kB * Receta: hasta 64 kB	Receta: Memoria de programa de usuario	48 kB
Copia de seguridad EEPROM	—	—	✓	—	—	
Batería de respaldo	—	✓	—	✓	✓	
Módulo de memoria de respaldo	Sólo mediante programador de mano	✓	✓	✓	✓	
E/S discretas						
Incorporadas	Hasta 32	16	Hasta 40	32	Hasta 28	
Máximo con expansión local	—	Hasta 80	Hasta 136	Hasta 144	Hasta 540	
E/S distribuidas	—	—	—	—	Usando el 1769 SDN	
Funcionalidad adicional						
Analógica	5 incorporadas	2 incorporadas, hasta 16 de expansión	Hasta 24 de expansión	6 incorporadas, hasta 28 de expansión	Hasta 128 de expansión	
Potenciómetros de ajuste	—	2 digitales	2	2 digitales	2	
PID	—	✓	✓	✓	✓	
Contador de alta velocidad (entradas de 24 VCC)	1 a 6,6 kHz	1 a 40 kHz	1 a 20 kHz	hasta 6 a 100 kHz	2 a 20 kHz	
Reloj en tiempo real	—	✓	✓	✓	✓	
Movimiento simple: modulación de impulsos en anchura/salida de tren de pulsos	—	2 a 40 kHz (versión FET CC)	1 a 20 kHz (versión FET CC)	3 a 40 kHz PWM / 100 kHz PTO (versión FET CC)	2 a 20 kHz (versión FET CC)	
Servocontrol de un eje	—	A través de PTO. inc. (FET)	A través de PTO. inc. (FET)	A través de PTO. inc. (FET)	A través de PTO incorporado (FET)	
Herramienta de acceso a datos	—	Pantalla de cristal líquido incorporada	—	Pantalla de cristal líquido incorporada	✓	
Matemática de punto flotante (coma flotante)	—	✓	✓	✓	✓	
Software de programación						
RSLogix 500 y RSLogix Micro	✓	✓	✓	✓	✓	
Comunicaciones						
Edición en línea	—	✓	—	✓	—	
Puertos RS-232	(1) – Mini DIN de 8 pines	(1) – Mini DIN de 8 pines (combinación con puerto RS-485)	(1) – Mini DIN de 8 pines (1) – Mini DIN de 8 pines (R)	(1) – Conector D de 9 pines (no aislado) (1) – Mini DIN de 8 pines (aislado- combinado con puerto RS485)	(1) – Mini DIN de 8 pines	(1) – Mini DIN de 8 pines y (1) – conector D de 9 pines aislado
Puertos RS-485	—	(1) – Mini DIN de 8 pines (combinación con puerto RS-232)	—	1) – Mini DIN de 8 pines (aislado- combinado con puerto RS232)	—	
DeviceNet, dispositivos similares/esclavos	con 1761-NET-DNI	con 1761-NET-DNI	con 1761-NET-DNI	con 1761-NET-DNI	con 1761-NET-DNI	
Escáner DeviceNet	—	—	—	—	con 1769-SDN	
Ethernet	con 1761-NET-ENI	Incorporadas y con 1761-NET-ENI	con 1761-NET-ENI	Incorporado y con 1761-NET-ENI	con 1761-NET-ENI	
DH-485	con 1761-NET-AIC	Directamente desde el puerto combinado usando el 1763-NC01	con 1761-NET-AIC	Directamente desde puerto combinado usando 1763-NC01	con 1761-NET-AIC	
DF1 Half-Duplex Maestro/esclavo, radio módem	Esclavo solamente	✓	✓	✓	✓	
Modbus RTU	—	Maestro/esclavo	Maestro/esclavo	Maestro/esclavo	Maestro /esclavo	
ASCII	—	✓	✓	✓	✓	
DNP3	—	—	—	Esclavo solamente	—	
Alimentación de funcionamiento						
120/240 VCA / 24 VCC	✓	✓	✓	✓	✓	

3.4.4 Dimensiones Físicas

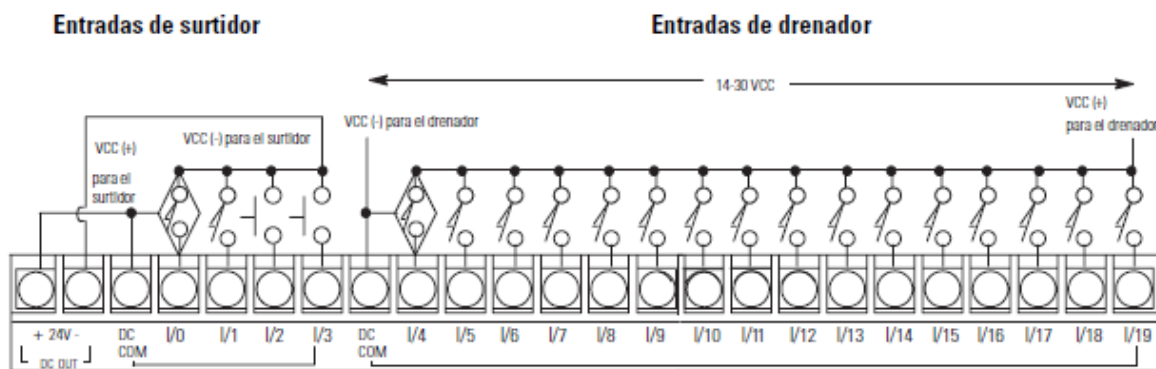
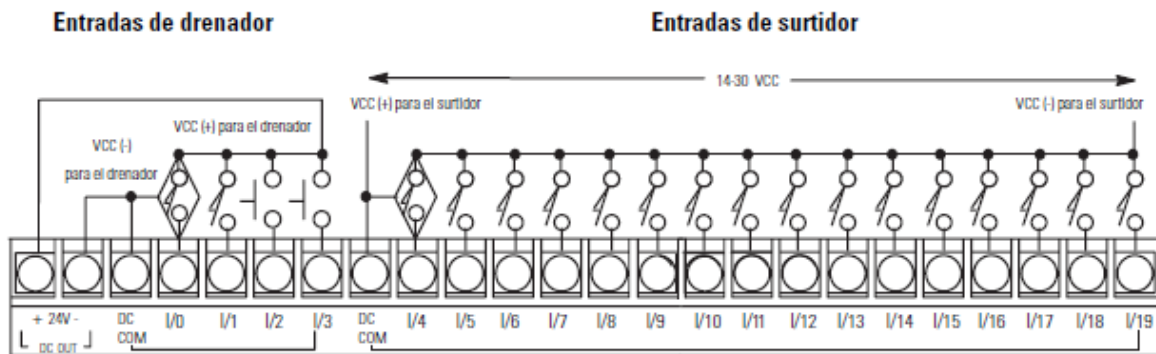
Controlador: 1761-	Longitud: mm (pulg.)	Profund.: mm (pulg.)	Altura: mm (pulg.)
L10BWA	120 (4.72)	73 (2.87)	80 (3.15)
L16BWA			
L16NWA	133 (5.24)		
L16AWA			
L20AWA-5A	200 (7.87)		
L20BWA-5A			
L32AWA			
L32BWA			
L32AAA			
L10BWB	120 (4.72)	40 (1.57)	
L10BWB			
L10BWB	200 (7.87)		
L16BBB			
L16BWB			
L16NWB			
L20BWB-5A			
L32BBB			
L32BWB			

