



ESCUELA DE POSGRADO
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Estrategias didácticas del curso Autómata Programable PLC
en el aprendizaje de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
Maestro en Educación con Mención en Docencia y Gestión Educativa

AUTOR:

Br. Pedro Miguel Portillo Mendoza

ASESOR:

Mg. Pedro Félix Novoa Castillo

SECCIÓN

Educación e idiomas

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Evaluación y aprendizaje

Lima -Perú

2018



ESCUELA DE POSGRADO
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DICTAMEN DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS

EL / LA BACHILLER (ES): PORTILLO MENDOZA, PEDRO MIGUEL

Para obtener el Grado Académico de *Maestro en Educación con Mención en Docencia y Gestión Educativa*, ha sustentado la tesis titulada:

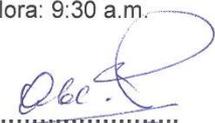
ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS DEL CURSO AUTÓMATA PROGRAMABLE PLC EN EL APRENDIZAJE DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

Fecha: 16 de octubre de 2018

Hora: 9:30 a.m.

JURADOS:

PRESIDENTE: Dr. Abner Chávez Leandro

Firma: 

SECRETARIO: Dra. Francis Esmeralda Ibarquen Cueva

Firma: 

VOCAL: Mg. Pedro Félix Novoa Castillo

Firma: 

El Jurado evaluador emitió el dictamen de:

..... *Aprobado por unanimidad*

Habiendo encontrado las siguientes observaciones en la defensa de la tesis:

..... *Estilo APA*

Recomendaciones sobre el documento de la tesis:

.....
.....

.....
Nota: El tesista tiene un plazo máximo de seis meses, contabilizados desde el día siguiente a la sustentación, para presentar la tesis habiendo incorporado las recomendaciones formuladas por el jurado evaluador.

Dedicatoria

A mis padres por la confianza
depositada en mí.

A Elizabeth, Miguel y Pamela, mis
grandes motivos.

Agradecimientos

A la Universidad Cesar Vallejo, a la Universidad Tecnológica del Perú y a todas las personas que hicieron posible que culminara la investigación.

Resolución de vicerrectorado académico N° 00011-2017-UCV-VA**Lima, 21 de abril de 2017****Declaración de autoría**

Yo, Pedro Miguel Portillo Mendoza, estudiante de la Escuela de Posgrado, de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte; declaro que el trabajo académico titulado Estrategias didácticas del curso Autómata Programable PLC en el aprendizaje de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica *presentado* en xxx folios para la obtención del grado académico de maestro en educación es de mi autoría.

Por tanto, declaro lo siguiente:

He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes, de acuerdo con lo estipulado por las normas de elaboración de trabajos académicos.

No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.

Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.

Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.

De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Lima, Octubre del 2018

Pedro Miguel Portillo Mendoza
DNI N° 06773467

Presentación

Señores Miembros Del Jurado:

Presento ante ustedes la tesis Estrategias didácticas del curso Autómata Programable PLC en el aprendizaje de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica con el propósito de establecer qué proporción de los estudiantes que participaron en el curso Autómata Programable PLC, lograron obtener el aprendizaje esperado, mediante las estrategias empleadas en la enseñanza.

El informe desarrollado en base al formato establecido por la escuela de Post grado y en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para optar el grado respectivo, consta de siete capítulos. El primero, denominado Introducción, contiene el marco referencial y marco teórico, así como la justificación, el problema y los objetivos; en el segundo, denominado método, se registró los fundamentos metodológicos del proceso investigativo desarrollado; en el tercero se presentaron los resultados, los que al ser discutidos en el cuarto capítulo dieron pie a las conclusiones y recomendaciones del estudio; al informe se le agregó las referencias de las fuentes consultadas y se le anexaron las evidencias del proceso.

Señores miembros del jurado se espera que el informe de la investigación realizada cumpla con los requisitos de aprobación.

El Autor

Índice de contenidos

	Pág.
Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Resumen	xii
Abstract	xiii
I. Introducción	14
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Trabajos previos	18
1.3. Fundamentación científica y tecnológica	24
1.4. Formulación del problema	78
1.5. Justificación del estudio	78
1.6. Hipótesis	79
1.7. Objetivos	80
II. Método	82
2.1. Diseño de investigación	83
2.2. Variables, operacionalización	83
2.3. Población y muestra	88
2.4. Técnicas e instrumentos recolección de datos, validez, confiabilidad	88
2.5. Métodos de análisis de datos	89
III. Resultados	91
IV. Discusión	105
V. Conclusiones	109
VI. Recomendaciones	111
VII. Referencias	112
Anexos	
Instrumentos	
Validez de los instrumentos	
Matriz de consistencia	

Índice de tablas

			Pág.
Tabla	1.	Diagrama de diseño experimental multivalente.	82
Tabla	2.	Desarrollo de estrategias.	84
Tabla	3.	Dimensiones del aprendizaje de los estudiantes del curso Autómata programable PLC.	86
Tabla	4.	Muestra de estudiantes del curso Autómata programable PLC.	88
Tabla	5.	Aprendizaje al aplicarse la estrategia física.	91
Tabla	6.	Aprendizaje al aplicarse la estrategia virtual.	92
Tabla	7.	Aprendizaje al aplicarse la estrategia combinada.	93
Tabla	8.	Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis general.	95
Tabla	9.	Diferencias de las evaluaciones inter-estrategias, HG	95
Tabla	10.	Comparaciones múltiples Variable dependiente: media de evaluaciones, HG.	96
Tabla	11.	Prueba de homogeneidad de varianzas, HE1	97
Tabla	12.	ANOVA - Manipulación física.	98
Tabla	13.	Comparaciones múltiples Variable dependiente: Manipulación física.	98
Tabla	14.	Prueba de homogeneidad de varianzas, HE2.	100
Tabla	15.	ANOVA - Manipulación virtual.	100
Tabla	16.	Comparaciones múltiples Variable dependiente: Manipulación virtual.	101
Tabla	17.	Prueba de homogeneidad de varianzas, HE3.	102
Tabla	18.	ANOVA – estrategia combinada	102
Tabla	19.	Comparaciones múltiples Variable dependiente: estrategia combinada.	103

Índice de figuras

		Pág.
Figura	1. Organigrama de los componentes en la enseñanza de Ingeniería mecatrónica.	30
Figura	2. Robot soldador automatizado para un proceso de fabricación de vehículos.	33
Figura	3. Interruptores termomagnéticos.	35
Figura	4. Disyuntor guardamotor.	35
Figura	5. Relé Térmico.	36
Figura	6. Tipos de pulsadores e interruptores.	36
Figura	7. Fin de carrera con movimiento vertical.	37
Figura	8. Fin de carrera con movimiento angular.	37
Figura	9. Circuito de control.	38
Figura	10. Contactores en diversas potencias.	38
Figura	11. Relés encapsulados.	39
Figura	12. Detector de proximidad.	39
Figura	13. Detector de proximidad inductivo.	40
Figura	14. Detector de proximidad capacitivo.	41
Figura	15. Detector foto eléctrico.	42
Figura	16. Temporizadores electrónicos.	42
Figura	17. Estructura de un motor asíncrono trifásico de jaula.	43
Figura	18. Diversos tipos de pulsadores e interruptores.	44
Figura	19. Arranque directo con control local y distancia por pulsador.	45
Figura	20. Arranque directo con inversión de giro.	46
Figura	21. Arranque para motor de devanados partidos.	47
Figura	22. Arranque motor dos velocidades en conexión Dahlander.	48
Figura	23. Controlador Simatic S7 1200, Siemens.	49
Figura	24. Partes externas de un PLC S7 1200 Siemens.	50
Figura	25. Estructura interna de un PLC.	51
Figura	26. Estructura funcional de un Autómata Programable.	51
Figura	27. Estructura de la CPU del PLC.	52
Figura	28. Diagrama de bloques, Interacción de las memorias del PLC.	53
Figura	29. Esquema de la labor del PLC.	55

Figura	30. Conexión entre Pc y PLC para la transferencia de programa de control con PLC S7 1200.	56
Figura	31. Lenguajes de Programación según IEC-1131-3.	57
Figura	32. Lista de Instrucciones, STEP 7, desarrollado por Siemens.	58
Figura	33. Texto Estructurado.	59
Figura	34. Diagrama de Bloque de Funciones.	59
Figura	35. Diagrama de contactos.	60
Figura	36. Diagrama de PLC.	61
Figura	37. Ejemplos de PLCs Compactos. MicroLogic de Allen Bradley, Logo de Siemens y Zelio de Schneider.	62
Figura	38. Tipos de PLCs Modulares. SLC 500 de Allen Bradley y S7 300 de Siemens.	63
Figura	39. Control de relación para suministro de compuestos en el proceso de fabricación de papel.	64
Figura	40. Panel HMI Siemens.	65
Figura	41. Interconexión del HMI con PLC y PC.	65
Figura	42. Software de Programación Tia Portal para PLC S7 1200 Siemens.	66
Figura	43. Fases de creación de un Programa PLC.	68
Figura	44. Diagrama de fuerza y mando de un arranque Indirecto estrella triangulo por contactores.	69
Figura	45. Pantalla principal al iniciar el software Fuente.	69
Figura	46. Creación del Proyecto arranque estrella- triangulo.	70
Figura	47. Selección del PLC físico para que pueda comunicarse y transferir el software cuando se termine de realizar el diseño.	70
Figura	48. Tabla de variables con las respectivas direcciones de E/S del PLC.	71
Figura	49. Diagrama de PLC (Lenguaje Ladder) para un control estrella triangulo.	71
Figura	50. Utilizando el software Tia Portal, realizar la Simulación virtual del funcionamiento del Proceso.	72
Figura	51. Simulación de un arranque Indirecto estrella triangulo por contactores con PLC.	72

Figura	52. Simulación de un arranque Indirecto estrella triangulo por contactores con PLC.	73
Figura	53. Simulación de un arranque Indirecto estrella triangulo por contactores con PLC.	73
Figura	54. Simulación de un arranque Indirecto estrella triangulo por contactores con PLC.	74
Figura	55. Simulación de un arranque Indirecto estrella triangulo por contactores con PLC.	74
Figura	56. Integración de todos los elementos físicos de protección control, mando y el Autómata PLC.	75
Figura	57. Ejecutando la transferencia, buscando la comunicación de IP de la PC y del PLC.	76
Figura	58. Comunicación establecida, se llevó a cabo la compilación, y carga del programa al PLC.	76
Figura	59. Activación ON Line para visualizar en tiempo real en la PC, el proceso físico.	77
Figura	60. Rendimiento académico de estudiantes - estrategia1.	91
Figura	61. Rendimiento académico de estudiantes - estrategia 2.	92
Figura	62. Rendimiento académico de estudiantes - estrategia 3.	93
Figura	63. Diferencias de medias.	99

Resumen

El objetivo del estudio realizado consistió en determinar la influencia en el *aprendizaje de los estudiantes* de Ingeniería Mecatrónica, de las *Estrategias didácticas empleadas en la enseñanza* del curso Autómata programable PLC.

Esta investigación calificada como tipo aplicada, fue desarrollada bajo un diseño experimental multivalente, que aumentaba las posibilidades de poder determinar con exactitud si las estrategias empleadas fueron efectivas, para lo cual se empleó el análisis de varianza (Anova) para especificar si la relación fue lineal o curvilínea y determinar las diferencias en el aprendizaje entre los grupos. Para el estudio se empleó una muestra intencional de 60 estudiantes distribuidos en tres aulas en las que se desarrollaba en el 2018 el curso en mención. Se empleó el método experimental desde un enfoque cuantitativo. La información sobre el aprendizaje logrado se recogió directamente de las actas de evaluación.

Los resultados mostraron una media en el aprendizaje de 13,0 después de aplicar la estrategia física; de 10,58 después de aplicar la estrategia virtual y de 16,24 después de aplicar la estrategia combinada. La prueba de Anova arrojó en la prueba multivariante un p valor de 0,000 para la prueba Fisher con lo cual se establece significancia en las diferencias de las media de las calificaciones inter - estrategias; mientras que, de la prueba de Bonferroni, en la comparación de los grupos dos a dos, se aprecia diferencias entre las medias, estableciéndose que los resultados hallados en las calificaciones por efecto de la estrategia combinada fueron superiores a los producidos por las otras dos estrategias.

Palabras clave: estrategias didácticas, aprendizaje de Autómata programable PLC, mecatrónica, sistemas de control, controlador lógico programable.

Abstract

The objective of the study was to determine the influence on the learning of Mechatronic Engineering students, of the didactic strategies used in teaching the programmable PLC program.

This research, classified as an applied type, was developed under a multivalent experimental design, which increased the possibilities of being able to determine exactly if the strategies used were effective, for which the analysis of variance (Anova) was used to specify whether the relationship was linear or curvilinear and determine the differences in learning between the groups. For the study, an intentional sample of 60 students distributed in three classrooms in which the course in question was developed in 2017 was used. The experimental method was used from a quantitative approach. Information on the learning achieved was collected directly from the evaluation records.

The results showed an average in learning of 13.0 after applying the physical strategy; of 10.58 after applying the virtual strategy and of 16.24 after applying the combined strategy. The Anova test yielded a p value of 0.000 in the multivariate test for the Fisher test, which establishes significance in the differences of the mean of the inter - strategies scores; while, from the Bonferroni test, in the comparison of groups two to two, differences between the means are appreciated, establishing that the results found in the ratings by effect of the combined strategy were higher than those produced by the other two strategies.

Keywords: didactic strategies, PLC programmable PLC learning, mechatronics, control systems, programmable logic controller.

I Introducción

1.1. Realidad problemática

Para Aquino, Germán y Trujillo (2013) la enseñanza del curso *Un diseñador de un sistema electromecánico controlado por ordenador*, requiere además de impartir los conocimientos de diseño mecánico, elevadas competencias de hardware y el software de control y por ende de los sensores necesarios en el control de variables de interés y también las tecnologías de accionamiento. (Hidráulico, neumático, eléctrico etc.) Asimismo, también manejar las herramientas de diseño asistido por ordenador en todas estas áreas CAD4, asociados con las herramientas de manufactura moderna CAM5, CAE6 que posibilitarán al profesional en Ingeniería Mecatrónica pueda diseñar la forma de ensamblar las tecnologías necesarias, que coadyuven al desarrollo efectivo del modelo (Aquino, Corona y Fernández, 2011). Respecto a lo anterior se puede manifestar en una primera aproximación que la Mecatrónica es una nueva y singular rama de la ingeniería que se ha ido consolidando a partir de sinergias tecnológicas; las cuales por razones propias de su origen estuvieron enfocadas hacia la innovación.

Aunque está fuera de lo común que se elaboren elementos exclusivos para la elaboración de un sistema, en el caso de la mecatrónica, el profesional que se dedica a esta rama de la ingeniería deberá procurar el ensamblaje de distintos componentes que lo lleve a obtener los resultados esperados y si no estuvieran presentes alguno de los elementos necesarios, deberá ser diseñados para este fin; siendo el hardware y software parte de los elementos destinados al uso exclusivo del mismo. El perfil académico y por ende las competencias que tendrá el profesional egresado de ingeniería mecatrónica será la selección e integración en forma eficiente de cada uno de los elementos que permitan el correcto funcionamiento de aquellos dispositivos que forman parte de su diseño. (Calderón E., Forero G. C.A., Chio N. 2011).

Álvarez, Neff, Moya Chagoyén, Machado (2012), a partir de la expresión: La Mecatrónica es la integración de la mecánica y la electrónica en una máquina o producto; recopilan algunos conceptos de lo que es la mecatrónica. La primera aproximación a su encumbramiento como una rama de la ingeniería, se lo debe a la cultura organizacional, que la describe como una especialidad dentro de esta; y que lleva consigo elementos tales como los sistemas informáticos; la microelectrónica, la inteligencia artificial, la teoría de control y otros relacionados

con lo que hoy son un paso al futuro. Esto dio paso a la relación de facultades con nombre propio en diversas universidades del mundo.

Se señala también que la Mecatrónica ha permitido establecer un nuevo campo disciplinar, y por ende conlleva a un desarrollo de todo lo que esto involucra. Es Japón donde se dio los primeros pasos para el surgimiento de la mecatrónica, el país en la que la innovación forma parte intrínseca de su cultura. (Aquino et al, 2009 pp. 29-31). Es en este mismo país en el que la colaboración de variadas disciplinas ha sido cuna de la era digital.

A lo largo del tiempo se ha logrado establecer, que la aparición de nuevas disciplinas, pasan por la interrelación de un conjunto de otras; tales como la electromecánica que debe su aparición al involucramiento de las disciplinas eléctrica y mecánica. Empero no solo la asociación entre las diferentes áreas del conocimiento se da para la aparición de otras, también permiten el desarrollo de la investigación y el avance de la tecnología. (Aquino et al 2010).

Luego de la aparición de la mecatrónica, algunas de las actividades que realizaban en forma asociada diversas ramas de la ingeniería, pasaron a ser parte de la actividad de esta, llevando al profesional de la ingeniería mecatrónica a un mayor desarrollo, utilizando las cada vez más eficientes tecnologías y el uso del conocimiento organizacional. (Aquino, Corona, Fernández, 2011). Parte de la función asumida por la ingeniería mecatrónica ha sido sintetizar y concentrar todas aquellas formas de asociación interdisciplinarias generadas por la cultura organizacional y que permitirán al profesional de la ingeniería mecatrónica, exhibir en el contexto laboral (Aquino, Corona, Fernández, 2010). Esta función es base indispensable en la línea a seguir en la enseñanza de la mecatrónica.

En la formación teórica y práctica de la ingeniería mecatrónica, se debe poner en relieve todos aquellos aprendizajes interdisciplinarios que sirven de eje central a los contenidos a impartir parte integrante del curriculum integrador, globalizador e interdisciplinar (Holístico). Este será posible, en la medida que la institución provea los recursos que este exige, y más aún de cómo será enfocado por el docente a cargo del desarrollo del curso y las herramientas que utilizará en el mismo, las cuales podrían partir de problemas, proyectos o casos, los que teniendo en cuenta su cantidad y calidad, delimitarán el nivel de integración.

En diversas universidades del mundo, en las que existe la carrera de ingeniería mecatrónica, se tiene como línea la enseñanza integradora, mediante el manejo de proyecto, impartándose un manejo interdisciplinar de su currículo y cuya meta sería la de llegar a un concepto transdisciplinar. Aunque cada institución lo plantea de forma distinta, no se alejan de este modelo, lo que en definitiva da forma al perfil que tendrá el profesional de ingeniería mecatrónica.

A pesar del incremento de la enseñanza de la ingeniería mecatrónica no solo en países desarrollados sino también en aquellos en vías de desarrollo, no se está llevando a cabo estudios científicos de su aparición como disciplina académica; más aún se ha dejado de lado la forma de recrear la cultura organizacional que fuera la que la impulsara como rama de la ingeniería.

En el Perú la mayoría de las Universidades no cuentan con Laboratorios que incluyan módulos de entrenamiento para el aprendizaje del curso de Autómatas Programables PLC. Generalmente usan computadoras y solo enseñan la programación mediante el uso de software de simulación. Es decir, el aprendizaje del alumno queda en la virtualización puesto que no se refleja todo lo diseñado en la PC en sistema físico, real o concreto.

La UTP es una de las universidades con mayor número de laboratorios, actualmente señala su cantidad en más de 200, entre laboratorios de cómputo y especializados. Sin embargo, a pesar de esta notable ventaja, aún son necesarios la creación e implementación de más laboratorios que serán de carácter estratégico para optimización del aprendizaje en las carreras de Ing. Mecatrónica, Ing. Electrónica, Ing. Eléctrica, entre otros. Por lo cual ya se ha puesto en marcha este proyecto de implementación y adecuación.

Actualmente, uno de los laboratorios especializados para Ingeniería Mecatrónica cuenta con un módulo de entrenamiento en Autómatas Programables PLC y otros dispositivos PLCs sueltos, de la marca Siemens S7-1200. También cuenta con elementos físicos de control, protección y mando (pulsadores, contactores, relés, ITMs, señalización, etc.). Con estos se puede desarrollar una estrategia didáctica de aprendizaje a la que en el estudio se ha denominado "estrategia física", Por otro lado, haciendo uso de la programación que se hace en PCs, se lleva a cabo una estrategia de aprendizaje a la que se ha denominado

“estrategia virtual”. Finalmente, aplicando la integración de estas dos estrategias en la ejecución de sistemas de tableros de control y afines de la industria de forma más óptima y acercándose más a una situación real, se desarrolló lo que se denominara “estrategia combinada”; lo usual es el uso de la estrategia virtual, pero se consideró que la integración de ambas estrategias sería más eficaz para conseguir un resultado más óptimo en el aprendizaje del curso Autómata Programable PLC, en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Tecnológica del Perú (UTP).

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Trabajos previos internacionales

Álvarez, Moreno y Ramírez (2016), presentaron un *diseño e implementación del sistema de control de la Planta Didáctica de Intercambio Térmico - PIT000*, ubicada en el Centro de Electricidad y Automatización Industrial, CEAI - SENA, como un aporte para solucionar las necesidades de las instituciones de educación y de las empresas, ingenios azucareros, petroquímicas y papeleras, entre otras. El sistema de control se basó en una estrategia cascada temperatura-flujo, implementada mediante el uso de tecnología de instrumentación y control industrial, que incluyó transmisores inteligentes de flujo y temperatura, controladores lógicos programables y válvulas de control con posicionador inteligente. La metodología de diseño del sistema de control incluyó la elaboración de diagramas (P e ID) y bloques de la estrategia, la definición de condiciones de operación del proceso, el modelado de los lazos de control por medio de funciones de transferencia, el diseño de los controladores de flujo y temperatura, la determinación de los parámetros de sintonía haciendo uso del Matlab y la implementación final del sistema de control. Los resultados de la investigación, que están asociados a la implementación del sistema de control, son considerados satisfactorios, debido a que se validan con la simulación y prueba de la estrategia de control ante condiciones de operación, así como la estrategia de control cumplió con el propósito de mejorar el comportamiento de la temperatura de salida del producto en el proceso.

Martínez (2015), con el objetivo de detallar el diseño y funcionamiento de un módulo de prácticas enfocadas en el funcionamiento y manejo de un controlador lógico programable elaboró un *Módulo didáctico para prácticas de laboratorio con*

controladores lógicos programables. El estudio fue llevado a cabo mediante la metodología descriptiva, buscando que el estudiante adquiriera al detalle cada paso dentro del sistema, en busca de lograr resultados óptimos en el proyecto. Concluyó que en la recopilación de información se describe la función más importante de las partes del PLC, conexión de entradas y salidas, explicación del funcionamiento de diagramas escalera, conexiones a líneas de voltaje e identificación de cada una de las terminales que integran a el PLC.

Salvá, Altamirano, Álvarez y Herrera (2015), en su trabajo *PLM3, Controlador Lógico Secuencial para Auxilio Didáctico* buscaron describir, fundamentalmente, al controlador lógico denominado Programador Lógico Modular versión 3, que está basado en el microcontrolador MC9S08GT60 de FREESCALE, el cual hace uso de variados componentes los que poseen “entradas y salidas binarias”; los mismos que pueden ser compuertas lógicas, temporizadores, contadores de eventos y secuenciadores de estados lógicos. La elaboración de un CLS se encuentra asociada a la puesta en funcionamiento de un conjunto de varios elementos los que se integran mediante un controlador lógico programable (PLC por sus siglas en inglés) compuesto por un computador digital, que posee puertos binarios de entrada y salida; este a su vez requiere de un software, por tanto, lenguajes de programación; que servirá en la ejecución del CLS, así como para la validación del mismo, que para el caso es el lenguaje de programación textual denominado SILL2 (Software de Interpretación de Instrucciones Lógicas versión 2), que integra el software para desarrollo con el PLM3 denominado SWMANPLM3, los mismos que fueron diseñados en el Departamento de Control y Robótica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, haciendo uso de estrategias de aprendizaje mediante la informática y el hardware específico para este fin, desarrollando aplicaciones basadas en microcontroladores diseñadas previamente en esa dependencia. Esta experiencia alcanza a tener un alto valor didáctico, dado que acerca al estudiante con la demostración práctica de cada uno de los procesos que forman parte en el diseño y construcción de un sistema profesional basado en microcontrolador. En el plano económico, este resalta por no generar un costo elevado.

García y Nensthiel (2015), en su investigación *El Sistema Prolog Factory como entorno de Aprendizaje Significativo*, tuvieron como objetivo implementar la metodología de aprendizaje significativo con los procesos educativos teórico-

prácticos manejados en la universidad El Bosque, en una propuesta para el diseño y posterior desarrollo de un entorno de aprendizaje significativo para un proceso de manufactura por medio de Prolog Factory. Este desarrollo es la base para la implementación de prácticas hechas a partir de guías de laboratorio que ayuden a los alumnos a fortalecer y hacer duraderos sus conocimientos. En este estudio se dio la integración entre el modelo de Aprendizaje Significativo del Dr. Dee Fink implementado en la Universidad El Bosques y la aplicación del sistema Prolog Factory en procesos de manufactura. El sistema Prolog Factory trabaja bajo la metodología Kanban, es decir, que presenta una línea de producción y el sistema de entregas a clientes desde la perspectiva general de una empresa dedicada a la producción de bienes, mientras que el modelo de aprendizaje significativo es el punto de inicio para este trabajo. El resultado presentado en una tesis de maestría en ingeniería industrial, generó como producto de la investigación estudios de casos realizados con estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la universidad El Bosque, universidad Javeriana y estudiantes de especialización de Ingeniería Industrial con los que se muestra la implementación de un entorno que forma en el estudiante un conocimiento más amplio a partir del diseño y aplicación de guías de laboratorio. Éstas fueron creadas por medio de actividades orientadas en enseñanza activa, que ayudan a que el estudiante construya, amplíe y fortalezca la estructura cognitiva teniendo al docente como un facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con la implementación de las guías de laboratorio en los diferentes estudios de caso se confirmó que integrado Prolog Factory con el modelo de aprendizaje significativo en la Ingeniería Industrial facilita al estudiante asentar los conceptos aprendidos en su estructura cognitiva.

Páez, Zabala y Zamora (2015), en su trabajo: *Análisis y actualización del programa de la asignatura Automatización Industrial en la formación profesional de ingenieros electrónicos en la Universidad de la Costa*, tuvieron por objetivo diseñar un programa de asignatura actualizado y pertinente que fortalezca los cursos de automatización, implementando una metodología de enseñanza-aprendizaje que apoye el diseño curricular. La metodología empleada en el desarrollo del estudio fue de enseñanza-aprendizaje, través del uso de hardware, así como el desarrollo de software para el uso de asignaturas teórico-prácticas; las mismas que responden a las demandas empresariales de la industria y para esto se buscó las referencias

curriculares en las que se desarrolla el curso dentro de centros de enseñanza superior, con miras a realizar una propuesta curricular en programas de pregrado en Ingeniería Electrónica, que se llamó “Micro áreas de aprendizaje”, la misma que busca potenciar el conocimiento del estudiante, siendo este el centro de este proceso y el que tendrá la oportunidad de seleccionar dentro de los cursos obligatorios o electivos. La investigación realizada es de alcance descriptivo y de enfoque cuantitativo; asimismo la muestra fue no probabilística integrada por docentes y estudiantes egresados de ingeniería electrónica, además de empresas dedicadas a la automatización. El componente práctico de la asignatura posibilitó al participante un aprendizaje teórico-práctico ante la oportunidad de interactuar con los dispositivos, parte fundamental en la adquisición de competencias indispensables en el desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería. Cabe destacar que esta pondrá a disposición de los estudiantes estrategias y herramientas que le permitan una suficiencia en las pruebas Saber Pro.

Rodríguez y Torres (2009), buscó en su investigación *curso modelo para la enseñanza de conocimientos en el área de neumática y automatización*, una estrategia o forma de enseñar el curso basado en el paradigma *filosofía de aprender haciendo*, en el cual se basa la enseñanza en universidades con los más altos estándares de calidad educativa. Encontró que con el desarrollo de este modelo los estudiantes se sintieron más identificados con la materia, así como la mejora de su actitud hacia el curso mismo. También se logró direccionar a algunos de los participantes, los que lograron una inclusión en el mercado de trabajo, específicamente en esta área de desarrollo.

1.2.2. Trabajos previos nacionales

Ortiz (2017), buscó establecer la relación entre estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de Ingeniería industrial y de Gestión Empresarial en la asignatura de Tecnología II en la Universidad Particular Norbert Wiener, Lima. El tipo de investigación que empleó fue básico y de nivel correlacional – causal desarrollándose bajo un enfoque cuantitativo con base en la medición numérica y el análisis estadístico. El diseño no experimental transversal empleó una muestra estratificada de alumnos por semestres de estudio. Concluyó que no

existió correlación entre las variables analizadas en este grupo de estudiantes del curso de Tecnología II, con la aplicación de la prueba de Spearman.

Minaya (2014), en su investigación *Los simuladores en el logro de las capacidades en la unidad didáctica de proyectos electrónicos en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público - Carlos Cueto Fernandini de Comas – 2014*, buscó establecer que con el uso de diferentes tipos de simuladores en la implementación de proyectos electrónicos se influye en el logro de capacidades en la unidad didáctica de proyectos electrónicos. En su estudio planteó la hipótesis de que diferentes tipos de simuladores usados en la implementación de proyectos electrónicos tendrán influencias diferentes en el logro de las capacidades en la unidad didáctica de proyectos. El diseño de investigación fue Cuasi experimental explicativo de corte longitudinal, se utilizaron los instrumentos; prueba objetiva con 20 ítem, con única respuesta para determinar el nivel cognitivo, prueba práctica con 20 ítem, con respuesta única para determinar el nivel procedimental, ficha de cotejo de actitud con 10 ítem para determinar el logro actitudinal de estudiante frente a la unidad didáctica de proyectos electrónicos, ficha de cotejo del proyecto con 40 ítem, para valorar la presentación y funcionamiento final del proyecto, ficha de cotejo de exposición del proyecto con 10 ítem, para valorar la exposición y sustentación del proyecto. Estos instrumentos fueron aplicados a 26 estudiante; 08 estudiantes implementaron el proyecto de redes y conectividad, 09 estudiantes implementaron el proyecto de automatización y 09 estudiantes implementaron el proyecto de neumática, todos ellos seleccionados de manera no aleatoria. Los resultados obtenidos; $H_c = 18,25 > X^2_t$ (valor critico) = 5,99 y $p = 0,000 < \alpha = 0,05$, permitieron determinar que el uso de diferentes tipos de simuladores en la implementación de proyectos tiene influencias diferentes en el logro de las capacidades en la unidad didáctica de proyectos electrónicos del Instituto de Educación Superior Publico “Carlos Cueto Fernandini” de Comas 2014.

Pantoja (2012) tuvo por objetivo implementar una *Plataforma Virtual para el desarrollo de asignaturas usando el enfoque constructivista* en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, que permitiera a los docentes y alumnos contar con una herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza - aprendizaje. El presente trabajo de investigación empleó la metodología RUP Agil (dX), y como herramienta utilizó Moodle obteniendo la

Plataforma Virtual, donde se procedió a desarrollar asignaturas con enfoque constructivista. Halló que usando el Sistema de administración de contenidos, Moodle versión 2.2, en base a la pedagogía constructivista representó una ventaja respecto a la elaboración de páginas HTML, al facilitar su mantenimiento y la publicación inmediata de un nuevo contenido; asimismo, el uso de la Plataforma Virtual se constituyó en un apoyo mediante foros, chat, evaluaciones entre otros y finalmente halló que los sistemas de administración de contenidos brindan flexibilidad y versatilidad en el desarrollo de un curso.

Sánchez (2011) buscó *Diseñar e implementar un sistema de automatización para mejorar la producción de los carretos, mediante un autómat programable industrial (API) o Programmable Logic Controller (PLC)*, El estudio se basó en la experiencia de la industria de metalmecánica *La Casa Del Tornillo*, donde la elaboración de accesorios para mototaxis se hacía en forma manual en la mayor parte de su elaboración, haciendo poco eficiente el proceso. En la investigación fue la de que es un equipo electrónico programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en el ambiente de tipo industrial los procesos secuenciales. Los procesos que genera este sistema permiten realizar un cambio en la elaboración de las piezas en las cuales se invierte la participación de las personas, pasando estas a participar directamente en un pequeño porcentaje y dejando los sistemas de automatización la mayor parte del proceso. Los resultados permitieron hacer óptima la producción tanto en tiempo como en cantidad.

Fernández (2010) en la investigación experimental *Sistema Tutorial Inteligente en el proceso de enseñanza– aprendizaje de la asignatura de Lenguaje de Programación del Instituto Superior Tecnológico Público Andrés Avelino Cáceres Dorregaray – Huancayo*, desarrollada en una población de alumnos de la asignatura de lenguaje de programación en la Carrera Profesional de Computación informática que cursan, de la cual extrajo una muestra. Empleó el fichaje y la encuesta en el recojo de información, hallando en la prueba de hipótesis general que H_1 es una prueba unilateral con valor $t_c = 5.247930947$, y $t_\alpha = 1,711$ y $p < 0.05$ aceptando la hipótesis alterna y concluyendo que el sistema tutorial inteligente permite ayudar en la enseñanza – aprendizaje de la asignatura de lenguaje de programación de los alumnos de la carrera profesional de Computación e Informática.

1.3. Fundamentación científica y tecnológica

1.3.1. Estrategias didácticas

Considerando lo expresado por la Real Academia Española, la Pedagogía es “La ciencia que se ocupa de la educación y la enseñanza” y para AMEI – WAECE, diccionario de pedagogía, es:

“La ciencia que estudia la educación como un proceso organizado y dirigido conscientemente (proceso pedagógico). Ciencia que estudia las leyes de dirección del proceso pedagógico (leyes de dirección), determina los fundamentos teóricos del contenido y de los métodos de la educación, de la instrucción y de la enseñanza, aplica la experiencia más avanzada en la esfera de la educación, refleja las técnicas de las ciencias pedagógicas, y proporciona los métodos y procedimientos en la educación y la enseñanza y la influencia pedagógica sobre el educando.”

En consecuencia, se acepta que estudia el proceso educativo general, en sus múltiples dimensiones, las que evalúan e investigan un aspecto específico del proceso. Para efectos de la investigación desarrollada interesa la didáctica por cuanto estudia la enseñanza en el proceso educativo. La raíz griega de Didáctica, *Didaskein*, significa, enseñar, instruir, explicar. (Carrasco, 2004), para lo cual establece normas que orientan métodos y estrategias en busca de la eficiencia del proceso de enseñanza (Cardona, 2006).

Según el diccionario de la RAE estrategia es dirigir operaciones militares para conseguir un objetivo; pero en el campo educativo las opiniones sobre estrategia didáctica son diversas, es así como para:

Carrasco (2004) estrategias “aquellos enfoques y modos de actuar que hacen que el profesor dirija con pericia el aprendizaje de los alumnos”.

García Hoz (1996) las entiende como “diseño de intervención en un proceso de enseñanza con sentido de optimización”.

Mínguez (2003) es “ciclo continuo de formulaciones de hipótesis y de sucesivas evaluaciones cíclicas”.

Sevillano (1995) es: “planteamiento conjunto de las directrices a seguir en cada una de las fases de un proceso”.

Gutiérrez, Forment y García (1990) son “tipos de actividades que el profesor programa para enrolar a los alumnos en la construcción de un aprendizaje significativo”.

De allí es que en este estudio se consideró como estrategia didáctica al conjunto de actividades, procesos o procedimientos programados para lograr que los estudiantes construyan sus aprendizajes. Según el objetivo que persiguen pueden ser de enseñanza o de aprendizaje, siendo usual el empleo de ambas en un proceso educativo.

Por el planteamiento de la investigación realizada cobran importancia las estrategias de enseñanza, las que Díaz Barriga (2002) consideró como “procedimientos que el agente de enseñanza - Docente - utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los alumnos”.

1.3.2. Aprendizaje en la Mecatrónica

Evolución de la enseñanza del curso Mecatrónica: Docencia multidisciplinar - interdisciplinar – temática.

En los orígenes de los estudios de la Mecatrónica, simplemente se enseñaban módulos o asignaturas de los temas que la componen (primera fase), luego se pasa a un estado intermedio donde comienzan a interactuar los módulos (fase intermedia) con una modificación de los planes de estudios, para intentar en el futuro llegar a una conjunción tal que se hable simplemente de módulos de Mecatrónica y no por ejemplo de módulos de electrónica junto con mecánica y control, etc. (última fase), en este caso se deberá tener un cambio en la organización.

Primera fase o etapa multidisciplinar: durante la última década, los cursos desarrollados de Mecatrónica tuvieron su origen en los Departamentos de

Electrónica o de Mecánica de universidades clásicas, utilizando cursos ya estaban formados y con un gran peso de los contenidos mecánicos (Wagner, 2001), por lo tanto estaban formados básicamente por asignaturas mecánicas impartidas dentro del propio departamento y se permitía a los alumnos el realizar asignaturas complementarias de los departamentos de electrónica, informática y control. En la Mecatrónica tradicional, el enfoque de las materias o temas están desarrollados por subsistema desarrollados normalmente con varios campos (fundamentalmente electrónica, mecánica, control e informática). La interacción entre las disciplinas se limita simplemente a las interfaces y raramente demandan el desarrollo de una cierta tecnología como resultado de una integración real con las otras tecnologías. (Wikander, Törngren, y Hanson, 2001)

Fase intermedia o etapa interdisciplinar: al integrarse las IES en el proceso de Bolonia, surgen nuevas formas o metodologías de estudio, pasando por ejemplo de tener un carácter meramente formal basado generalmente en lecciones magistrales con una independencia entre asignaturas a transformarse en estudios basados en proyectos o problemas. Al trabajar con proyectos o problemas surge la necesidad de interactuar con otras asignaturas bastante diferentes, en el caso de la Mecatrónica, fuerza a la interacción real entre asignaturas/módulos de diferentes departamentos o áreas. Aparece el concepto de que los estudiantes pueden crear, programar y hacer funcionar un producto mecatrónico y que éste está compuesto por elementos mecánicos, eléctricos, y que debe de tener un sistema basado por ejemplo en un microcontrolador debiendo ser programado en forma adecuada para poder controlar su actuación. En esta fase podemos encontrar desde el desarrollo de algunas asignaturas/módulos impartidas entre dos o más áreas o departamentos (dependiendo año a año de la voluntad de los profesores responsables de las mismas), hasta el desarrollo completo de un programa de estudios que tome en cuenta esa interdisciplinariedad como un elemento fundamental para el buen desenvolvimiento de los cursos. Con esta mentalidad desaparece el concepto de la fase anterior, para comenzar a pensar en la Mecatrónica como un todo. Para poder llegar a esto, se necesita un cambio drástico en los programas de estudio y en la mentalidad de las instituciones, ahora se trabajará mucho en base a proyectos o problemas y con módulos o asignaturas compartidas tanto por profesorado de un

departamento/área como por otro, siendo más difícil la organización a nivel institucional pero más satisfactoria en cuanto a resultados.