3.4.5 Drenador y surtidor

Se puede configurar cualquiera de las entradas de CC MicroLogix 1000 como drenador o surtidor según la manera de cableado CC de COM en el MicroLogix. [42]

Modo:	Definición:
Drenador	La entrada se activa cuando el voltaje de alto nivel se aplica al terminal de entrada (activo alto). Conecte la fuente de alimentación eléctrica VCC (-) al terminal COM de CC MicroLogix.
Surtidor	La entrada se activa cuando el voltaje de bajo nivel se aplica al terminal de entrada (activo bajo). Conecte la fuente de alimentación eléctrica VCC (-) al terminal COM de CC MicroLogix.

Ejemplos de cableado en un micrologix 1000 1761- L32BWB



3.4.6 ESPECIFICACIONES

3.4.6.1 Especificaciones ambientales (all MicroLogix controllers)

Descripción	Especificación
Temperatura de funcionamiento	0°C a +55°C (+32°F a +131°F) para el montaje horizontal 0°C a +40°C (+32°F a +104°F) para el montaje vertical ⁽¹⁾
Temp. de almacenamiento	-40°C a +85°C (-40°F a +185°F)
Humedad de operación	5 a 95% sin condensación
Certificaciones (cuando el producto o embalaje lleva la marca)	<ul style="list-style-type: none"> • Certificación C-UL de clase I, división 2, grupos A,B,C,D • Certificación UL (clase I, división 2, grupos A,B,C,D) • Cumple con todas las directivas de la CE/C-Tick

(1) El voltaje de entrada de CC se reduce linealmente a partir de +30°C (30 V a 26.4 V).

3.4.6.2 Especificaciones Generales

Descripción	Especificación: 1761-L								
	16AWA	32AWA	10BWA	16BWA 16NWA	32BWA	32AAA	10BXB 16BBB	10BWB 16BWB 16NWB	32BWB 32BBB
Tamaño y tipo de memoria	1 K EEPROM (aproximadamente 737 palabras de instrucción; 437 palabras de datos)								
Voltaje de la fuente de alimentación eléctrica	85-264 VCA, 47-63 Hz						20.4-26.4 VCC		
Uso de la fuente de alim. eléc.	120 VCA	15 VA	19 VA	24 VA	26 VA	29 VA	16 VA	No aplicable	
	240 VCA	21 VA	25 VA	32 VA	33 VA	36 VA	22 VA		
	24 VCC	No aplicable						5W	7W
Corr. de entrada al momento del arranque máx. de la alim. eléc.	30A durante 8 ms						30A durante 4 ms		
Alim. eléc. del detector de 24 VCC (VCC a mA)	No aplicable		200 mA			No aplicable			
Carga capacitiva máx. (24 VCC del usuario)			200 µF						
Ciclos de potencia	50,000 mínimo								
Vibración	De operación: 5 Hz a 2 KHz, 0.381 mm (0.015 pulg.) pico a pico/2.5 g montado en panel, ⁽¹⁾ 1 hr por eje Fuera de operación: 5 Hz a 2 KHz, 0.762 mm (0.030 pulg.) pico a pico/5 g, 1 hr por eje								
Choque ⁽²⁾	De operación: aceleración de pico de 10 g (7.5 g montado en riel DIN) ⁽³⁾ (duración de 11±1 ms) 3 veces para cada dirección, cada eje Fuera de operación: aceleración de pico de 20 g (duración de 11±1 ms), 3 veces para cada dirección, cada eje								
Par del tornillo terminal	0.9 N-m máximo (8.0 pulg.-libras)								
Descarga electrostática	EN 61000-2 @ 8K V								
Susceptibilidad radiada	EN 61000-3 @ 10 V/m, 27 MHz - 1000 MHz excepto 3V/m, 87 MHz - 108 MHz, 174 MHz - 230 MHz, y 470 MHz - 790 MHz								
Transitorio rápido	EN 61000-4 @ fuente de alimentación eléctrica de 2 K V, E/S; 1 K V com								
Aislamiento	1500 VCA								

3.4.6.3 Especificaciones de entrada generales

Descripción	Especificación	
	100-120 VCA Controllers	24 VCC Controllers
Rango de voltaje	79 a 132 VCA, 47 a 63 Hz	14 a 30 VCC
Voltaje activado	79 VCA mín. 132 VCA máx.	14 VCC mín. 24 VCC nominal 26.4 VCC máx. @ +55°C (+131°F) 30.0 VCC máx. @ +30°C (+86°F)
Voltaje desactivado	20 VCA	5 VCC
Corriente activada	5.0 mA mín. @ 79 VCA 47 Hz 12.0 mA nominal @ 120 VCA 60 Hz 16.0 mA máx. @ 132 VCA 63 Hz	2.5 mA mín. @ 15 VCC 8.0 mA nominal @ 24 VCC 12.0 mA máx. @ 30 VCC
Corriente desactiv.	2.5 mA máx.	1.5 mA máx.
Impedancia nom.	12 K ohms @ 50 Hz 10 K ohms @ 60 Hz	3 K ohms
Corr. de entrada al momento de arranque máx.	250 mA máx. ⁽¹⁾	No aplicable

(1) Para reducir la corriente de entrada al momento del arranque a 35 mA, aplique una resistencia de 6.8 K ohms, 5 W en serie con la entrada. El voltaje de estado activado aumentará a 92 VCA como resultado.

3.4.6.4 Especificaciones de la entrada AC/DC (1761-L16NWA and 1761-L16NWB)

Especificación		AC	DC
Voltaje activado	mín.	18 VCA	14 VCC
	nominal	24 VCA	24 VCC
	máx.	26.4 VCA @ 55°C (131°F) 30 VCA @ 30°C (86°F)	26.4 VCC @ 55°C (131°F) 30 VCC @ 30°C (86°F)
Corriente activada	mín.	3.0 mA @ 18 VCA	2.5 mA @ 14 VCC
	nominal	8.0 mA @ 24 VCA	8.0 mA @ 24 VCC
	máx.	12 mA @ 30 VCA	12 mA @ 30 VCC
Voltaje desactivado	mín.	0.0 VCA	0.0 VCC
	máx.	3.0 VCA	5.0 VCC
Corriente desactiv.	mín.	1.0 mA	1.5 mA
Frecuencia	nominal	50/60 Hz	Vea Tiempo de activación/Tiempo de desactivación
	rango	47 @ 63 Hz	
Tiempo de activación	mín.	2 ms	2 ms
	máx.	20 ms	20 ms
Tiempo de desactivación	mín.	10 ms	10 ms
	máx.	20 ms	20 ms

3.4.6.5 Especificaciones de Salidas Generales

Tipo	Relé	MOSFET	Triac
Voltaje	Vea los diagramas de cableado, página 113.		
Corriente de carga máxima	Vea la tabla de cap. nom. de contactos de relé	1.0 A por pto. @ +55°C (+131°F) 1.5 A por pto. @ +30°C (+86°F)	0.5 A por pto. @ +55° C (131°F) 1.0 A por pto. @ +30° C (86°F)
Corriente de carga mínima	10.0 mA	1 mA	10.0 mA
Corriente por controlador	1440 VA	3 A para L16888 6 A para L32888	1440 VA
Corriente por común	8.0 A	3 A para L16888 6 A para L32888	No aplicable
Corriente de fuga máx. durante desactivación	0 mA	1 mA	2 mA @ 132 VCA 4.5 mA @ 264 VCA
Respuesta de desactivación a activación	10 ms máx.	0.1 ms	8.8 ms @ 60 Hz 10.6 ms @ 50 Hz
Respuesta de activación a desactivación	10 ms máx.	1 ms	11.0 ms
Corriente de choque por punto	No aplicable	4A for 10 ms ⁽¹⁾	10A for 25 ms ⁽¹⁾

(1) La capacidad de repetición es una vez cada 2 segundos a +55°C (+131°F).

3.4.6.6 Tabla de capacidad nominal de contactos de relé

Volts máximos	Amperes		Amperes continuos	Voltamperes	
	Cierre	Apertura		Cierre	Apertura
240 VCA	7.5 A	0.75 A	2.5 A	1800 VA	180 VA
120 VCA	15 A	1.5 A			
125 VCC	0.22 A ⁽¹⁾		1.0 A	28 VA	
24 VCC	1.2 A ⁽¹⁾		2.0 A		

3.5 COMUNICACIÓN

Cuales quiera que sean sus requisitos de comunicación, nosotros tenemos la solución. Ya sea con nuestros controladores MicroLogix 1100 y 1400 con sistema EtherNet/IP incorporado, o bien con nuestra una amplia gama de dispositivos de interface de red, es fácil encontrar el controlador adecuado para satisfacer sus necesidades de comunicación.

Todos los controladores MicroLogix proporcionan:

- Por lo menos un puerto RS-232C mejorado incorporado compatible con los protocolos DF1 Full-Duplex, DF1 Half-Duplex esclavo y DH-485.
- Comunicación con computadoras personales, interfaces de operador, otros PLC y más a través de DeviceNet y Ethernet, además de protocolos abiertos punto a punto y SCADA.

Además, el MicroLogix 1100, 1200, 1400 y 1500 proporcionan:

- Protocolos Modbus RTU maestro y esclavo incorporados
- Protocolos DF1 Half-Duplex maestro y radiomódem DF1
- Capacidad total ASCII (lectura/escritura)
- El MicroLogix 1100 y 1400 proporciona un puerto EtherNet/IP incorporado para transmisión de mensajes entre dispositivos similares.
- El MicroLogix 1200R, MicroLogix 1400 y MicroLogix 1500 LRP ofrecen un puerto en serie adicional Expanda su horizonte de E/S.

Cable de comunicación



8pin mini Din(entrada del PLC)- DB9 RS232 Female + Adaptador a USB

3.5.1 SOFWARES DE COMUNICACIÓN Y PROGRAMACION

3.5.1.1 ¿Qué es RSLinx Classic?

RSLinx Classic para redes y dispositivos de Rockwell Automation, es una solución completa para comunicaciones industriales que puede utilizarse con los siguientes sistemas operativos:

Microsoft Windows XP, XP SP1 o XP SP2

Microsoft Windows Server 2003 SP1 o R2

Microsoft Windows 2000 SP4

Microsoft Windows Vista Business (32 bits) y Vista Home Basic (32 bits). Permite que el controlador programable Allen-Bradley acceda a una amplia variedad de aplicaciones de Rockwell Software y Allen-Bradley. Entre estas aplicaciones se incluyen desde aplicaciones de configuración y programación tales como RSLogix y RSNetWorx hasta aplicaciones HMI (interfaz operador-máquina) como RSView32, hasta sus propias aplicaciones de adquisición de datos mediante Microsoft Office, páginas Web o Visual Basic®. Además, RSLinx Classic utiliza técnicas de optimización de datos avanzadas y dispone de una serie de diagnósticos. La interfaz de programación de aplicaciones (API) admite aplicaciones personalizadas creadas con RSLinx Classic SDK. RSLinx Classic es un servidor compatible con OPC Data Access y un servidor DDE.[43]

3.5.1.2 RSLinx Classic Lite

RSLinx Classic Lite ofrece las funciones mínimas necesarias para que sea compatible con RSLogix y RSNetWorx. Esta versión no está disponible comercialmente sino que viene junto con productos que requieren solamente un acceso directo a los controladores de red de RSLinx Classic. Esta versión no admite OPC, DDE, ni la interfaz de programación de aplicaciones C (API) publicada de RSLinx Classic. RSLinx Classic Lite se utiliza para lo siguiente:

Programación de lógica de escalera con productos RSLogix.

Diagnósticos y configuración de dispositivos y red con RSNetWorx.

Configuración de módulos/dispositivos (por ejemplo, 1756-ENET, 1756-DHRIO, etc.).