Fase final o etapa temática: la última etapa es la concepción y establecimiento de la Mecatrónica con una identidad propia, diferente a la mecánica, electrónica, control, etc. Es la creación de un departamento de Mecatrónica, con su propio personal y dinamismo basado en la docencia e investigación en el campo de la Mecatrónica. No se puede llegar de un día para otro en tener en un departamento de este tipo ingenieros en Mecatrónica, se necesita pasar por etapas intermedias donde la base de los conocimientos del personal sea multidisciplinar.

Estrategias de enseñanza en la mecatrónica

La estrategia sirve de guía para la acción, orienta en la obtención de resultados. Toda estrategia estar basada en un método y consiste en la planificación aplicada a un conjunto de acciones para lograr un objetivo. De tal forma que se usan estrategias cuando hay una meta, es flexible y su forma depende de adonde se quiere llegar.

Avanzini (1998) consideró que resulta siempre de la conjunción de tres componentes, el primero es la misión de la institución; el segundo es la forma en que se percibe la estructura lógica de las asignaturas y sus contenidos, es decir que, los cursos, contenidos y conocimientos del currículo tienen influencia en la definición de la estrategia y el tercero es la concepción que se tiene del alumno y de su actitud.

Pese a que los conocimientos científicos fundamentales requeridos por un ingeniero son básicamente los mismos, la adquisición de ellos debe dosificarse en otra forma en la enseñanza de la ingeniería y más aún en la Mecatrónica (Aquino, Corona, Fernández, 2012), debido a la actual disponibilidad de dispositivos digitales, los que son empleados en el control de maquinarias complejas, en el diseño y el control de procesos automatizados, además de servir para diseñar y construir los componentes de estos mismos artefactos. Actualmente la sucesión de fases de un proceso es realizada gracias a algún software de control, gestionado desde un ordenador, un autómeta o un microcontrolador o procesador digital de señales.

De allí que un Ingeniero Mecatrónico requiere conocer principios de diseño mecánico y el hardware y software de control; asimismo tener noción de los sensores y de las tecnologías de accionamiento, sean hidráulicas, neumáticas o eléctricas. Debiendo además realizar diseños asistidos por ordenador, lo que permite que un Ingeniero Mecatrónico diseñe la integración de todas las tecnologías necesarias, empleándolas adecuadamente (Aquino, Corona, Fernández 2011).

En el nivel de pregrado es fundamental, para las competencias educativas actitudinales y de preparación del Ingeniero Mecatrónico, que adquiera la destreza de integrar y seleccionar los elementos para desarrollar máquinas y sistemas Mecatrónicos en la tecnología más apropiada, lo que según Álvarez et al (2012) en la actualidad vuelve la enseñanza de ésta muy complicada, planteando que el plan de estudios debe organizarse centrado en temas, casos, problemas y/o proyectos más que centrado en las asignaturas.

Estos núcleos integradores son aquellos que logran la sinergia entre las tecnologías en los diseños concretados, así como, el fortalecimiento del proceso educativo en la carrera de ingeniería, lográndose que los conocimientos científicos y tecnológicos adquieran utilidad práctica; siendo los requerimientos de la formación ingenieril conocimientos integradores.

Las ingenierías interdisciplinarias son las fuentes de la formación de nuevas ramas tales como la Ingeniería Biomédica, a la Ingeniería Mecatrónica, a la ingeniería Telemática, entre otras, que comparten dos o más especialidades las mismas que solo se abordan con una visión integradora, siendo ésta la razón de ser de dichas ingenierías, las que, para resolver problemas tecnológicos, científicos y sociales.

Por ello, sí para la solución de tales problemas se han requerido de la sinergia entre disciplinas se espera que para la enseñanza de ingenierías interdisciplinarias se requiera de una estrategia de enseñanza que integre de forma sinérgica. (Aquino, Corona, Cuervo, 2012b). Actualmente los ingenieros mecatrónicos son formados mediante una disparidad de modelos, criterios y currículos según la universidad donde se esté formando. Pese a ello el perfil del

egresado es muy similar en todas ellas, siendo evidente el grado de asociación en el contexto en el que se van desarrollando los estudiantes.

En algunas facultades la Mecatrónica se desarrolla de forma multidisciplinar, en otras escuelas se ha llegado a una enseñanza interdisciplinar; lo recomendable para las que recién inicia sus actividades de formación es comenzar con la instrucción multidisciplinaria, la que posteriormente se dirigirá hacia una educación transdisciplinar.

Para efectos de la investigación desarrollada y por la naturaleza del contexto donde ésta se realizó, se establecieron tres clases de estrategias: las físicas, las virtuales y las integradoras sobre la base del desarrollo curricular en la Universidad Tecnológica del Perú.

Las estrategias físicas se diseñan con el propósito de familiarizar a los estudiantes con los elementos o componentes físicos de una maquinaria que será controlada por un autómata programable.

Las estrategias virtuales se desarrollan para dotar de los conocimientos y el dominio de los softwares que se emplean en la programación de la automatización.

Finalmente, como estrategias integradas se tiene el acoplamiento de ambas estrategias, para capacitar en el uso de los autómatas programables, en un determinado sistema.

Desafíos en la enseñanza del curso Mecatrónica

El diseño y la puesta en práctica del control sigue siendo algo propio del dominio del especialista en controles.

Los controles y la electrónica todavía se ven cómo añadiduras a los procesos o equipos.

Muy pocos ingenieros de la práctica industrial realizan cualquier clase de modelación física y/o matemática.

Las matemáticas son una materia que se ven más como un obstáculo que como una materia que amplía las capacidades del ingeniero.

Muy pocos ingenieros tienen el adecuado balance entre el análisis y el hardware esenciales para el éxito en la Mecatrónica.

Componentes de la enseñanza del curso Ingeniería Mecatrónica

En el organigrama siguiente se pueden ver de una forma gráfica las interrelaciones entre los diferentes componentes de la enseñanza del curso Ingeniería Mecatrónica:



Figura 1: Organigrama de los componentes en la enseñanza de Ingeniería mecatrónica (Álvarez, 2010, p. 8).

Si se tiene en cuenta que existen diferentes modelos, criterios y currículos para formar un Ingeniero mecatrónico y que por otra parte existe una alta demanda en el postgrado en esta especialidad, todo ello justifica y avala la de trabajar en este sentido. Por otra parte, la articulación entre el postgrado y el pregrado y la influencia recíproca entre esos dos conceptos y niveles de enseñanza sugiere –tanto por la forma como por el contenido– el estudio, la conformación y la propuesta de un

currículo integral de formación de un especialista en Mecatrónica que contemple no solamente la formación de pregrado, sino también la formación en el postgrado.

Tanto para la industria como para las universidades estas son cuestiones fundamentales. Hay especialistas que plantean inclusive que en el siglo XXI todos los ingenieros necesitarán convertirse en ingenieros mecatrónicos. La industria necesita a ingenieros con los pies en la tierra y un equilibrio entre la teoría y la práctica, una actitud profesional, experiencia en el trabajo en equipo multidisciplinario y habilidades excepcionales de comunicación. Las universidades necesitan saber las respuestas a estas preguntas para formar sus planes de estudios de la ingeniería y preparar mejor a los estudiantes para la práctica profesional. Para ello es necesario lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje coherente, que parta del supuesto de un plan de estudio distribuido entre la teoría y la práctica y entre la mecánica, la electrónica, la informática y el control automático. En tal sentido, apremia una estrategia que refleje de forma explícita el desarrollo de habilidades práctico-profesionales, que responda a las tendencias actuales de la Mecatrónica y a las concepciones de enseñanza del curso tecnología con un enfoque sistémico.

1.3.3. Dimensiones de las estrategias didácticas para la programación de PLC

Según Lugo, Padilla y Romero (2005, p.18) la automatización usa la capacidad de las máquinas para ejecutar tareas que realizaban las personas, en las cuales se pueden controlar las operaciones sin intervención humana. La automatización, es usar tecnología a través de dispositivos capaces de tomar decisiones e interactuar con otros, que integrados desarrollan un proceso de control, en base a un programa que monitorea y compara con un valor esperado del proceso, para el manejo de algunas variables.

Se evidencia que los estudiantes de mecatrónica deben conocer los pasos de la metodología correspondiente a seguir, considerándose como tales la descripción del sistema, diagrama de flujo, descripción de los equipos del sistema, requerimientos del cliente, selección del autómata programable, programación del PLC.

La estrategia física consistió en desarrollar los primeros pasos en el proceso de enseñanza, los que requieren de la manipulación física de los elementos de un sistema para eventualmente reconocerlos.

Paso No.1: descripción del sistema: Se necesita conocer la siguiente información: procedimiento que se debe seguir en la operación (arranque, paro), dispositivos que intervienen en el proceso (sensores, transductores, motores, variadores, etc.), variables a medir, variables a controlar, variables a monitorear, rangos de operación, función de los dispositivos, entradas y salidas.

Paso No. 2: diagrama de flujo: Un diagrama de flujo es una representación gráfica de los pasos del proceso para determinar cómo funciona realmente. El diagrama se utiliza en la definición de proyectos, diagnóstico, diseño e implantación de soluciones, mantenimiento de las mejoras, traslado de materiales, pasos para ventas y procedimientos del proceso.

Paso No. 3: descripción de los equipos del sistema: Se reconocen todos los dispositivos que intervienen en el proceso, su función y se identifican entradas y salidas del sistema. Ayuda a conocer el sistema más ampliamente y las funciones de los dispositivos. Así también permite conocer y entender el proceso que se pretende automatizar.

Paso No. 4: requerimientos del cliente: Permite establecer las características de los equipos, rango de operación y costo de los equipos que se emplearán.

La estrategia virtual en la que se desarrollaron los pasos siguientes:

Paso No. 5: Selección del autómata programable:

Paso No.6: programación del PLC: Se puede realizar mediante el método heurístico o informal (función memoria) y el método formal (redes de Petri o GRAFCET), siendo este último el más recomendable. Este paso se realiza en el software del autómata elegido, usando un diagrama de GRAFCET realizado previamente.

La estrategia combinada consistió en la integración de las estrategias física y virtual, en la que los estudiantes observarán, analizarán y corregirán los detalles de la programación a partir del efecto producido sobre los componentes del sistema.

1.3.4. Autómatas Programables PLC

Automatización

En su publicación, Duran, Martínez, Gamiz, Domingo y Grau (2012, p.7) consideraron que siempre los seres humanos inventaron y desarrollaron máquinas usando su ingenio en busca de minimizar esfuerzo físico en sus labores. Con estas máquinas se transformaba la energía aplicada en otra más adecuada o se usaba para producir un trabajo o efecto determinado. Esto derivó en la construcción de mecanismos controlados y con la capacidad de realizar tareas repetitivas, lo que dio en llamarse automatismos. En la actualidad la automatización consiste en el diseño, realización y/o explotación de sistemas que emplean y combinan la capacidad de las máquinas para realizar tareas y controlar secuencias de operaciones sin la intervención humana.

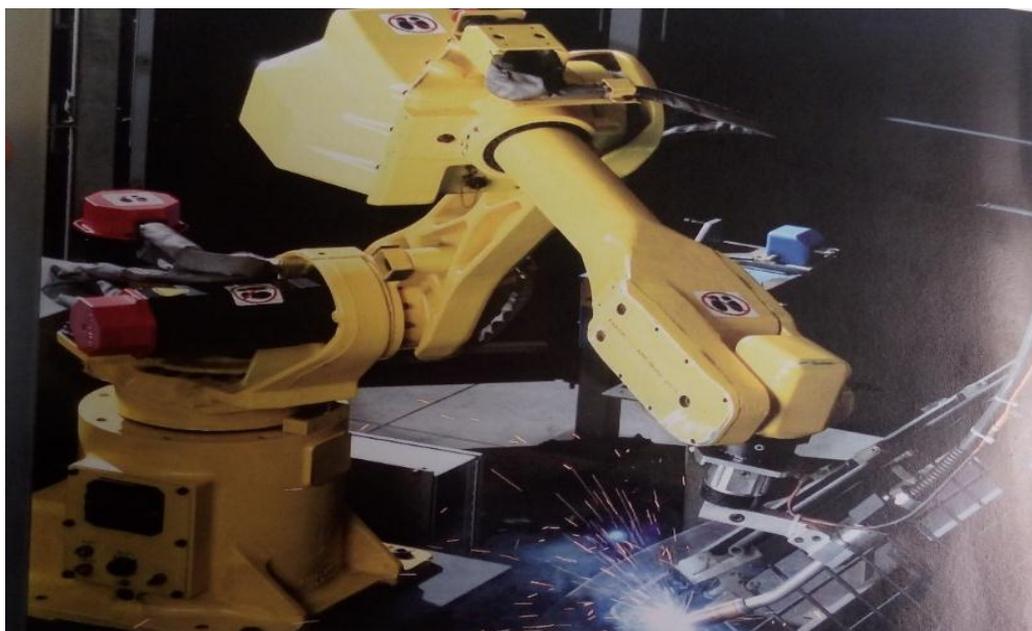


Figura 2: Robot soldador automatizado para un proceso de fabricación de vehículos. Tomada de Duran, Martínez, Gamiz, Domingo y Grau (2012, p.6).

Objetivos de la automatización

Según Piedrahita (1991) la automatización busca: mejorar la productividad al disminuir los costos y mejorar la calidad de esta; optimizar las condiciones laborales disminuyendo las tareas extenuantes para el personal lo que mejora su seguridad;

realizar operaciones no controlables intelectual o manualmente; mejorar la disponibilidad de los productos, lo que garantiza el stock necesario cuando sea necesario; simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo e Integrar la gestión y producción.

Partes de un sistema automatizado

Parte Operativa o física.

En esta parte intervienen todos los elementos que recogen información de campo como sensores (desde pulsadores, fines de carrera, sensores de proximidad, de captación de magnitudes físicas como sensores de temperatura, nivel, humedad, etc.). Así como los elementos denominados accionamientos (contactores, relés, variadores, electroválvulas) y los órganos de trabajo como motores, cilindros neumáticos, hidráulicos, etc. Que pertenecen a un sistema para el control de un proceso automatizado.

Parte de Mando programada

Está conformado básicamente por un Autómata Programable, es decir un PLC. Es un proceso industrial automatizado, el PLC es el elemento fundamental de dicho proceso. Este Autómata debe tener además de otras características, la capacidad para comunicarse con los demás elementos del sistema.

Sistema de automatización industrial

Un sistema de automatización industrial es aquel proceso que cuenta con un Controlador Lógico Programable, es decir una Autómata Programables, y hace que un proceso sea eficiente, optimo, mejore la productividad y evite errores de producción. La automatización combina la aplicación conjunta de la tecnología eléctrica, electrónica, neumática, hidráulica y/o mecánica para transformar un gran número de procesos de fabricación. Su uso en el sector industrial permitirá abaratar los costos de producción, aunque su implementación es de un elevado gasto, este se verá compensado con instalaciones adecuadas y técnicos con alta especialización, excluyéndolos de una labor monótona. (Duran y otros, 2007, p.7).

Elementos operativos (físicos) de un sistema de control automatizado

Elementos de Protección

Interruptor termo magnético: dispositivo que cuenta con un dispositivo térmico contra sobrecargas y otro dispositivo magnético contra cortocircuitos. Los cortacircuitos termomagnéticos, conocidos como interruptores automáticos de potencia, son dispositivos que incorporan en una sola unidad la protección contra cortocircuitos y sobrecarga. Están constituidos por un disparador térmico que protege de las sobrecargas y un dispositivo magnético que protege de los cortocircuitos. Los interruptores termomagnéticos son diseñados por realizar relativamente pocas maniobras y, en consecuencia, no deben utilizarse como interruptores manuales. (Ocampo, 2010, p.44)



Figura 3: Interruptores termomagnéticos. Tomada de https://bticino.cl/catalogos/nuevos/catalogo_general_bticino_2016-2017/files/assets/common/downloads/page0228.pdf

Disyuntor: dispositivo de protección más completo que el anterior, pues además incorpora un relé de protección con graduación para una mejor precisión.

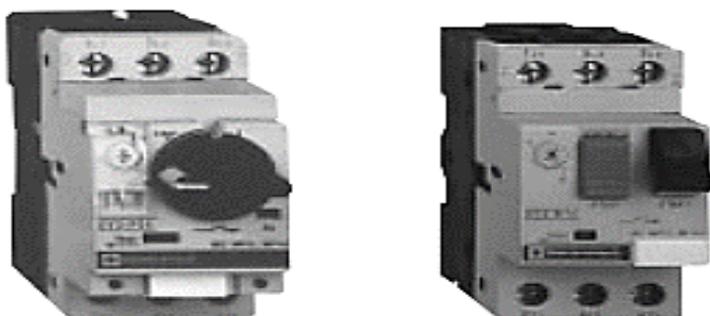


Figura 4: Disyuntor guardamotor, tomada de <http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>. Pág. 39.

Relé térmico: Permite proteger al motor frente a sobrecargas, que se manifiestan a través de un incremento de la corriente absorbida por el motor.

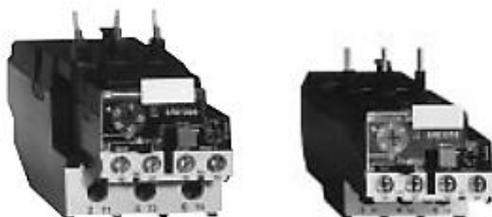


Figura 5: Relé Térmico. Tomada de <http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>. Pág.15.

Elementos de Control y mando

Pulsadores e interruptores: elementos electromecánicos de conexión y desconexión. El pulsador entra en función al pulsar sobre él, más cuando se termina el ciclo de funcionamiento, automáticamente se desactiva. Mientras que el interruptor debe ser desactivado manualmente.