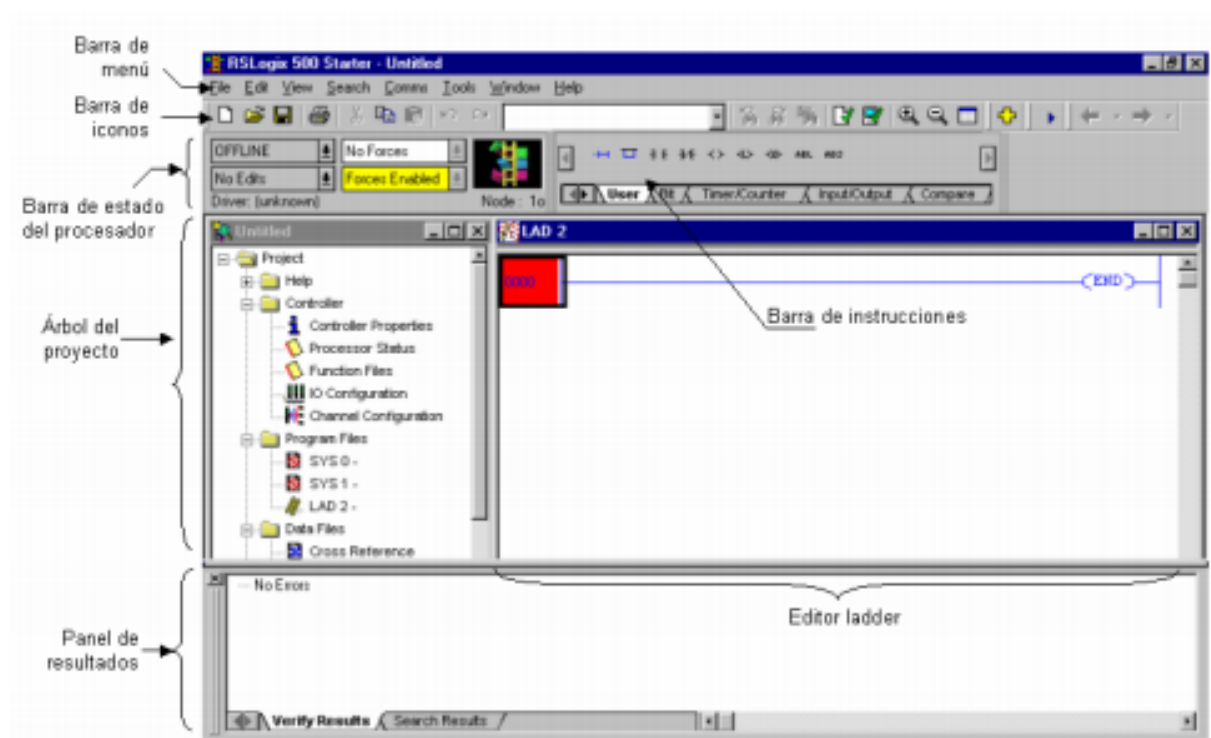
Actualización de firmware con ControlFlash.

Examen de redes y obtención de información sobre dispositivos como, por ejemplo, la versión del firmware.[43]

3.5.1.3 Descripción general del software RSLogix

Es el software destinado a la creación de los programas del autómatas en lenguaje de esquema de contactos o también llamado lógica de escalera (Ladder). Incluye editor de Ladder y verificador de proyectos (creación de una lista de errores) entre otras opciones. Este producto se ha desarrollado para funcionar en los sistemas operativos Windows®.[44]

Existen diferentes menús de trabajo en el entorno de RSLogix 500, a continuación se hace una pequeña explicación de los mismos:



Vista principal de RSLogix 500

Barra de menú: permite realizar diferentes funciones como recuperar o guardar programas, opciones de ayuda, etc. Es decir, las funciones elementales de cualquier software actual.

Barra de iconos: engloba las funciones de uso más repetido en el desarrollo de los programas.

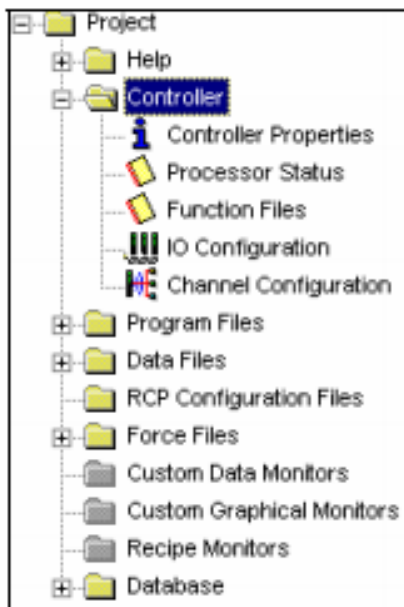
Barra de estado del procesador: Nos permite visualizar y modificar el modo de trabajo del procesador (online, offline, program, remote), cargar y/o descargar programas (upload/download program), así como visualizar el controlador utilizado (Ethernet drive en el caso actual).

Los modos de trabajo más usuales son:

Offline: Consiste en realizar el programa sobre un ordenador, sin necesidad alguna de acceder al PLC para posteriormente una vez acabado y verificado el programa descargarlo en el procesador. Este hecho dota al programador de gran independencia a la hora de realizar el trabajo.

Online: La programación se realiza directamente sobre la memoria del PLC, de manera que cualquier cambio que se realice sobre el programa afectará directamente al procesador, y con ello a la planta que controla. Este método es de gran utilidad para el programador experto y el personal de mantenimiento ya que permite realizar modificaciones en tiempo real y sin necesidad de parar la producción.

Árbol del proyecto: Contiene todos las carpetas y archivos generados en el proyecto, estos se organizan en carpetas.

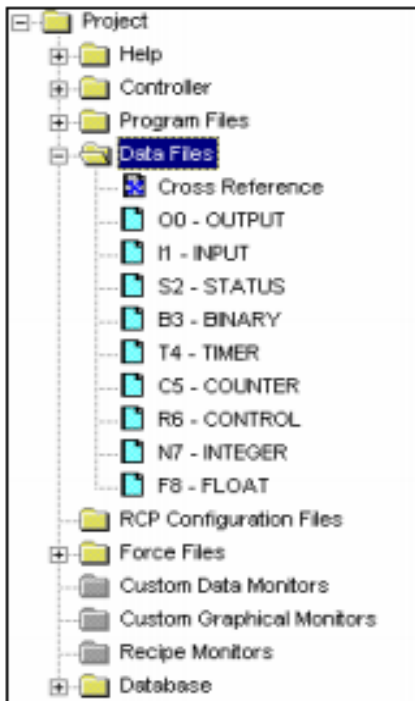


Controller properties: contiene las prestaciones del procesador que se está utilizando, las opciones de seguridad que se quieren establecer para el proyecto y las comunicaciones.

Processor Status: se accede al archivo de estado del procesador.

IO Configuration: Se podrán establecer y/o leer las tarjetas que conforman el sistema.

Channel Configuration: Permite configurar los canales de comunicación del procesador. Contiene las distintas rutinas Ladder creadas para el proyecto.



Da acceso a los datos de programa que se van a utilizar así como a las referencias cruzadas (cross references). Podemos configurar y consultar salidas (output), entradas (input), variables binarias (binary), temporizadores (timer), contadores (counter), ... Si seleccionamos alguna de las opciones se despliegan diálogos similares al siguiente, en el que se pueden configurar diferentes parámetros según el tipo de elemento.

Panel de resultados: aparecen los errores de programación que surgen al verificar la corrección del programa realizado (situados en la barra de iconos). Efectuando doble clic sobre el error, automáticamente el cursor se situará sobre la ventana de programa Ladder en la posición donde se ha producido tal error.

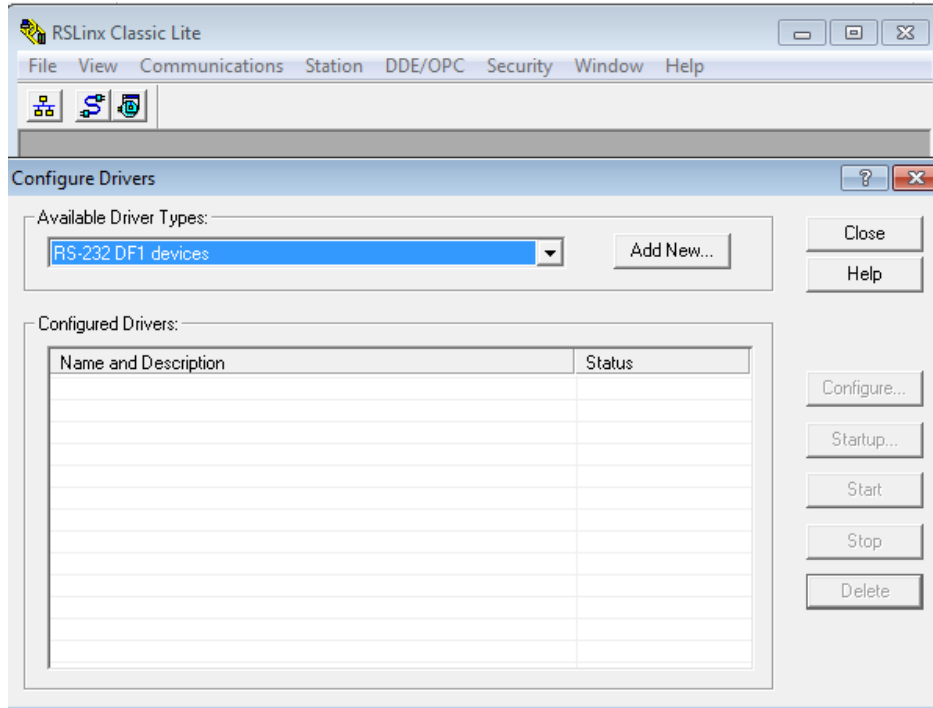
También es posible validar el archivo mediante Edit > Verify File o el proyecto completo Edit > Verify Project.

Barra de instrucciones: Esta barra le permitirá, a través de pestañas y botones, acceder de forma rápida a las instrucciones más habituales del lenguaje Ladder. Presionando sobre cada instrucción, ésta se introducirá en el programa Ladder.

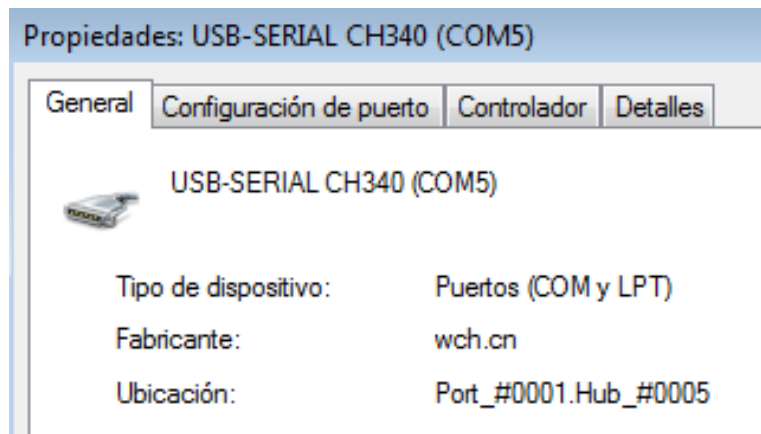
Ventana del programa Ladder: Contiene todos los programas y subrutinas Ladder relacionados con el proyecto que se esté realizando. Se puede interaccionar sobre esta ventana escribiendo el programa directamente desde el teclado o ayudándose con el ratón (ya sea arrastrando objetos procedentes de otras ventanas ó seleccionando opciones con el botón derecho del ratón).

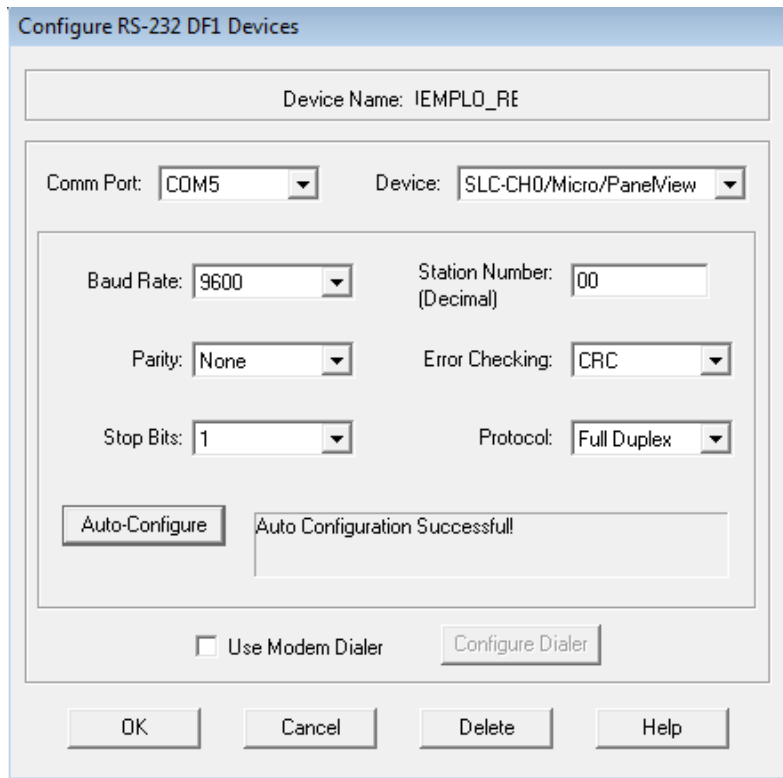
3.5.2 COUNICACION PASO A PASO

Como antes mencionado el primer programa a utilizar es el RSLinx Classic, que se encarga de la conexión como tal del drivers RS232 y el reconocimiento del PLC al computador.



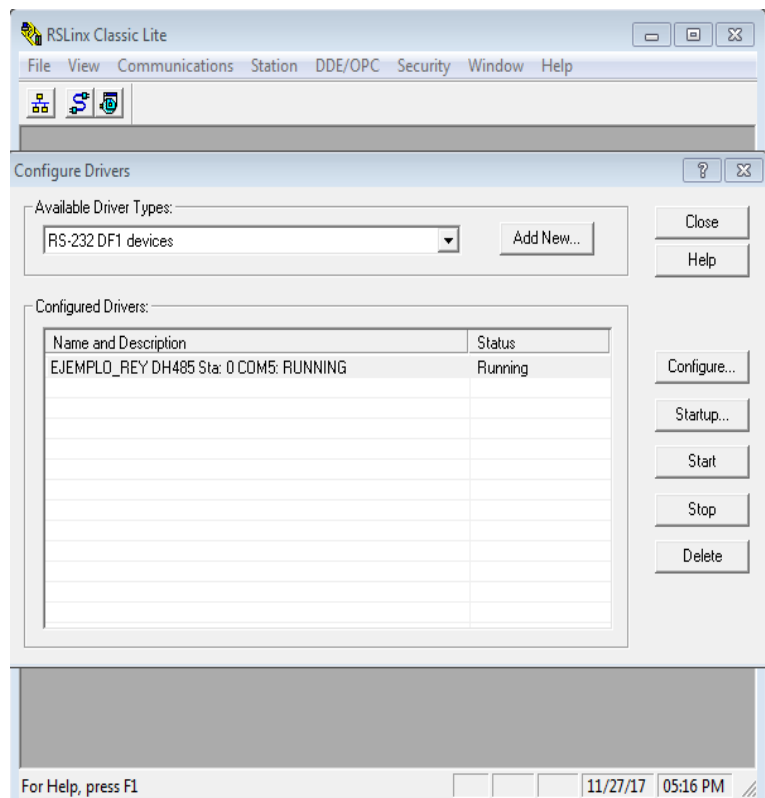
Para que el reconocimiento del PLC sea exitoso, Es necesario BUSCAR el COM donde está ubicada la conexión , en es este caso se registró en el COM5.