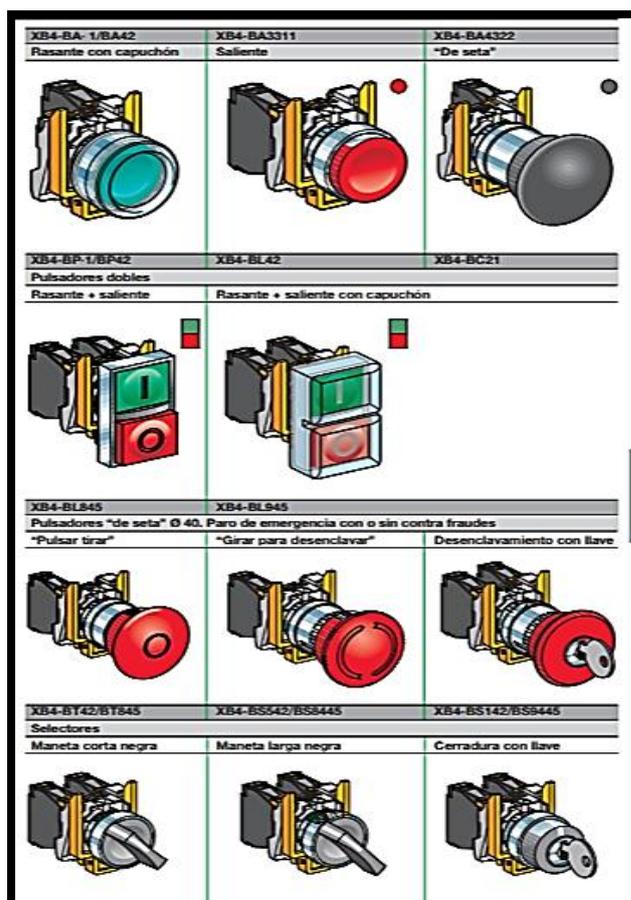


Figura 6: tipos de pulsadores e interruptores. Tomada de: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Specification+guide&pFileName. Pág.125.

Fines de carrera. – El prototipo de los sensores mecánicos de contacto es el final de carrera: Los finales de carrera o interruptores de limite, restringen el recorrido de partes móviles en un automatismo; son dispositivos situados en el extremo del camino del elemento móvil cuya finalidad es la de comunicar a través de señales que puedan modificar el estado de un circuito. En realidad, son interruptores que operan cuando tienen un contacto físico con el objetivo a detectar. (Ocampo, 2010, p.48).

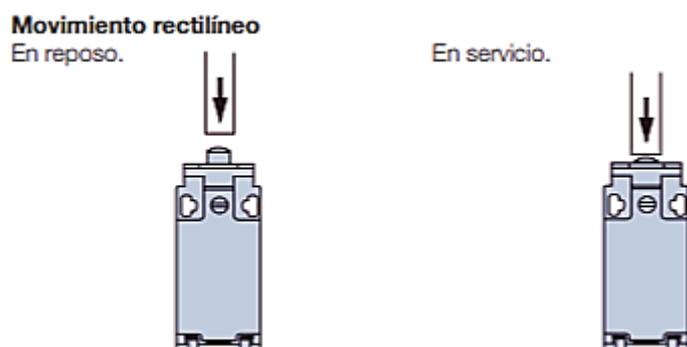


Figura 7: Fin de carrera con movimiento vertical
https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Specification+guide&p_File_Name=600020K05-mtp-vol3.pdf&p_Doc_Ref=600020K05&ga=2.106961410.105471583.1532975752-1044205147.1532975752. Pág.545.

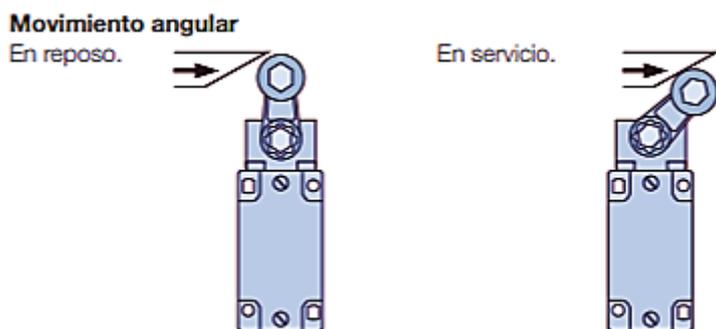


Figura 8: Fin de carrera con movimiento angular
https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Specification+guide&p_File_Name=600020K05-mtp-vol3.pdf&p_Doc_Ref=600020K05&ga=2.106961410.105471583.1532975752-1044205147.1532975752. Pág.546

Contactores. - es un elemento mecánico de conexión y desconexión eléctrica, que entra en funcionamiento a través de algún tipo de energía, menos manual, su función es la de establecer, mantener y cortar el flujo corriente en condiciones

adecuadas del circuito, inclusive cuando estas sobrepasan su límite de carga. (Ocampo, 2010).

La bobina del contactor es la que permite la conexión e interrumpe la misma de una serie de contactos compuestos en su interior por láminas capaces de soportar elevadas corrientes. Aunque la cantidad de contactos depende del modelo, la estructura de un contactor típico tiene como elementos a la bobina de mando o control; una serie de contactos principales (del tipo NA, aunque pueden encontrarse también del tipo NC) y otra serie de contactos auxiliares (ya sean NA o NC), los que son manejados por la misma bobina.

Es la intensidad de corriente eléctrica la que hace la diferencia entre contactores principales y auxiliares, debido a que estos últimos soportan una menor cantidad de corriente. Los contactos principales soportan las corrientes del circuito de potencia y los auxiliares las corrientes del circuito de control. (Duran y col., p.59).

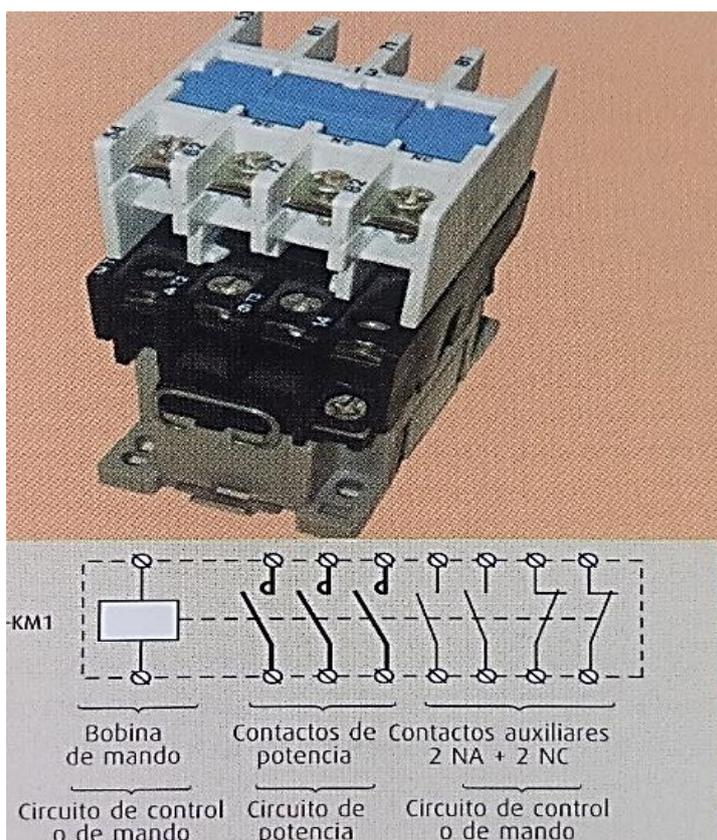


Figura 9: Tomada de Duran y col. (2007, p.59).



Figura 10: Contactores en diversas potencias, tomada de <http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>, pág. 25.

Relés: También conocidos como relés de mando, relés de automatismos o simplemente relés, elementos esenciales que a pesar de su antigüedad continúan en vigencia. Un relé convencional de aplicación general tiene como elementos una bobina y uno o dos contactos. Si a través de ella circula corriente continua (CC) el núcleo está compuesto por hierro dulce macizo, mientras que al hacerlo actuar a través de corriente alterna (CA) este sería de chapas magnéticas laminares. (Duran y col., 2007, p. 57).

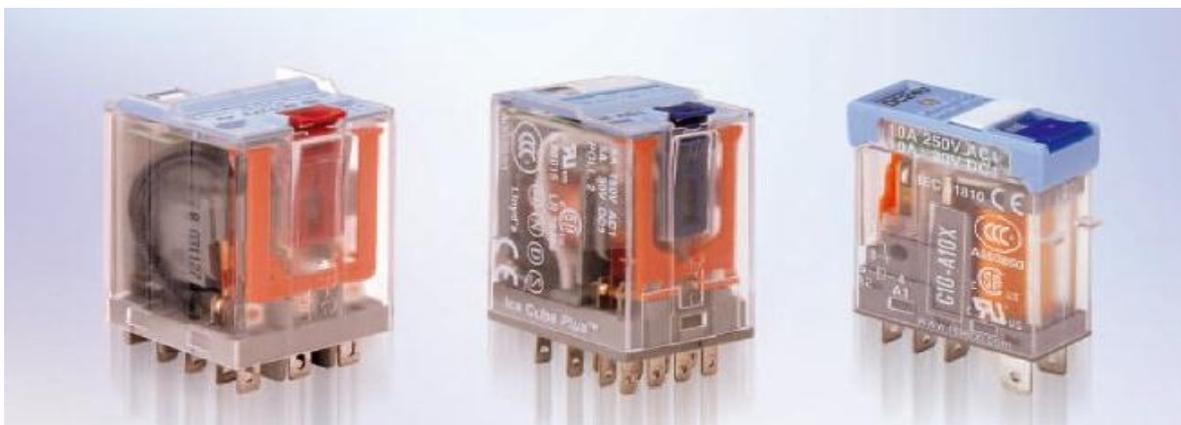


Figura 11: Relés encapsulados, tomada de <https://releco.de/es/hojas-tecnicas-reles-series-irc-mrc-qrc.html>

Sensores detectores de proximidad: Sirven para detectar la presencia o proximidad de un objeto sin tener contacto físico real con el objeto. Con varios sensores pueden identificarse objetos diferentes, por ejemplo, al diferenciar entre objetos cortos, medios y largos. Los sensores de proximidad pueden ser de muy

diferente naturaleza; existen sensores ópticos, ultrasónicos, magnéticos, etc. (Ocampo, 2010, p.48).

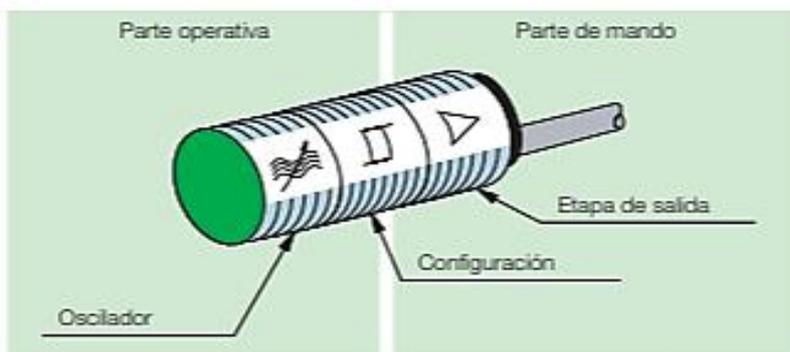


Figura 12: Detector de proximidad. Tomada de https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Specification+guide&p_File_Name=600020K05-mtp-vol3.pdf&p_Doc_Ref=600020K05&_ga=2.106961410.105471583.1532975752-1044205147.1532975752. Pág. 566.

Sensores de proximidad inductivo: sirven para detectar la presencia de objetos metálicos. Pueden ser utilizados para detectar la posición o movimiento. Un sensor inductivo está conformado por una bobina de núcleo de ferrita, un circuito oscilador/detector y un interruptor de estado sólido. El oscilador crea un campo magnético en el frente del sensor, centrado en el eje de la bobina. Cuando un metal entra en el campo magnético disminuye la amplitud de las oscilaciones a causa de la pérdida de energía en el objeto metálico. El detector identifica este cambio de amplitud y activa el interruptor de salida. Cuando el objeto abandona el área del campo magnético, la amplitud toma de nuevo su valor y se desactiva el interruptor de salida. (Ocampo, 2010, p.48).

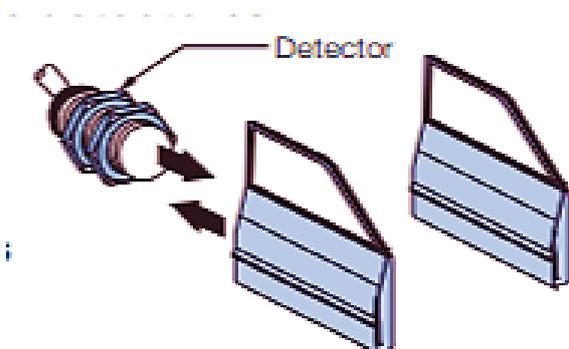


Figura 13: Detector de proximidad inductivo, tomada de https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Specification+guide&p_File_Name=600020K05-mtp-vol3.pdf&p_Doc_Ref=600020K05&_ga=2.106961410.105471583.1532975752-1044205147.1532975752. Pág. 566.

Los sensores capacitivos de proximidad se construyeron con la finalidad de que permitan la generación de un campo electroestático y sean capaces de percibir la presencia de un elemento cuando se encuentra cerca a la zona de detección; produciéndose una variación en la capacitancia del sistema de la sonda, la que al llegar a un nivel determinado, el oscilador entra en funcionamiento, que a su vez generara un cambio en el estado del circuito de salida. Si no detecta la presencia de algún elemento permanecerá en estado inactivo.

Los detectores capacitivos son requeridos para percibir el nivel de sustancias como fluidos, materiales pulverizados o granulados, algunas aplicaciones típicas: detección de nivel de aceite, agua, PVC, colorantes, harina, azúcar, leche en polvo, posicionamiento de cintas transportadoras, detección de bobinas de papel, etc. (Ocampo, 2010, p.50).



Figura 14: Detector de proximidad capacitivo, tomada de https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Specification+guide&p_File_Name=600020K05-mtp-vol3.pdf&p_Doc_Ref=600020K05&_ga=2.106961410.105471583.1532975752-1044205147.1532975752. Pág. 567.

Un sensor fotoeléctrico actúa como un interruptor en el que la función del accionador mecánico se sustituye por un haz de luz. Los sensores fotoeléctricos utilizan un haz de luz que permiten revelar la presencia de objetos que bloqueen o reflejen el haz luminoso. Un fototransistor detecta la presencia o la ausencia d luz

proveniente de un emisor. La detección del objeto ocurre cuando se interrumpe o se varía la intensidad del haz luminoso.

Los sensores fotoeléctricos se activan al detectar una variación en la intensidad de la luz sobre un fotodetector. El cambio de luz permite al sensor captar la presencia ausencia del objeto, así como su tamaño, reflectividad, opacidad, translucidez y color.

Los sensores fotoeléctricos pueden reemplazar a los finales de carrera en muchas ocasiones. Tienen la ventaja de utilizar menos partes móviles, lo que significa menos mantenimiento. Pueden operar con distancias desde unos cuantos milímetros hasta más de 100 metros.

Los detectores ópticos, pueden clasificarse según el sistema de detección, en sensores: a) tipo barrera, b) tipo réflex, c) tipo autoréflex. (Ocampo, 2010, p.50).

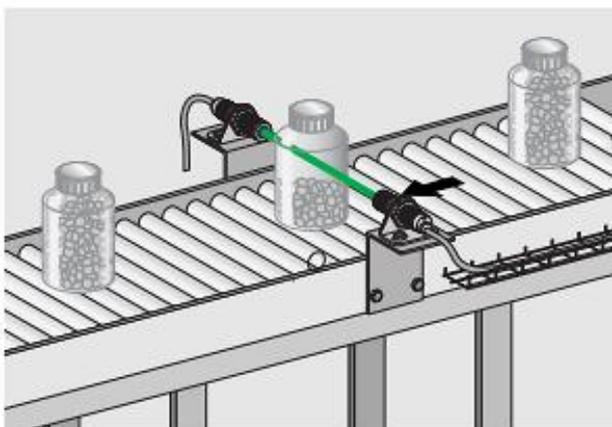


Figura 15: Detector foto eléctrico, tomada de https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Specification+guide&p_File_Name=600020K05-mtp-vol3.pdf&p_Doc_Ref=600020K05&ga=2.106961410.105471583.1532975752-1044205147.1532975752. Pág. 639.

Temporizadores. - dispositivo electrónico que pueden ser analógicos o digitales. Y dos tipos clásicos: On Delay (trabaja a la conexión) y Off Delay (trabaja a la desconexión). Estos dispositivos activan o desactivan un circuito luego de un tiempo que ha programado previamente.



Figura 16: temporizadores electrónicos

http://www.monterosa.com.ar/pdf/Montero_SA-ManualDeProducto.pdf

Motores eléctricos. -

Son utilizados en la generación de movimiento de rotación, energía mecánica de rotación; a partir de la transformación de la energía eléctrica que se le ha suministrado. Son los que más uso hacen de los automatismos eléctricos.

Existen diversos tipos de motores eléctricos rotatorios, pero independientemente del tipo particular de motor, todos ellos tienen el mismo principio de funcionamiento y poseen algunas características eléctricas y mecánicas que son comunes. Los motores eléctricos en general basan su funcionamiento en el principio según el cual, cuando circula corriente por un conductor que está colocado dentro de un campo magnético, se ejerce sobre dicho conductor una fuerza que tiende a moverlo. La dirección de la fuerza resulta perpendicular a la dirección de campo y la dirección de la corriente.

Desde el punto de vista mecánico, el motor tiene dos partes principales: una fija conocida como estator y otra móvil conocida como rotor. Desde el punto de vista electromagnético se considera también dos partes principales: una donde se

desarrolla el campo magnético, conocida como excitación y otra portadora de la corriente efectiva conocida como inducido. (Ocampo, 2010, p.15).

Los motores más utilizados en la industria son los motores asíncronos trifásicos con rotor de jaula de ardilla. Estos se emplean en muchas aplicaciones como bombas, cintas transportadoras industriales, maquinas herramientas, etc.

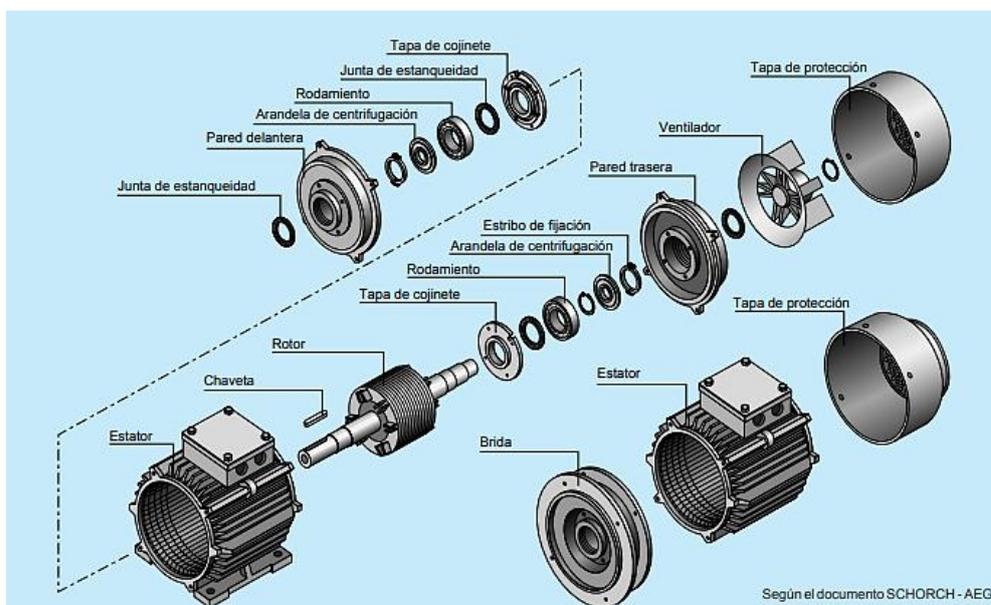


Figura 17: Estructura de un motor asíncrono trifásico de jaula
<http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>. Pág. 70.