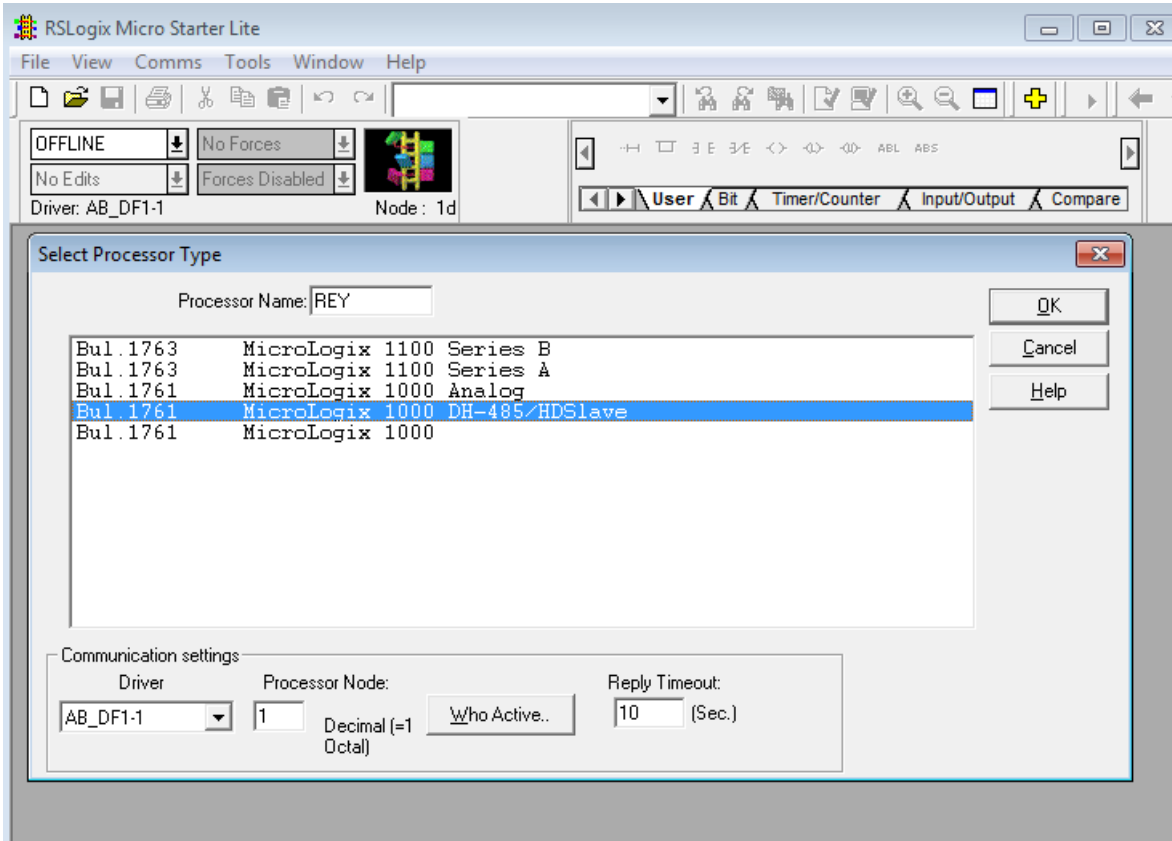


Luego de localizado el COM5 en este caso, volvemos al RSLinx classic y entramos a la ventana en la que está ubicada la conexión y presionamos la opción que dice Auto-configure, luego OK.

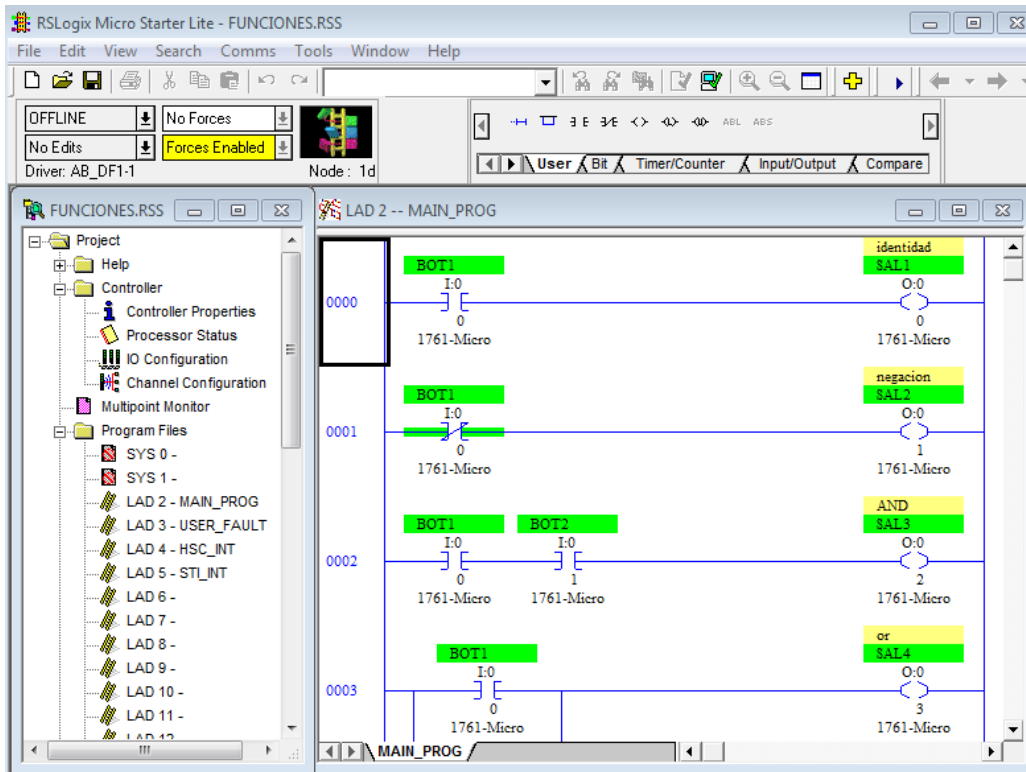
Al salir de la ventana anterior, debe aparecer el nombre que le dimos al proyecto, el COM y tener la palabra RUNNING, y sabremos que la computadora ya lo reconoce.