Elementos de señalización

Las lámparas pilotos son dispositivos de señalización que permiten tener una información en forma de señal visual de lo que está sucediendo en el proceso. Generalmente viene incorporado al Tablero de Control, acompañando a los pulsadores con vista y acceso al operador. Una señal luminosa es aquella que es producida por bombillos incandescentes o de gas de baja potencia, entre las que se encuentran las lámparas piloto, ubicadas en paneles frontales de cajas eléctricas; la iluminación que proyecta tiende a cambiar de color dada la información que deben proporcionar sobre la función utilizada; verde significa correcto o normal; rojo o anaranjado condiciones anormales de la función de los elementos a controlar, tales como máquinas, instalaciones, alarmas, emergencias, paradas de instalaciones, disparo de térmicos por sobreintensidades, etc. El blanco (o transparente) indica la conexión de la maquina o circuitos a la tensión nominal de servicio. (Duran y col, 2007, p.65).

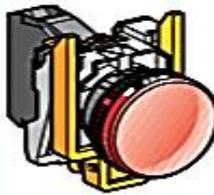
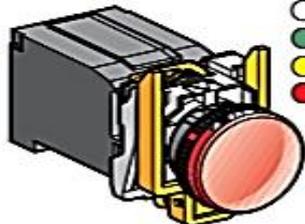
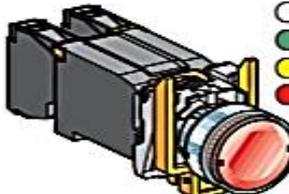
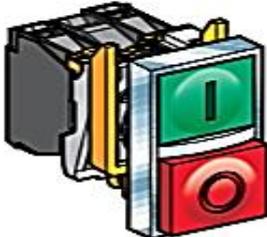
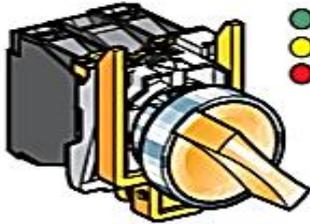
XB4-BD	XB4-BJ	XB4-BG
Funciones luminosas		
Pilotos luminosos		
Con LED integrado	Con lámpara BA 9s De alimentación directa	Con transformador secundario
		
XB4-BVB/BVG/BVM	XB4-BV6	XB4-BV3/BV4
Funciones combinadas (contacto + luminosa)		
Pulsadores luminosos rasantes		
Con LED integrado	Con lámpara BA 9s De alimentación directa	Con transformador
		
XB4-BW3-B5/BW3-G5/ BW3-M5	XB4-BW3-65	XB4-BW3-35/BW3-45
Pulsadores luminosos dobles	Selectores luminosos	
Con LED integrado	Con LED integrado	
		
XB4-BW84-5	XB4-BK12-B5/BK12-G5/BK12-M5	

Figura 18: Diversos tipos de pilotos, tomada de https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Specification+guide&pFile_Name=600020K05-mtp-vol3.pdf&p_Doc_Ref=600020K05&ga=2.106961410.105471583.1532975752-1044205147.1532975752 pág. 126.

Arranques clásicos de motores. – Los Tableros de control de máquinas, generalmente utilizan los siguientes tipos de arranques:
El arranque directo de un motor trifásico puede hacerse con control local y a distancia. El control a distancia requiere la implementación de pulsadores.

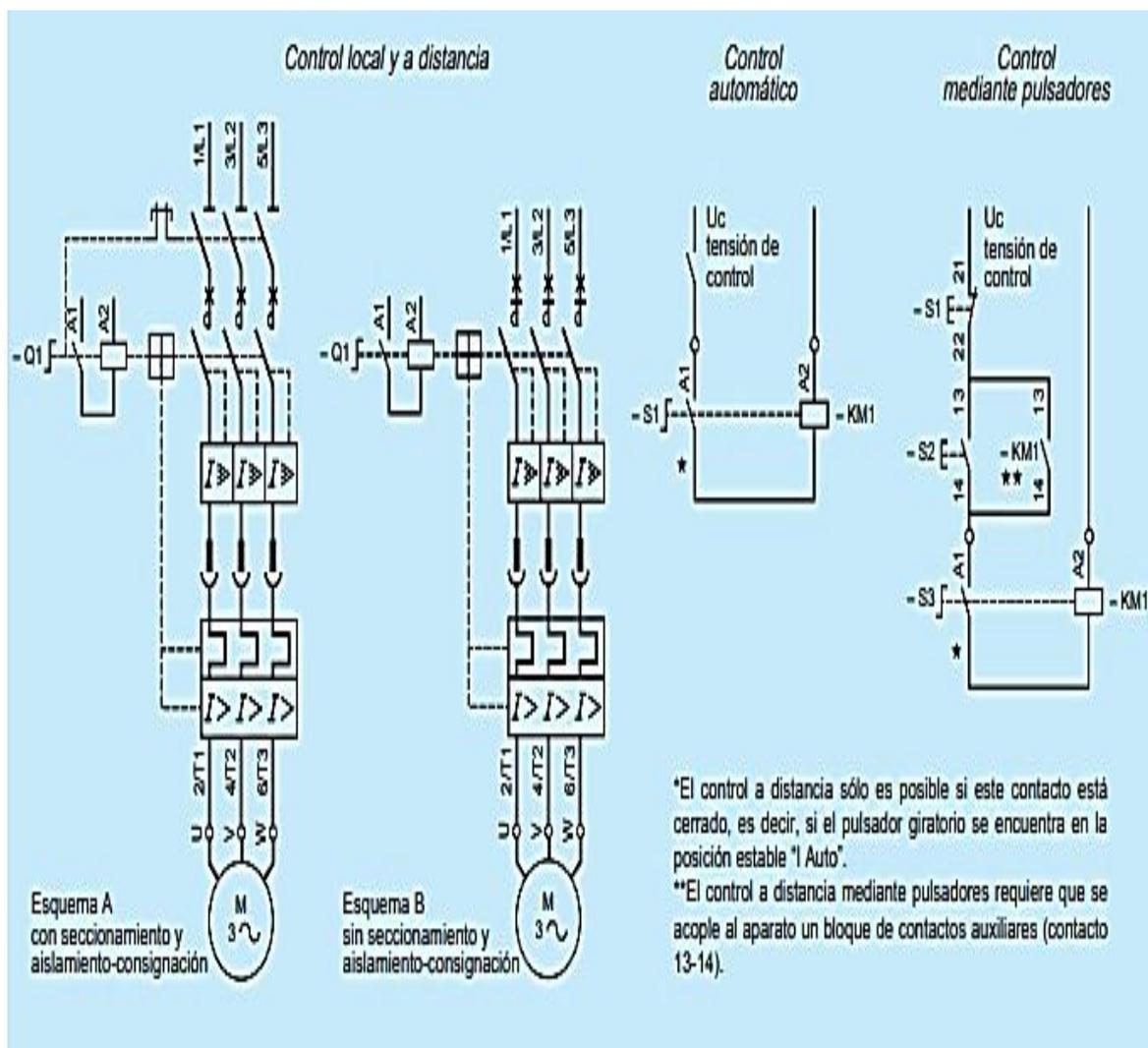


Figura 19: arranque directo con control local y a distancia por pulsador.

<http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf> _pág. 199.

La inversión de giro de un motor es muy usual en el control de máquinas. Para que se produzca la inversión de giro basta con permutar dos líneas de alimentación al motor. Para ello se utilizan dos contactores, para que cada uno de ellos tenga una respectiva secuencia de fases que ingresan a la alimentación eléctrica del motor.

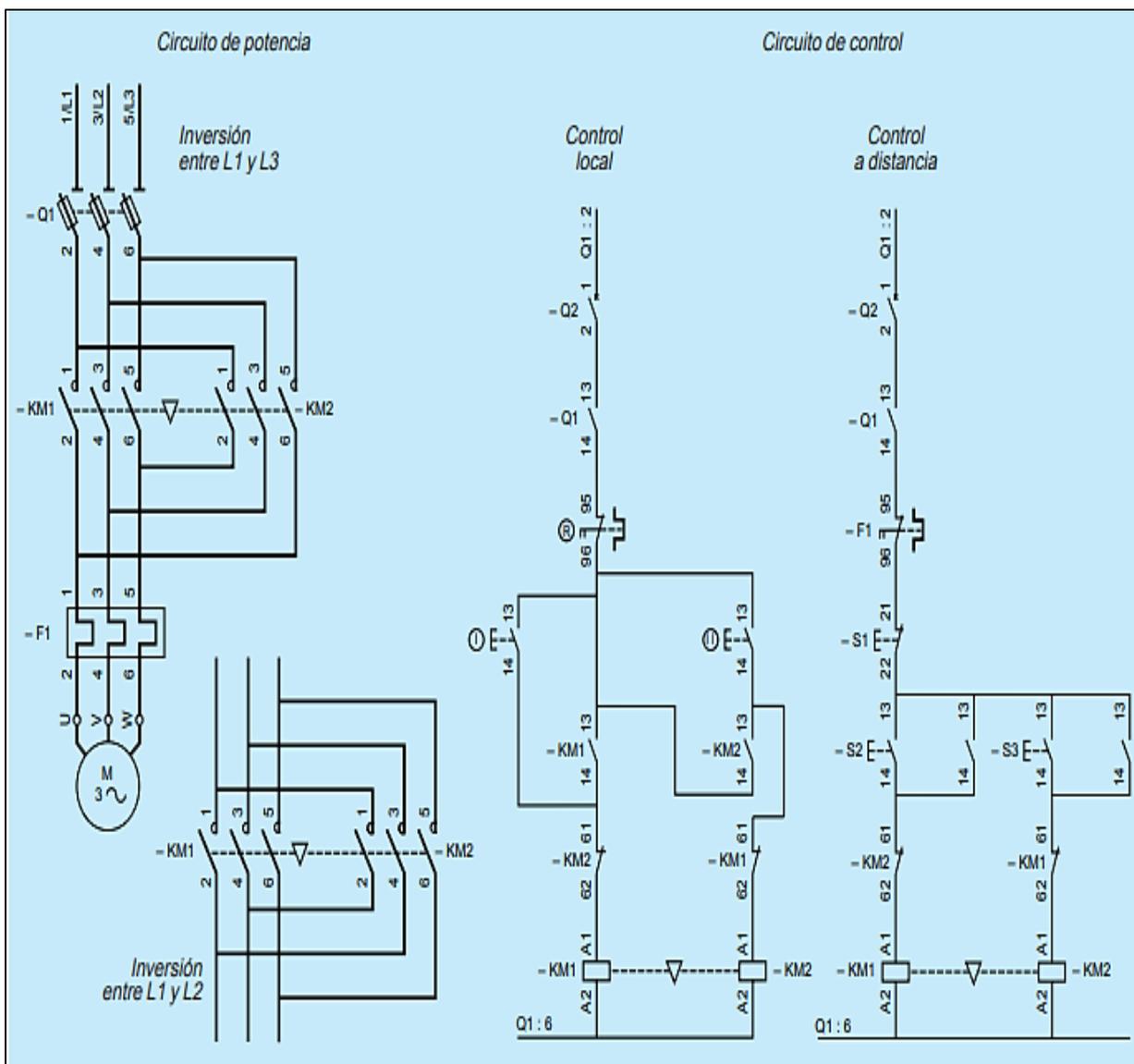


Figura 20: arranque directo con inversión de giro.

<http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>. Pág. 200.

El arranque estrella triángulo, se realiza para el control de máquinas con potencias superiores a los 5 HP, esto debido a que los motores en el momento de arranque pueden consumir hasta 7 veces más su valor nominal de corriente. Para evitar un consumo elevado de corriente durante el arranque se lleva a cabo la alimentación al motor mediante la técnica de tensión dividida. Es decir, cuando el motor que empieza el arranque en “conexión estrella”, se alimenta con menor tensión al motor y luego al pasar a la “conexión triángulo” por medio de un temporizador, desarrolla toda su potencia.

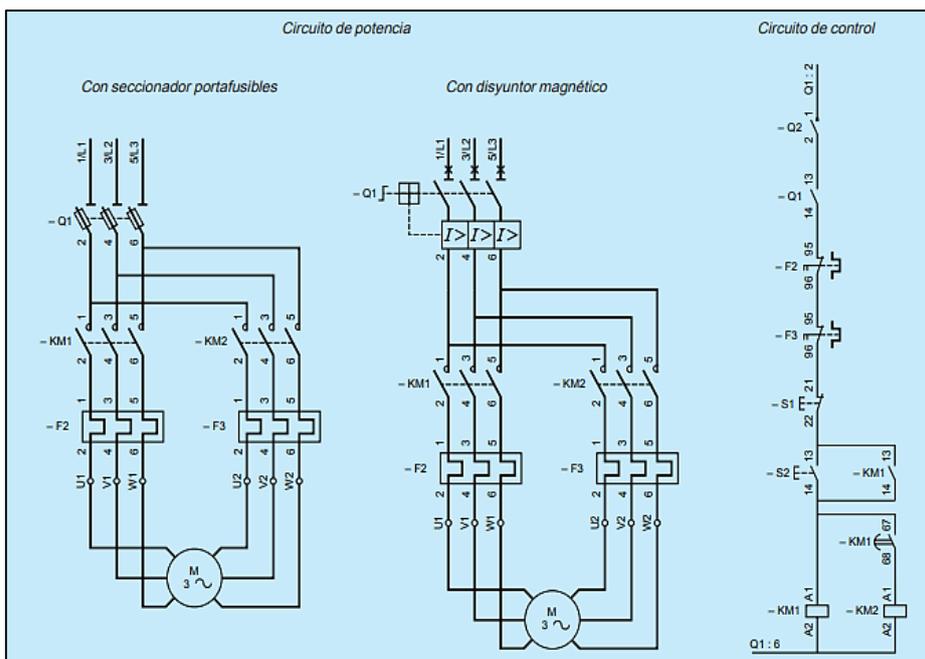


Figura 21: arranque para motor de devanados partidos
<http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>. Pág. 201.

La conexión Dahlander es muy usual en los casos de sistemas que requieren que motor opere con dos velocidades, sin necesidad de contar con un variador de frecuencia.

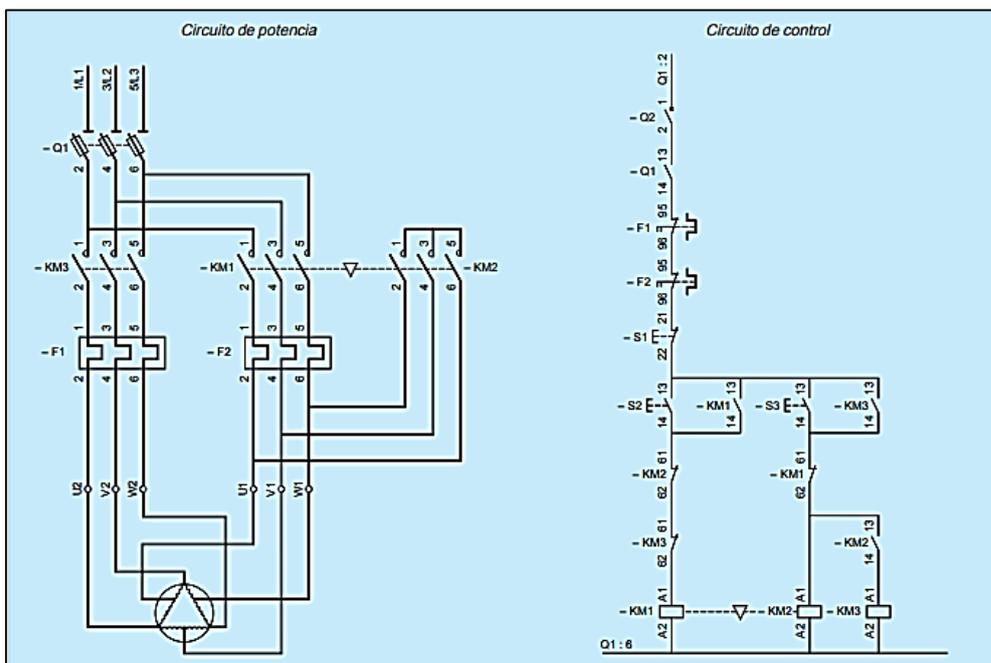


Figura 22: arranque para un motor de dos velocidades en conexión Dahlander
<http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>. Pág. 212.

Autómatas programables PLC

Definición del PLC. - Se entiende por Controlador Lógico Programable (PLC), a toda máquina electrónica construida con el objetivo de controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Aunque con la aparición de los Micro-PLC's, dirigidos a funciones sencillas y manipulables por personas no necesariamente especializadas. (Aguilera, 2002, p.14).

Un PLC (Controlador Lógico Programable) es un conector electrónico de estado sólido que tiene como función controlar un proceso o una máquina y que puede ser programado o reprogramado rápidamente según los requerimientos. Diseñado con la finalidad de sustituir a los relés en los que se basaban los circuitos secuenciales con los que se tenía el control de las máquinas. Este tiene como función principal controlar las entradas, dependiendo de su estado, permite o interrumpe sus salidas. Para hacer que el PLC realice una función específica, se requiere que mediante un software se le den las instrucciones adecuadas.

En la actualidad, la mayoría de los procesos industriales son controlados por un PLC. Este controlador, denominado también Autómata Programable, utiliza memorias para almacenar instrucciones de usuario, es decir los diseños planificados y así controlar procesos, máquinas, etc.



Figura 23: Controlador Simatic S7 1200, Siemens. Tomada de: https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/Documentacion-Didactica/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

Los PLCs tienen múltiples usos: maquinado de piezas, embaladoras, manipulación de materiales, ensamblado automático, así como en todas aquellas funciones que tengan la necesidad de controles. (Boscán, 2010, p.70).

Estructura del PLC

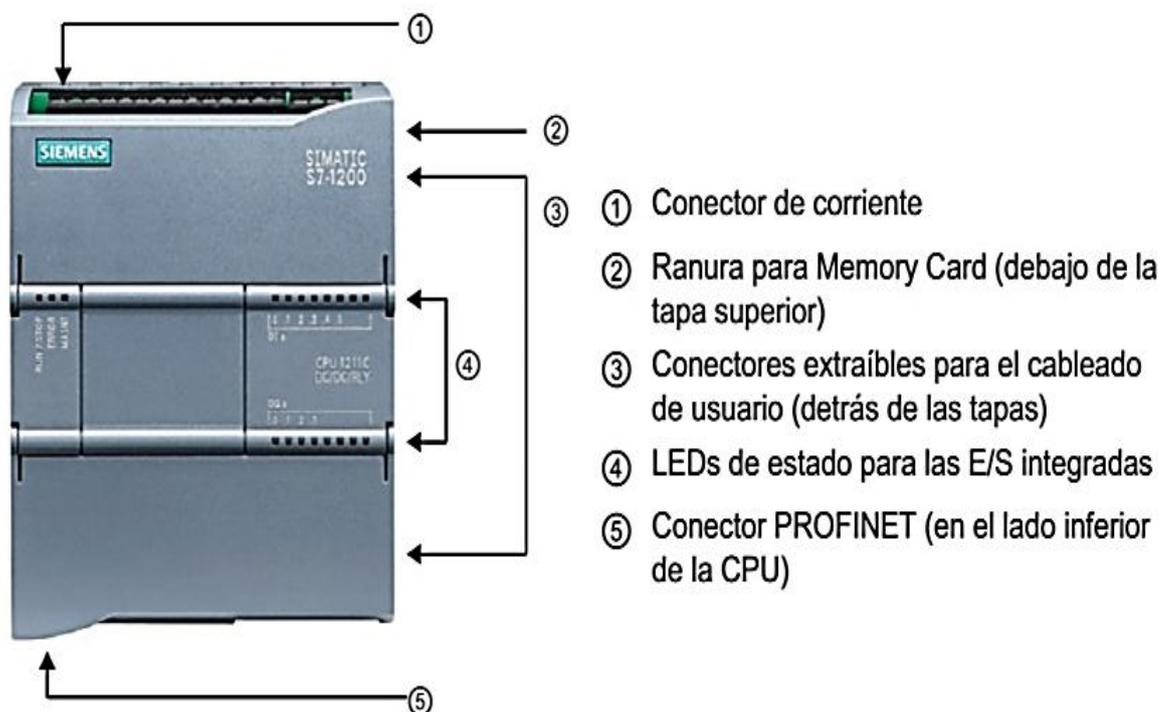


Figura 24: Partes externas de un PLC S7 1200 Siemens, tomada de:

http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_guia2.pdf. Pág. 2

Estructura interna

La estructura interna de un PLC nos permite conocer el funcionamiento de un PLC. Hay muchas formas de presentar la estructura interna de un PLC propuestas por diversos actores, sin embargo, todos coinciden en tres bloques fundamentales que son:

Bloques de entrada,
 Bloques de proceso y,
 Bloques de salida.

Sin embargo, es importante considerar otros elementos que hacen posible que un PLC desarrolle las funciones para el cual fue creada. Estos otros elementos son: Fuente de alimentación, Interfaces de entrada/salida, Procesador, Memorias, Módulo de comunicación y en algunos casos se incluyen Módulos Inteligentes para tareas más complejas.

La siguiente figura, muestra esta estructura interna del controlador.

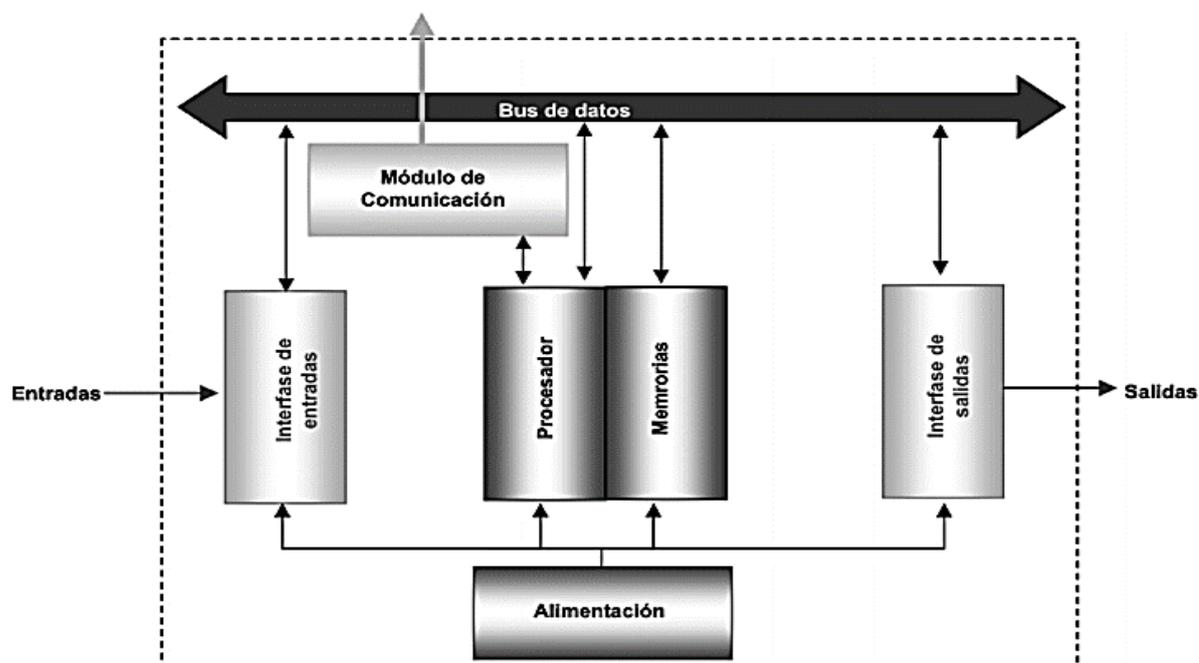


Figura 25: Estructura interna de un PLC, tomada de:
<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf> pág. 11

Asimismo, en la Parte 1 de norma Internacional IEC 61131, se define una estructura funcional de Controlador Lógico Programable (PLC), de la siguiente manera:

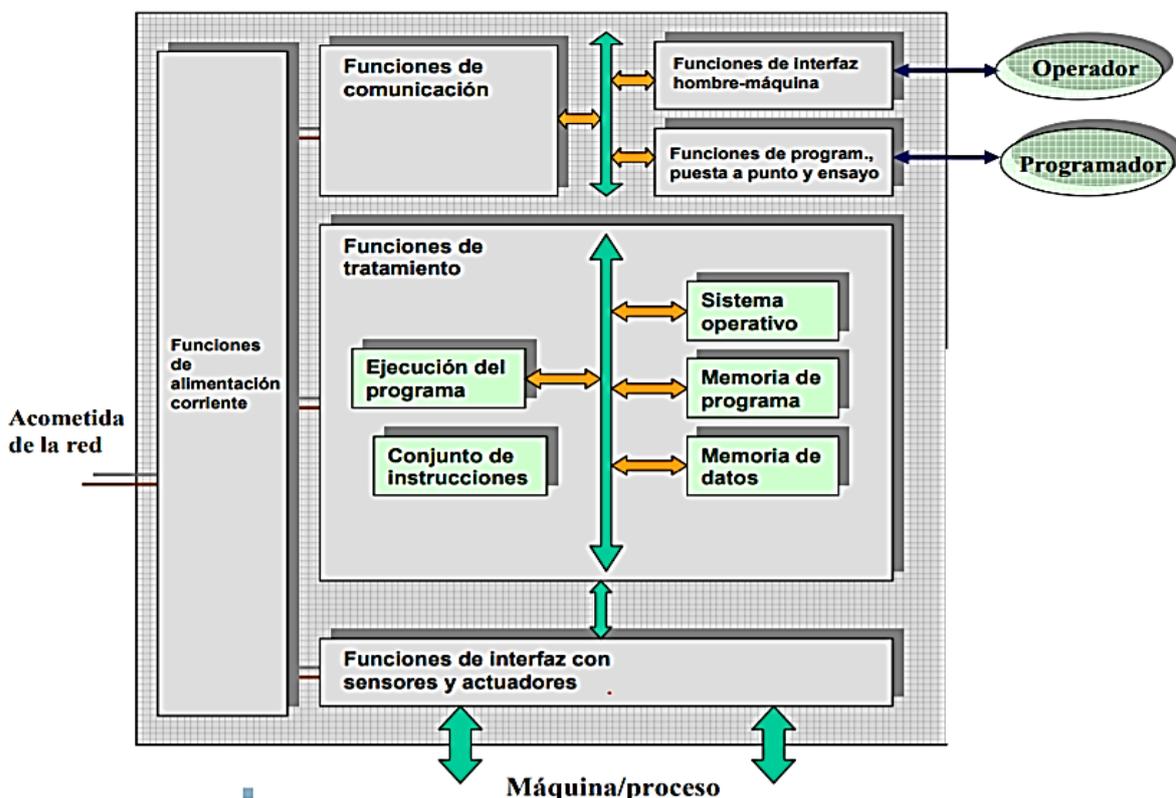


Figura 26: Estructura funcional de un Autómata Programable, tomada de: <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/Pres%20IEC%2061131.pdf>, Pág. 9

De la estructura interna podemos recalcar, los siguientes elementos o bloques:

Unidad central de proceso: elemento indispensable e insustituible, cerebro del controlador programable. Su función es la de conocer el estado de las entradas, efectuar el análisis del software que se le ha cargado, para luego emitir las ordenes de la salida. El “ciclo de scan” del programa (lectura de entradas, lectura de programa y escritura de salidas) se lleva a cabo por defecto en 150 milisegundos, tiempo que utiliza el PLC en la traducción del programa a lenguaje máquina, mediante operaciones lógicas para llevar a cabo la función estimada; siendo este proceso constante y de alta velocidad.

Los elementos que integran fundamentalmente a las unidades de proceso son microprocesadores y memorias; asimismo, están presentes una unidad de control, la memoria interna del programador RAM, temporizadores, contadores, memorias internas tipo relé, imágenes del proceso entradas/salidas, etc.

Emitidas las órdenes de entrada son transferidas al CPU, el que mediante un algoritmo de control producirá las órdenes de salida. El mismo que permanece en la memoria interna del PLC como un software diseñado y guardado por el encargado de su funcionamiento. Otra función del CPU es la verificación del sistema, actualización de las imágenes de entrada y salida y la medición del tiempo de ejecución del programa.

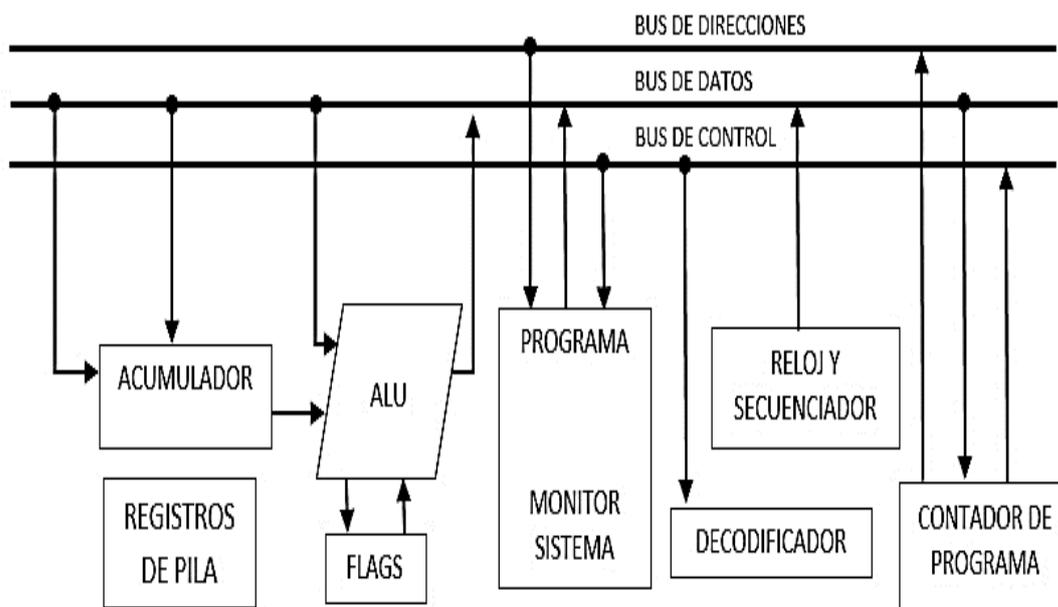


Figura 27: Estructura de la CPU del PLC. Tomada de <https://books.google.com.co/books?id=xfSjADqe70C&lpg=PA1&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q&f=false> Pág. 69.

De acuerdo a la estructura mostrada, la CPU contiene:

ALU: Unidad Aritmética Lógica, encargada de realizar operaciones aritmético lógicas.

Acumulador: encargada de almacenar el último resultado de la ALU.

Flags: Indicadores de desempeño de resultado (positivo, negativo, mayor, menor que).

Contador de Programa: Permite conocer las órdenes de usuario.

Decodificador de Instrucciones y Secuenciador: se encarga de decodificar las órdenes permitiendo la generación de las señales de control.

Pila: este bloque se encarga de priorizar las indicaciones a realizar, y evitar errores en las mismas o en el programa.

Monitor Sistema: responsable de guardar la secuencia de puesta en marcha, rutinas de test y error de ejecución.

Memoria de programa: responsable de guardar la secuencia a realizar a partir de las órdenes de entrada, y también los datos de configuración del PLC.

Memoria de Datos y Memoria Imagen E/S: Esta se encarga de guardar los resultados de los cálculos y del uso de variables internas, ligada con la ALU, asimismo guardar las instrucciones de entradas o las emitidas por las salidas.

En la figura 28, se muestra en detalle los tipos de memorias que intervienen en el proceso de funcionamiento del PLC.

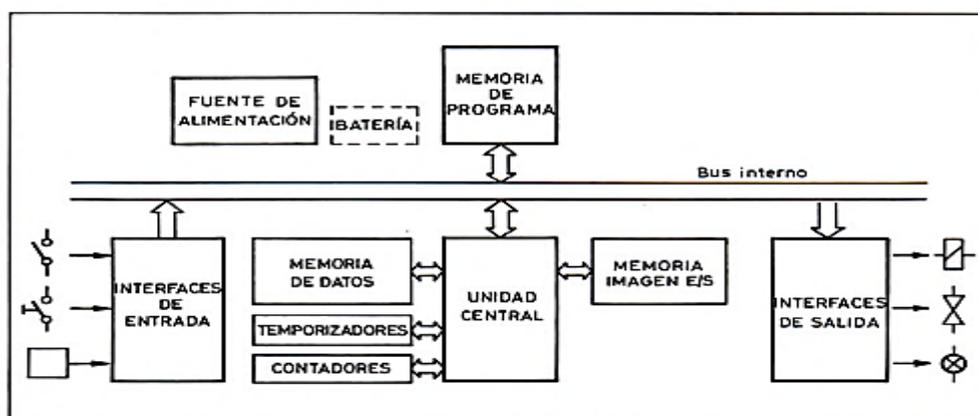


Figura 28: Diagrama de bloques, Interacción de las memorias del PLC. Tomada de:

<https://books.google.com.co/books?id=xfSjADge70C&lpg=PA1&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q&f=false>. Pág. 67.

Teniendo en cuenta el esquema anterior, podemos decir que cuando conectamos tanto en las entradas como en las salidas, sus respectivos elementos: a la entrada una señal digital y a la salida un relé para accionar indirectamente una carga; todo esto va a generar una interacción entre entradas y salidas cuya información se almacena en la memoria específica, es decir el PLC hace un barrido de la información de sus entradas. Asumiendo que el PLC tiene 8 entradas, lo almacena como mínimo con un byte que tiene 8 bits, donde cada uno de esos bits representa una entrada digital. Una entrada se activa cuando se acciona el pulsador, por lo cual se estaría observando que el respectivo bit cambia su valor de cero a uno (on – off), y se va almacenando en memoria, y cada determinado tiempo (ciclo), el bit hace la actualización y lo guarda en la respectiva memoria (Memoria de Imagen); es decir se produce un “reflejo” de lo que sucede en las entradas físicas. Toda esta

información será cargada en la memoria del programa través de un cable de transferencia previamente diseñado en una PC. Para que el PLC opere, requiere de una alimentación eléctrica externa o interna (incorpora). Para diseñar y ejecutar con uso de temporizadores o contadores, por ejemplo, nuestra estrategia de control muchas veces se requiere de una memoria de datos.

Interfaz de Entrada y Salida: su función es la de comunicar el PLC con los elementos de que lo componen, acopiando y dirigiendo ordenes e información para ser discriminadas en el CPU, a partir del este, se llevaran a cabo todo aquello que el software tiene diseñado.

Los Módulos de Entrada pueden ser de dos tipos:

-Entradas digitales: Reciben señales discretas de los sensores de campo, es decir dos valores estados: encendido o apagado. Las señales provienen de elementos como: interruptores, pulsadores, sensores inductivos, capacitivos, fin de carrera, etc.

Entradas analógicas: Permite la captación de señales analógicas de los elementos de campo, y provienen de sensores que miden valores que varían en función del tiempo de una variable física. Por lo cual, estas señales analógicas se convierten en una señal digital a través de conversores ubicados en el interior del PLC.

Los módulos de salida pueden ser:

- **Módulos de Salida Interna:** Se encargan de realizar la asociación de las señales digitales utilizadas por el PLC y las señales analógicas o cuantizadas que utilizan los actuadores.

- **Módulos de Salida Externa:** aquí se llevan a cabo las conexiones entre el PLC y los actuadores. Pueden ser de dos tipos:

-Las salidas digitales, que son de tensión y de relé. Las primeras asignan una señal de tensión, que varía en función del fabricante, al estado 1 lógico y 0 voltios al 0 lógico. Mientras que las segundas en un contacto seco, cierra con estado 1 y produce su abertura con estado 0.

-Las salidas analógicas, con rangos de salida entre 0VDC y 10VDC en las salidas de tensión y de 4mA a 10mA en las de intensidad, siendo los valores establecidos por los fabricantes. Las mismas que están dirigidas a los servomotores o solenoides.

A estas salidas, el PLC asigna un espacio en la memoria llamada imagen de salida, que contiene la información sobre las salidas en todo momento.