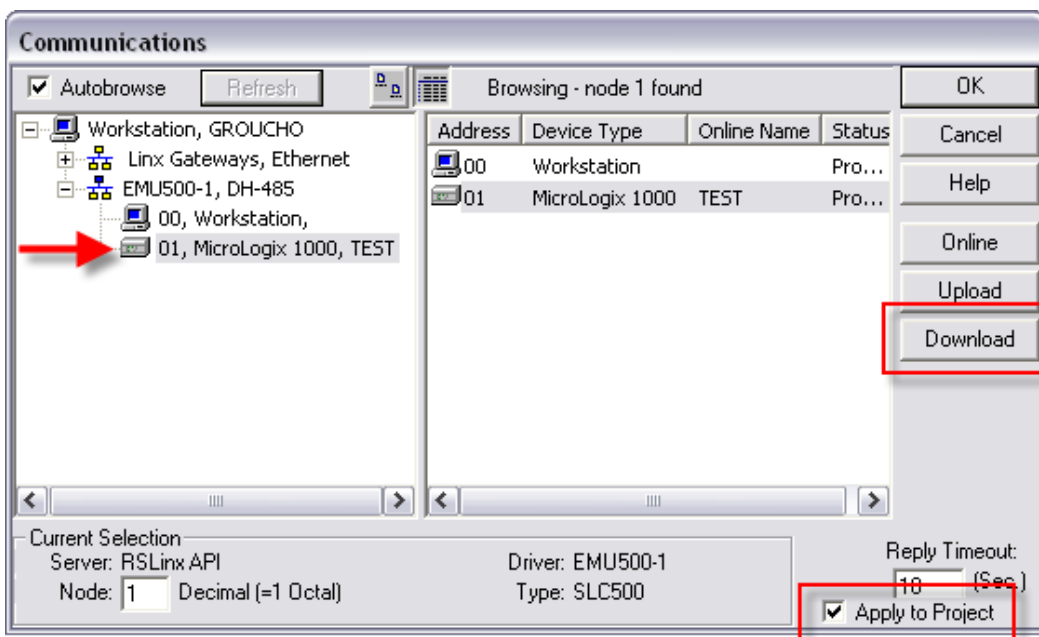
El siguiente paso es entrar en el siguiente software llamado RSLogix Micro Lite, en donde se lleva acabo el entorno de programación. Empezamos un nuevo proyecto y elegimos el tipo de PLC a utilizar en este caso el MICROLOGIX 1000.



En este caso ya hay cargado un programa en como antes mencionado, este software trabaja con el lenguaje Ladder, al cargar un programa en el software



Oprimimos la opción Comms y descargamos el programa en el PLC.



Despues de descargado el programa y colocarla de modo OnLine, se activara el modo Run del PLC y forzando algunas entradas pues hacemos unos programas de prueba antes de descargar el programa final.



4 CAPITULO IV

IMPLEMENTACION

4.1 RESULTADOS/PRODUCTOS ESPERADOS Y POTENCIALES BENEFICIARIOS

4.1.1 Impactos esperados a partir del uso de los resultados:

Tabla Impactos esperados después de finalizar el proyecto

Impactos	Plazo	Indicador	Supuestos
Sociales	4 meses	Tiempo y aprendizaje	El modulo familiarizara al estudiante en el ambito de la industria, permitiendo así a la persona, estudiante o docente tener contacto directo con el campo, lo enseñado en teoria sera correspondido en la practica con el modulo.
Económicos	4 meses	Ahorro colectivo	Ya que el proyecto estara en el aula de Automatizacion y control y contara con elementos y componentes en su mayoria de la Universidad de Pamplona (laboratorio de control).
Productividad	4 meses	Durabilidad	Ya que este modulo buscara ser el mas completo y funcional de todo el laboratorio, en cuanto ahorro energetico y productivo al momento de mejorar y hacer mas rapido el aprendizaje del estudiante.
Competitividad	4 meses	Mejoramiento en la producción académica	En el grupo de investigación de Automatización y control se desarrollan proyectos de control de gran cantidad de PLC para mejorar y fortalecer los conocimientos del estudiante y así también promover el desarrollo de proyectos de mayor nivel investigativo.

4.1.2 RELACION Y JUSTIFICACION DEL PRESUPUESTO

	Rubros	Fuentes		Total (\$)
		UniPamplona (\$)	Externas (\$)	
1	Personal	0		0
2	Equipos a adquirir	0		0
3	Equipos de uso propios			
4	Software	0		0
5	Viajes (transporte de materiales)	0		0
6	Salidas de campo (estudio de vías)	0		0
7	Materiales y suministros	0		0
8	Servicios técnicos y tecnológicos			
9	Material bibliográfico			
10	Gastos de patentamiento			
11	Material de difusión y promoción			
12	Mantenimiento de equipos	0		0
13	Logística de seminarios y cursos			
14	Adecuaciones de infraestructura	0		0
5	Administración			
	TOTAL (\$)	0		0

4.1.3 Tabla Descripción de personal.

#	Nombre del Investigador	Rol -Investigador Principal -Coinvestigador -Asesor Internacional -Estudiante de Posgrado -Estudiante de Pregrado - Auxiliar de Investigación	Responsabilidades en el Proyecto	Dedicación en meses	Dedicación Hora/semana
1	Reymerd	Investigador	Dirección general,	4	12

	Jimenez	principal	con el fin de optar al titulo de Ingeniero en Mecatrónica		
2	Diego Jose Barrera	Co-investigador	Investigador y tutor del proyecto	4	4