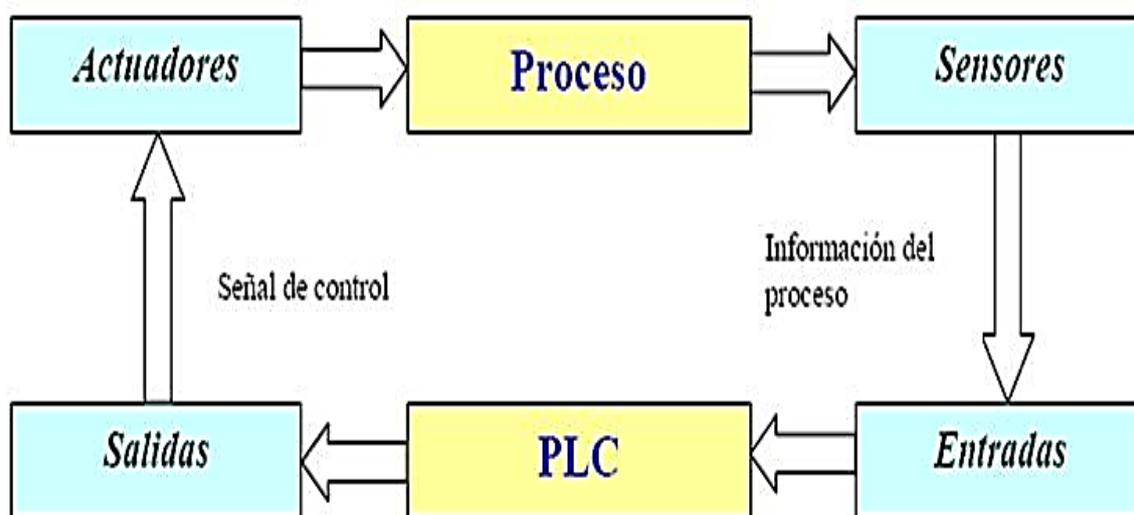


Figura 29: esquema de la labor del PLC. Tomada de: <https://davidrojasticsplc.wordpress.com/2009/01/14/el-automata-programable/>

Fuente de Alimentación: Es la unidad que provee la energía necesaria al PLC para su funcionamiento. Generalmente operan a 24 VDC. En otros casos 220 V AC, entre otros voltajes.

Contadores: Basados en los contadores digitales, su función es la de registrar los sucesos externos, producido a través de las entradas.

Temporizadores: Actúa de forma similar a un contador, diferenciándose en que el registro de eventos externos se lleva a cabo mediante un generador de pulsos o de frecuencia dentro de la CPU.

Buses de Campo: es el puente de intercambio de información entre PLCs, PCs u otros, en los que se utilizan los protocolos de información, Profibus, Profinet, MPI, Device Net, IO Link, etc.

Conversores Analógico-Digitales: realizan la interpretación y transformación de datos analógicos a datos binarios.

Los Buses de Comunicación hacen posible entonces, las conexiones que permiten la comunicación entre las unidades de memoria, la CPU, las interfaces de salida y entrada, contamos con 3 buses:

Bus de control: Modera los intercambios de información.

Bus de datos: Transfiere datos del sistema.

Bus de dirección: Direccionalamiento de la memoria y de los demás periféricos.



Figura 30: conexión entre Pc y PLC para la transferencia de programa de control con PLC S7 1200, Tomada de: <https://www.automationdirect.com/clickplcs/hardware/click-programmingcable>

Lenguajes de programación

Permiten escribir de diversas formas el programa usuario. Según IEC 61131, existen cuatro lenguajes de programación normalizados. Entendiéndose que su sintaxis y semántica ha sido definida, no permitiendo particularidades distintivas (dialectos). Una vez aprendidos se podrá usar una amplia variedad de sistemas basados en esta norma.

Los lenguajes consisten en dos de tipo literal y dos de tipo gráfico:

Literales:

- * Lista de instrucciones (Instruction List, IL).
- * Texto estructurado (Structured Text, ST).

Gráficos:

- * Diagrama de contactos (Diagram Ladder, LD).
- * Diagrama de bloques funcionales (Function Block Diagram, FBD).

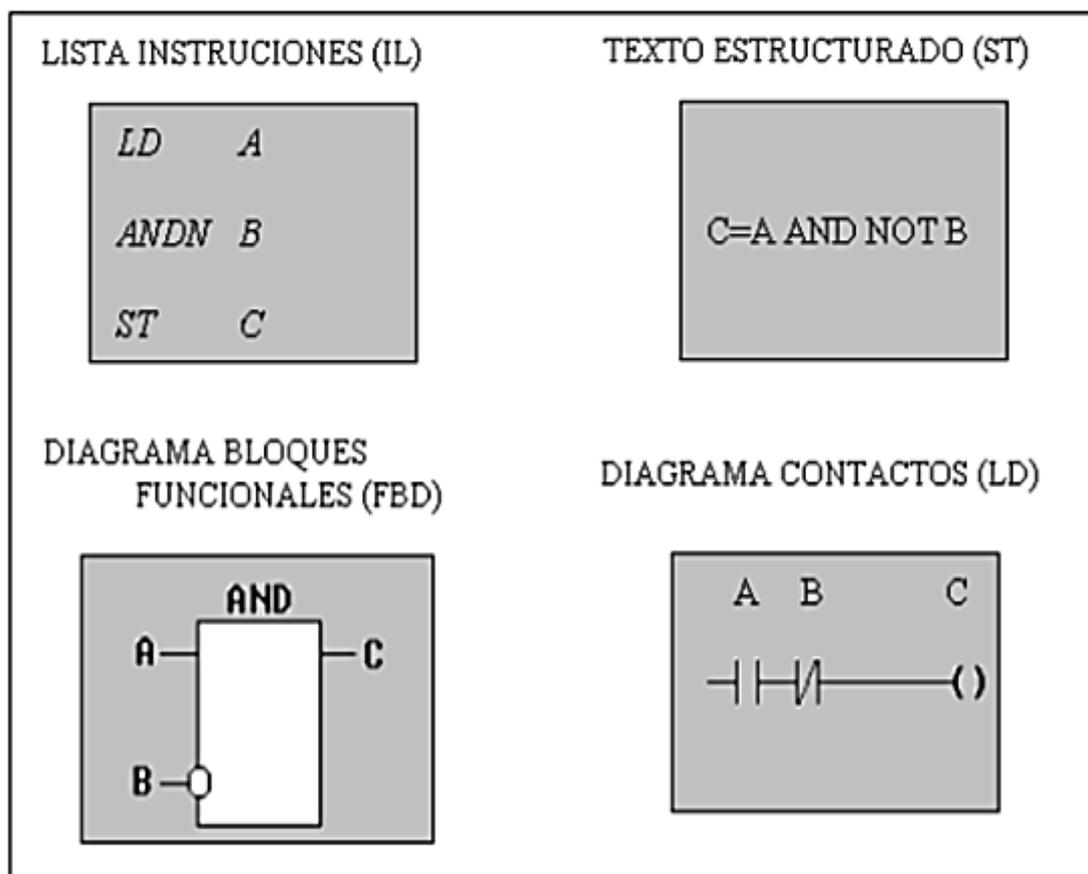


Figura 31: Lenguajes de Programación según IEC-1131-3. Tomada de: <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/iec1131-3%20espa%F1ol.pdf>

Lista de Instrucciones. -

La lista de instrucciones (IL o AWL) es un lenguaje de bajo nivel, similar al lenguaje ensamblador. Con IL solo una operación es permitida por línea (Ej. Almacenar un valor en un registro). Este lenguaje es adecuado para pequeñas aplicaciones y para optimizar partes de una aplicación. (Aguilera, 2002, p.43).

A	I	10.0
AN	I	10.1
JNB	_001	
L	IW	0
T	QW	0
SET		
SAVE		
CLR		
_001:	A	BR
=	L	0.0
AN	L	0.0
JNB	_002	
L	MW	2
T	QW	0
_002:	NOP	0
A	L	0.0
BLD	102	
=	Q	10.1

Figura 32: Lista de Instrucciones, STEP 7, desarrollado por Siemens. Tomada de:

[http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion de referencia ISE6 1 2.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_2.pdf). Pág. 13

Texto estructurado. -

El texto estructurado (ST) es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques que posee una sintaxis parecida al pascal. El ST puede ser empleado para realizar rápidamente sentencias complejas que manejen variables con un amplio rango de diferentes tipos de datos, incluyendo valores analógicos y digitales. (Aguilera, 2002, p.44).

```

Q 4.0 := I 0.0 AND I 1.1 OR NOT I 0.1
IF Q 4.0 == 1 THEN GOTO M001
ELSE Q 1.0 = NOT Q 4.0;
END_IF;
M001 MW 2= 1+MW 2;

```

Figura 33: Texto Estructurado. Tomada de:

[http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion de referencia ISE6 1 2.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_2.pdf).

Pág. 12

Diagrama de bloques funcionales. -

El diagrama de funciones (function block diagram o FBD) es un lenguaje gráfico que permite programar elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre sí de forma análoga al esquema de un circuito. Es adecuado para muchas aplicaciones que involucren el flujo de información o datos entre componentes de control. (Aguilera, 2002, p.45).

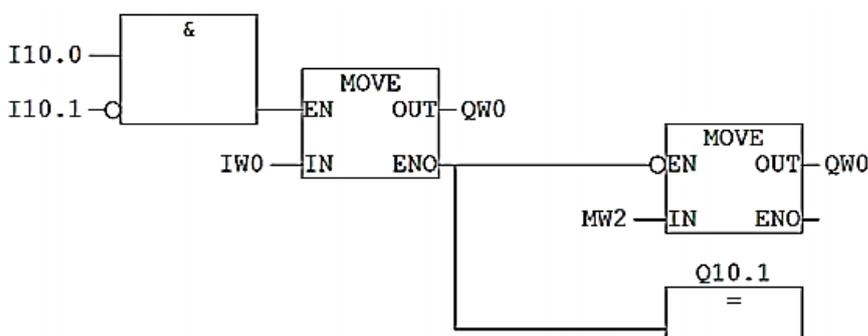


Figura 34: Diagrama de Bloque de Funciones. Tomada de: [http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion de referencia ISE6_1_2.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_2.pdf). Pág. 11.

Diagrama de contactos. -

El diagrama de contactos (ladder diagram LD) es un lenguaje que utiliza un juego estandarizado de símbolos de programación. En el estándar IEC los símbolos han sido racionalizados (se ha reducido su número). (Aguilera, 2002, p.44)

Este tipo de diagramas es el más utilizado por la mayoría de los programadores por su mejor entendimiento y versatilidad a la hora de diseñar.

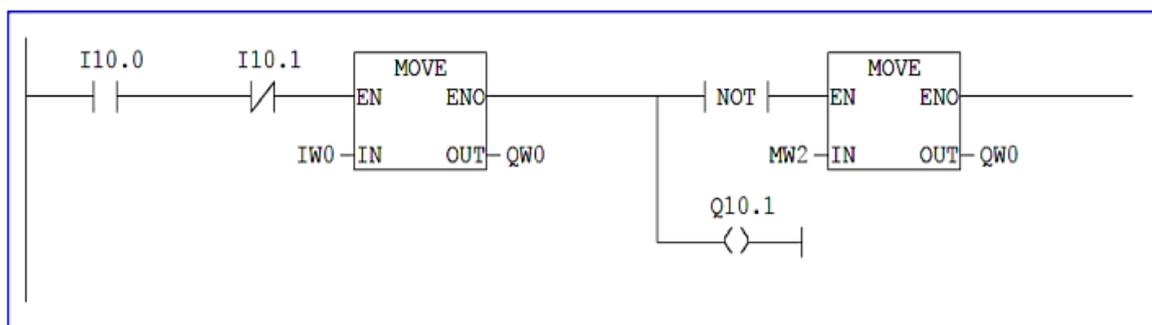


Figura 35: Diagrama de contactos. Tomada de: [http://www.ieec.uned.es/investigacion/dipseil/pac/archivos/informacion de referencia ise6_1_2.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/dipseil/pac/archivos/informacion_de_referencia_ise6_1_2.pdf) pág. 12

Características del PLC

A pesar de existir una amplia gama de PLCs actualmente en el mercado, sin embargo, todos tienen en mismo principio de funcionamiento, unos más potentes e “inteligentes” que otros, pero en forma general, poseen las siguientes características.

- Su construcción está basada en microprocesadores.
- Tienen memoria programable.
- Tienen arquitectura modular, pueden ampliar su capacidad.
- Utilizan un software para la programación de los diseños a controlar.
- Temporizadores, contadores por software.
- Control de relés por software.
- Tienen indicadores de diagnóstico.
- Todas las variables del sistema se almacenan en la memoria.
- Tienen interfaz de comunicación.
- Permiten realizar simulaciones en su software respectivo.

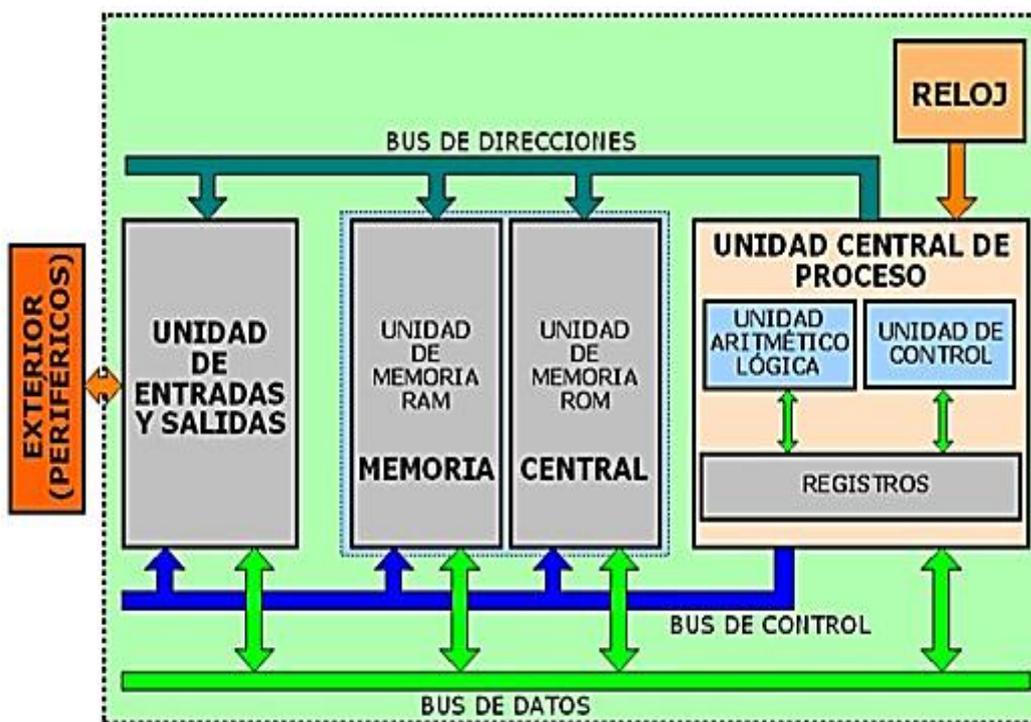


Figura 36: Diagrama de PLC. Tomada de <https://arquitecturaecci.wordpress.com/2011/02/23/diagrama-de-bloques-cpu/>.

Ventajas del PLC

(Laura y Yunganina, 2013, p.63) consideraron las siguientes ventajas del uso de los PLC frente a lógica cableada antigua:

- Ahorro de tiempo en el diseño del proyecto.
- Permite realizar cambios sin alterar el cableado ni añadir elementos.
- Reducido espacio de ocupación.
- Ahorro de gastos de instalación.
- Ahorro de tiempo para llevar a cabo el funcionamiento, al reducir el de cableado.
- Control múltiple con el mismo autómeta.
- Economía de mantenimiento. Reutilización del PLC en otra máquina o sistema de producción.
- Como es una tecnología que sigue evolucionando seguramente este listado se incrementará día a día.

Inconvenientes del PLC

Requiere de un programador, siendo necesaria la capacitación de los técnicos, aunque ya las universidades realizan el adiestramiento. El coste inicial también puede ser un inconveniente. (Laura y Yunganina, 2013, p.64).

Tipos de PLC

Compactos: Todos los componentes se encuentran integrados en un solo equipo (CPU, Fuente de alimentación, módulos de entrada y salida). Al no encontrarse a la mano de los usuarios no pueden ser modificados. Existen en diferentes formas y capacidades tales como: número de entradas, capacidad de memoria, número de salidas, opciones de comunicación, etc. Generalmente cuentan con un número fijo de E/S digitales, una o dos canales de comunicación para programar el PLC y HMI.



Figura 37: Ejemplos de PLCs Compactos. MicroLogic de Allen Bradley (izquierda), Logo de Siemens (medio) y Zelio de Schneider (derecha).

Actualmente, algunos tipos de PLCs Modulares permiten acoplamientos con un módulo de E/S adicional. Así como la incorporación de un módulo que hace de fuente de alimentación.

Modulares: Son PLCs que permiten la incorporación de varios componentes o módulos, por lo que permite ampliar las capacidades de un PLC. Tienen costo más elevado que los tipos compactos, pero son mucho más versátiles y útiles en aplicaciones que exigen adaptabilidad a cambios. Estos PLCs son más potentes y tiene más funciones que los PLC compactos. La Unidad Central de Procesamiento, módulos de entradas y salidas, puertos de comunicación, y otros módulos se encuentran generalmente en paquetes separados en un riel DIN o en un riel con una forma especial y se van integrando como un solo PLC a través de un sistema bus. Los PLCs modulares permiten el acoplamiento de una mayor cantidad de entradas/salidas, soportar software más complejo, guardar mayor cantidad de información y funcionar en modo de multitarea. Usualmente está dirigido para el control, regulación, posicionamiento, procesamiento de datos, manipulación, comunicación, monitorización, servicios-web, etc.



Figura 38: PLCs Modulares. S7 300 de Siemens.

Aplicaciones del PLC

Las principales aplicaciones de los PLC son los siguientes:

Control Automático de máquinas:

Máquinas de procesamiento de gravas, cementos y arena.

Máquinas procesadoras de tubos de cartón.

Maquinaria industrial para inyectoras de plástico.

Máquinas – herramientas complejas.

Máquinas de ensamblaje.

Maniobra de instalaciones

Instalación de parqueos automatizados

Instalación de viviendas, edificios “inteligentes”.

Instalaciones de seguridad.

Instalaciones de calefacción y aire acondicionado.

Instalaciones de plantas para el embotellado.

Instalaciones de transporte y almacenaje.

Instalaciones para tratamientos térmicos.

Instalaciones de la industria del automóvil.

En la siguiente figura observamos una aplicación de los controladores implementado para la fabricación de papel.