5 CAPITULO V GLOSARIO

6 CAPITULO VI REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- [1] J. C. Lema, "MÓDULO DIDÁCTICO PARA CONTROL Y MONITOREO DE 3 VARIABLES NIVEL, TEMPERATURA, PRESIÓN, IMPLEMENTADO CON SENSORES, PLC FLEXLOGIX Y SCADA FACTORY TALK (ALLEN BRADLEY)," 2012.
- [2] C. Y. Automatización and C. O. N. Un, "Escuela politécnica nacional," 2009.
- [3] C. D. E. Ingeniería and E. N. Electromecánica, "Escuela politécnica del ejército," 2008.
- [4] K. De, A. Bradley, M. Rodrigo, and G. Saquicela, "DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL BRAZO ROBÓTICO CRS A255 UTILIZANDO LA PLATAFORMA KINETIX DE ALLEN BRADLEY," *Esc. POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO Dep.*, 2010.
- [5] A. García, "Control de túnel de carretera con tecnología Allen Bradley a través de Ethernet / IP," 2010.
- [6] J. T. Zambrano and C. G. López, "Control, Sistema De T, De Proceso Allen, P L C," 2016.
- [7] C. O. N. Raspberry, P. I. Modelo, J. Guadalupe, and Z. Villalpando, "IMPLEMENTACIÓN DE HMI PARA UN PLC MICROLOGIX," no. 121, pp. 260–269, 2016.
- [8] P. Laszczyk, "A18: Advanced predictive control implementation on programmable logix-type controllers," 2004.
- [9] B. Hruz, H. P. Jorgti, K.-I. Kopcoki, and S. Kozak, "CONTROL OF THE BOUNCING BALL LABORATORY EXPERIMENT WITH AN ALLEN-BRADLEY PLC," 2000.
- [10] MANUEL ALEXANDER RUIZ SILVA ASESORADA, "UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA," *Univ. Nac. PIURA*, 2016.
- [11] A. Saire and H. Gómez Resumen, "Plataforma de aprendizaje a distancia en automatización industrial empleando laboratorios remotos Distance learning environment in industrial automation using remotes laboratories," *Invest Apl Innov*, vol. 2, no. 2, 2008.
- [12] L. Molas *et al.*, "Integración internacional de plataformas de enseñanza a distancia de automatización con PLCs," vol. 1, no. 1, 2006.
- [13] M. A. J. TORRES, "ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO," *Esc. Super. POLITÉCNICA CHIMBORAZO*, 2012.
- [14] A. Lakshmi Sangeetha, B. Naveenkumar, A. Balaji Ganesh, and N. Bharathi, "Experimental validation of PID based cascade control system through SCADA–PLC–OPC and internet architectures," *Measurement*, vol. 45, no. 4, pp. 643–649, May 2012.
- [15] L. P. Santacruz Valencia, "Automatización de los procesos para la generación, ensamblaje y reutilización de objetos de aprendizaje," *Univ. Carlos III Madrid*, p. 369, 2005.
- [16] M. Aguilar, C. I. Peña, and R. Fabregat, "SMIT: un agente sintético antropomórfico para un entorno virtual de aprendizaje," *Univ. Girona*, 2015.
- [17] FRANKLIN VINICIO GALLARDO VELASCO EDISON JAVIER HIDALGO GUACHO, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MODULAR DIDÁCTICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE UN PROCESO DE TAPADO DE CAFÉ PARA LA ESCUELA

DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA ESPOCH,” *Esc. Super. POLITÉCNICA CHIMBORAZO*, 2011.

- [18] Á. P. J. A. F. J. S. P. Á. I. et. Al., “diseñar e implementar una mini planta de llenado de sólidos mediante la técnica de numero de vueltas para ser instalado en el laboratorio de Automatización Industrial,” *Univ. Guayaquil*, 2015.
- [19] A. Guerrero-hernández, J. A. Araque-gallardo, and M. Gallo-nieves, “Implementación de módulos didácticos para sistemas electrónicos de potencia,” vol. 11, no. 21, pp. 9–13, 2016.
- [20] LUIS ALBERTO BENAVIDES NUÑEZ JOSE LUIS ESPINOZA YUMI, “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN MODULO DIDACTICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS POR MEDIO DE PLC,” *LUIS ALBERTO BENAVIDES NUÑEZ JOSE LUIS ESPINOZA YUMI*, 2011.
- [21] A. Abierta *et al.*, “Módulo didáctico para educadores,” 2005.
- [22] G. V León Guerrero, “LA IMPOSICION DE MODELOS PEDAGOGICOS EN COLOMBIA - SIGLO XX.”
- [23] C. B. Ortí, “LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (T.I.C.).”
- [24] P. C. Merchán, “Las TIC como herramientas facilitadoras en la gestión pedagógica,” *UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR*, 2014. [Online]. Available: http://www.unitecnologica.edu.co/educaciondistancia/newletter/2014/boletin006/noti_apliaciones/005-lastic/index.html. [Accessed: 26-Nov-2017].
- [25] E. de La Concha, “VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TICS DEL USO DE LAS TICS EN LA EDUCACION SUPERIOR. LA IMPORTANCIA DE LAS TICS EN LA EDUCACION SUPERIOR | Ermelinda de La Concha.” [Online]. Available: <https://ermelindaconcha.wordpress.com/2008/07/09/ventajas-y-desventajas-de-las-tics-del-uso-de-las-tics-en-la-educacion-superior-la-importancia-de-las-tics-en-la-educacion-superior/>. [Accessed: 26-Nov-2017].
- [26] P. Ponsa and A. Granollers, “DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.”
- [27] “Definición de automatización - Qué es, Significado y Concepto.” [Online]. Available: <https://definicion.de/automatizacion/>. [Accessed: 13-Oct-2017].
- [28] “Evolución de la automatización industrial.” [Online]. Available: <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Evolucion-de-la-automatizacion-industrial+98784>. [Accessed: 02-Nov-2017].
- [29] E. G. Moreno, “AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES.”
- [30] “. HISTORIA DE LA AUTOMATIZACION.”
- [31] “Automatización: una necesidad para Colombia.”
- [32] “Colombia lidera procesos de automatización en la región.” [Online]. Available: <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/colombia-lidera-procesos-automatizacion-region-68216>. [Accessed: 13-Oct-2017].
- [33] “Sin marcha atrás La automatización será una realidad en Colombia en 2020.” [Online]. Available: <http://www.dinero.com/emprendimiento/articulo/automatizacion-en-las-empresas-colombianas-en-el-2020-segun-deloitte/242846>. [Accessed: 13-Oct-2017].
- [34] “Automatización Industrial.” [Online]. Available:

- <http://www.uniboyaca.edu.co/facultades/FCIN/index.php/practicaprofesional-meca/item/389-automatizacion-industrial#.WZcTlj7yjIU>. [Accessed: 18-Aug-2017].
- [35] P. Ing Carlos Ruedas, "AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL: ÁREAS DE APLICACIÓN PARA INGENIERÍA [1]."
 - [36] A. G. Alanis, "Antonio Garcia Alanis-Trabajo Sistemas de Automatizacion, mando y control." .
 - [37] C. Tutosaus Gómez, "INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN. AUTÓMATAS PROGRAMABLES."
 - [38] "0 10 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL."
 - [39] "Elementos y Equipos Electricos -202."
 - [40] aic M. Moreno and B. Wilde Buenos Aires Argentina, "Automación Micromecánica s."
 - [41] E. y de control Departamento de Ingenieria Electrica, "Controladores Lógicos Programables," *PAC-Performance-centered Adapt. Curric. Employ. Needs Programa ERASMUS Acción Multilater. -517742-LLP-1-2011-1-BG-ERASMUS-ECUE*.
 - [42] Rockwell Automation, "Manual PLC Micrologix," 2008.
 - [43] R. Automation, "CÓMO OBTENER RESULTADOS CON RSLINX CLASSIC," 2008.
 - [44] R. AuTomation, "RSLogix micro starter lite."