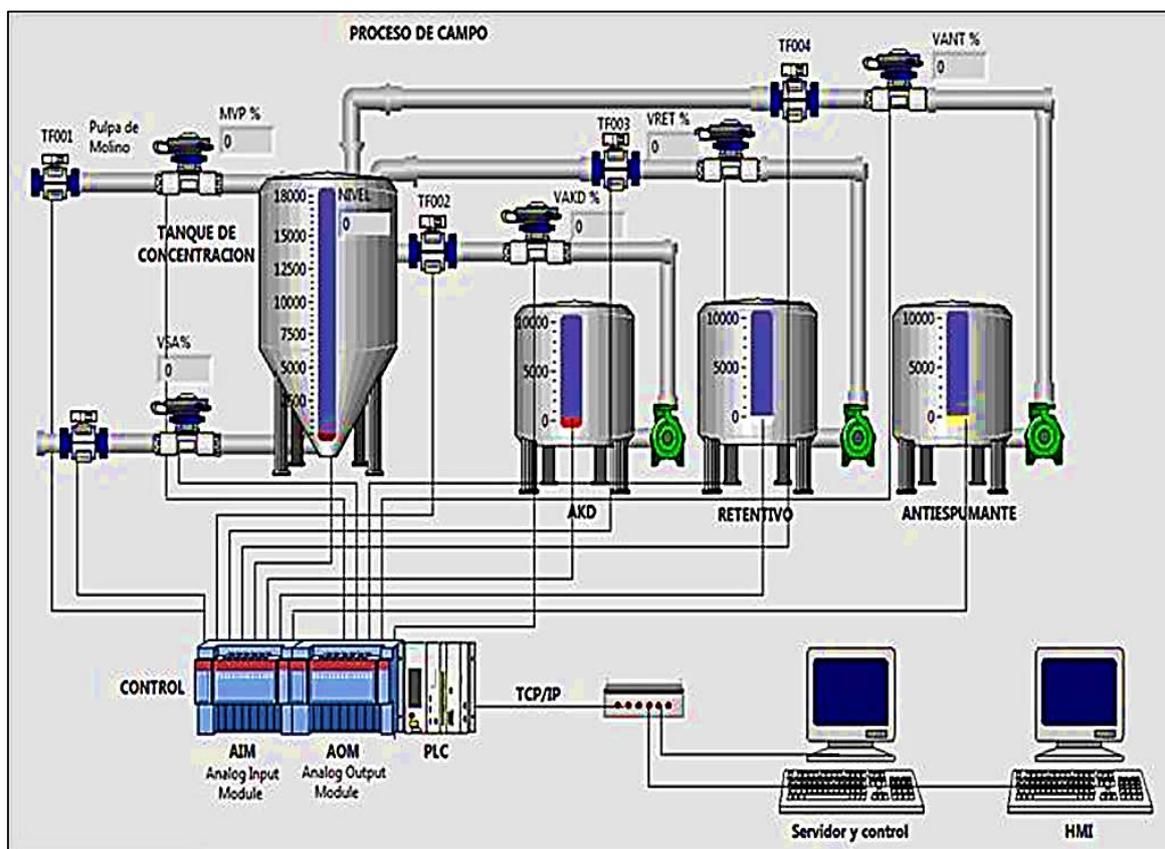


Figura 39: Control de relación para suministro de compuestos en el proceso de fabricación de papel. Tomada de: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tizayuca/n3/p3.html>

Interfaz hombre maquina HMI

Los equipos de visualización también denominados como Interfaz Maquina - Usuario, es decir, conocido por su acrónimo HMI (Human Machine Interface), es de uso necesario de preferencia cuando el usuario:

Requiera modificar parámetros del programa de control y generar acciones en los actuadores por medio de este panel.

Desea recibir información del estado del proceso controlado por el PLC.

Haya necesidad de detectar fallo en el sistema que controla el autómata programable. Aquí se generan alarmas para que el operador pueda realizar acciones oportunas de corrección.

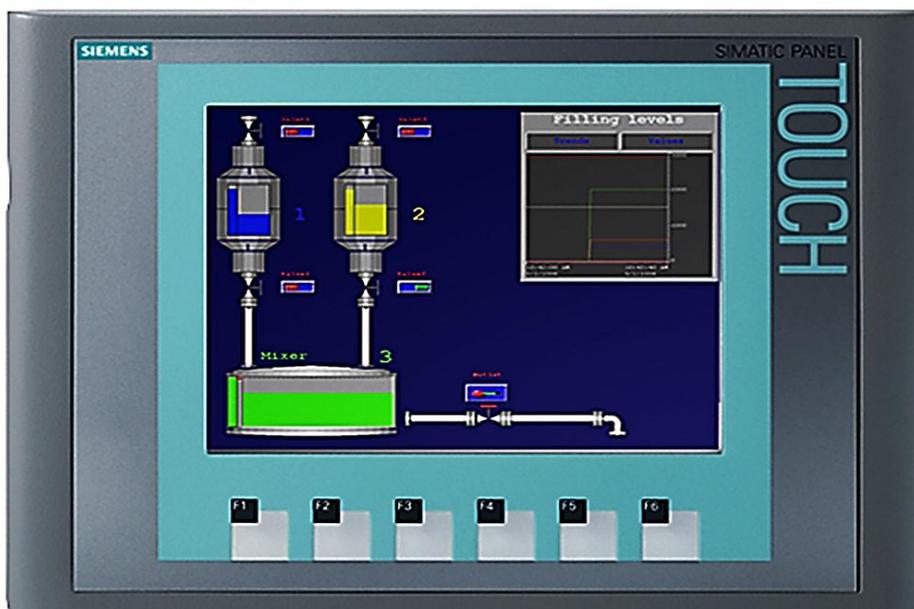


Figura 40: Panel HMI Siemens. Tomada de: <https://www.nexinstrument.com/6AV6647-0AD11-3AX0>

Para llevar a cabo esta interconexión es necesario establecer comunicación entre los equipos. En la figura se observa que cada equipo (HMI, PLC y PC) tiene una dirección, las mismas que deben configurarse en el Programa o software que utiliza dicho PLC.

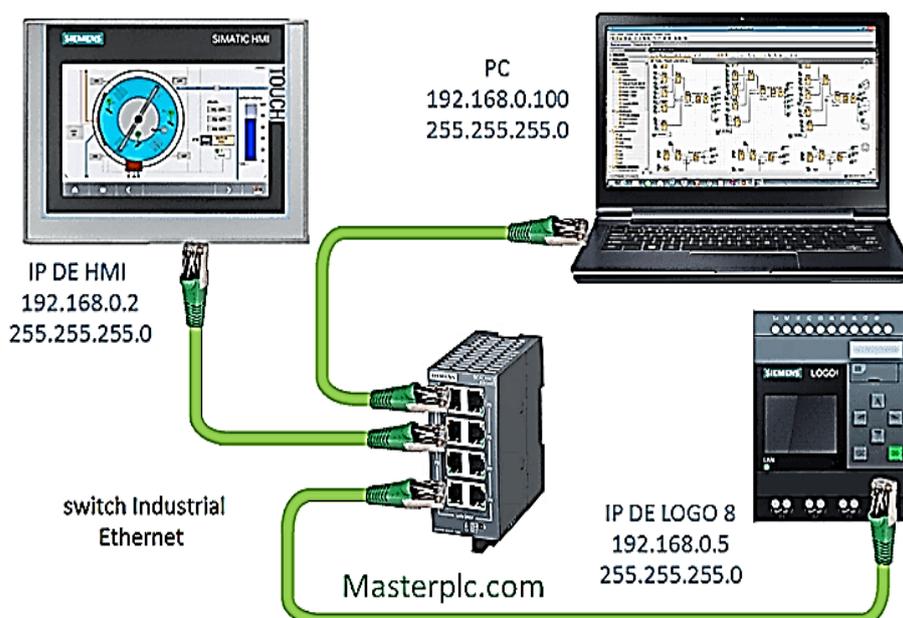


Figura 41: Interconexión del HMI con PLC y PC. Tomada de: https://www.google.com.pe/search?q=hmi&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjSpuzkmr3cAhWRv1MKHblxBVQQ_AUICigB&biw=1166&bih=562#imgrc=KbiuBW6-DVTIVM

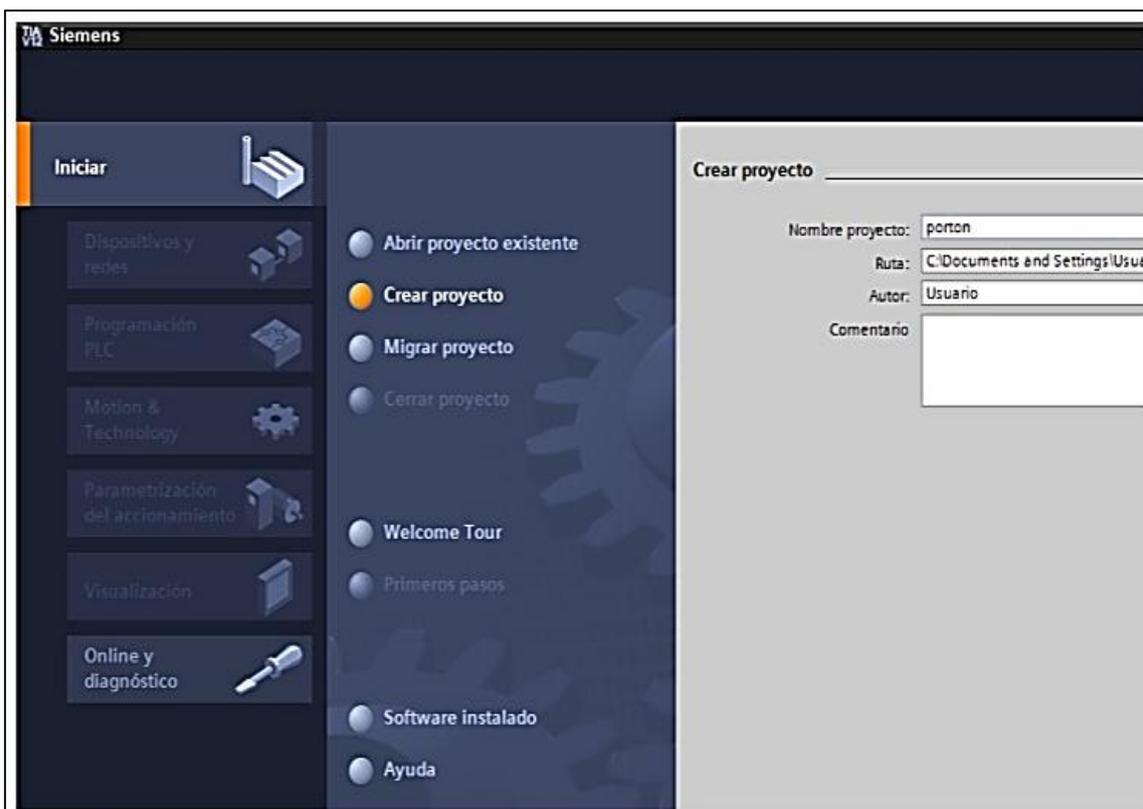


Figura 42: Software de Programación Tia Portal para PLC S7 1200 Siemens
<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

Programación y simulación virtual en PLCs.

La Programación en PLCs, considera las siguientes reglas:

Así, la estructura de un programa o proyecto se basa en POU, o, como es definido por la IEC 61131-3, aquellos bloques que constituyen los programas y los proyectos y que se denominan Unidades Organizativas de los Programas. Existen tres tipos de POU, declarados por el estándar como:

- Función (FUN) de tipo POU, aquella que puede tener parámetros fijados (argumentos) pero no tiene variables estáticas. Es decir, no tiene memoria de modo que para los mismos valores de entrada se obtienen siempre los mismos valores de salida.
- Bloque funcional (FB) de tipo POU, aquel con variables estáticas (memoria). Sus salidas siempre dependen de la condición de sus variables tanto internas como

externas, cuyos valores permanecen iguales entre las ejecuciones individuales del bloque funcional. Se trata también de aquellos bloques principales para generar un programa de PLC.

- Programa (PROG) de tipo POU, como el programa principal. Para los PLCs multitareas pueden ejecutarse simultáneamente un elevado número de programas principales. Además de las POU, un programa contiene también datos y direcciones. La validez de estos es local, para 1 POU o global, para todas las POU. En el caso del entorno CoDeSys, estos pueden soportar tres tipos de declaraciones: texto, tabular y automática. Las variables se encuentran fijadas a una dirección que puede ser un área de entrada y/o salida o un cierto marcador de esta área. La sintaxis que indica estas características es precedida por el símbolo “%” que indica que es una variable con las siguientes características: • Prefijos para el área: I – entrada; Q – salida; M – marcador;
- Para el tamaño: X – un solo bit; B – un byte (8 bits); W – una palabra (16 bits); D – una palabra doble (32 bits). Respecto a los tipos de datos, es el estándar IEC 61131-3 el que define una multitud de tipos de datos estandarizados, denominados tipos de datos elementales. Estos se caracterizan por tener muchos bits, y un rango de valores admisible. Además, el usuario también puede definir otros tipos de datos que pueden crearse y utilizarse analógicamente. Todos estos datos son muy similares a los lenguajes utilizados en niveles elevados como C/C++ y PASCAL.
- Finalmente, es necesario señalar que, con el entorno CoDeSys es posible realizar ciertas operaciones: asignación, operaciones de tipo Booleano, operaciones analógicas, comparaciones, selección, conversión de tipo, operaciones con números reales, desplazamientos de bits, y otro tipo de operaciones especiales. Sin embargo, el proceso de creación de un programa PLC (fase de modelo) no es sencillo y deben cumplirse las siguientes fases:

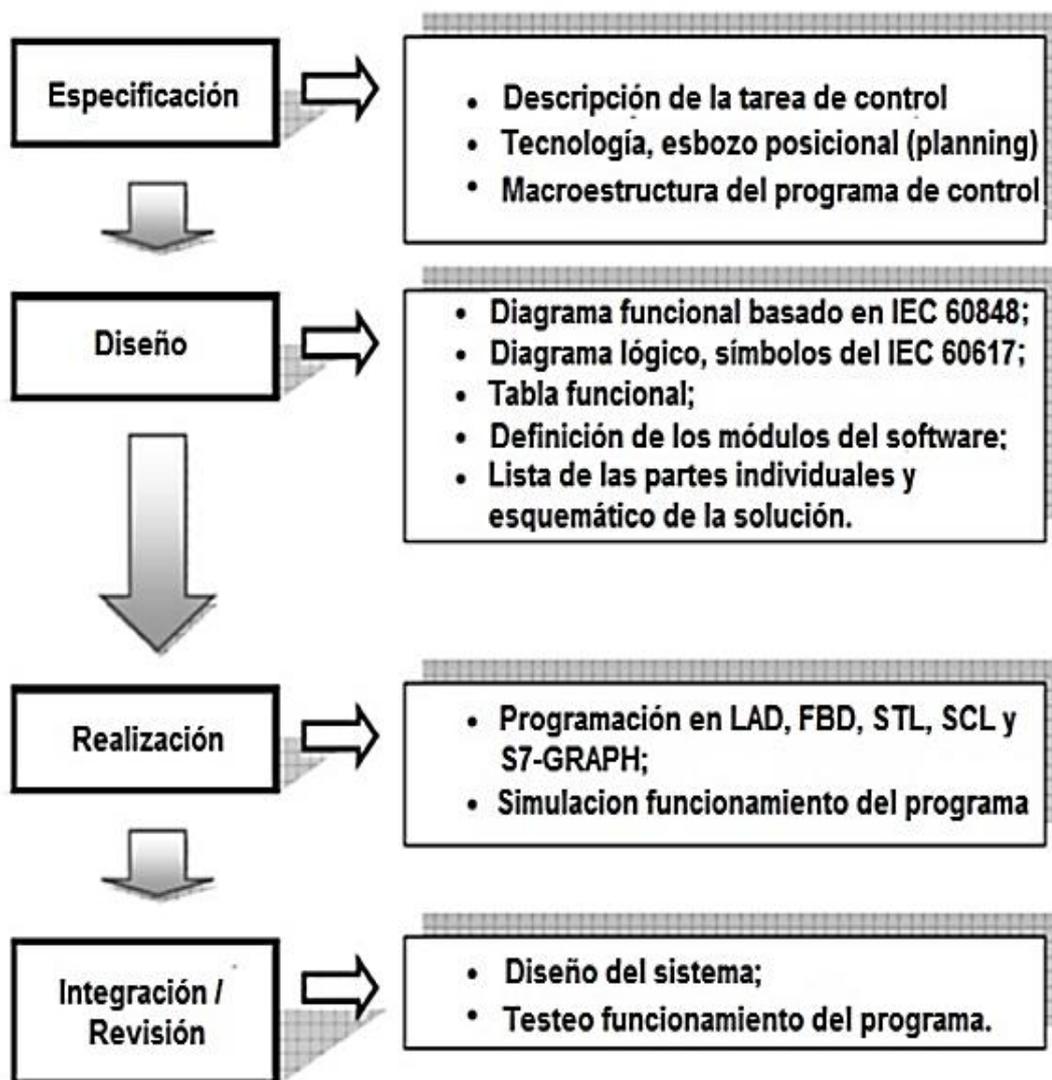


Figura 43: Fases de creación de un Programa PLC. Tomada de: [http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion de referencia_ISE6_1_2.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_2.pdf). Pág. 16.

Programación básica y simulación virtual

Paso 1. Diagrama eléctrico del Tablero de control por contactores que se desea automatizar con el PLC.

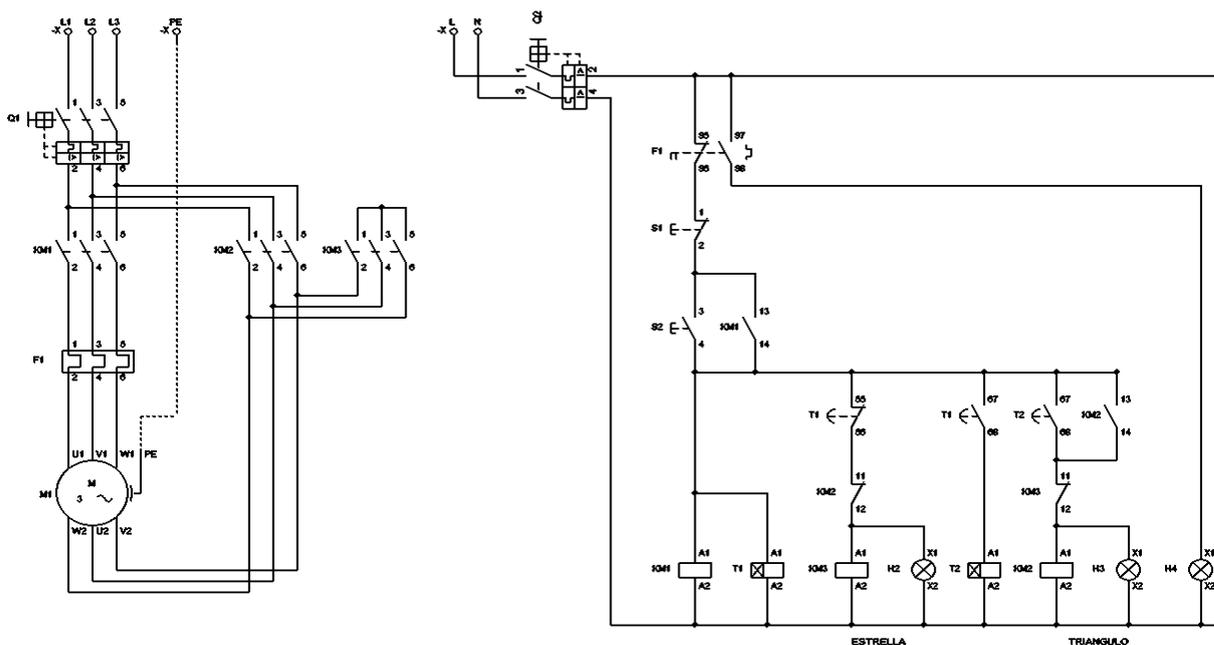


Figura 44: Diagrama de fuerza y mando de un arranque Indirecto estrella triángulo por contactores Fuente: elaboración propia.

Paso 2. Ingresar al Software Tia Portal del PLC S7 1200 Siemens para realizar la programación.

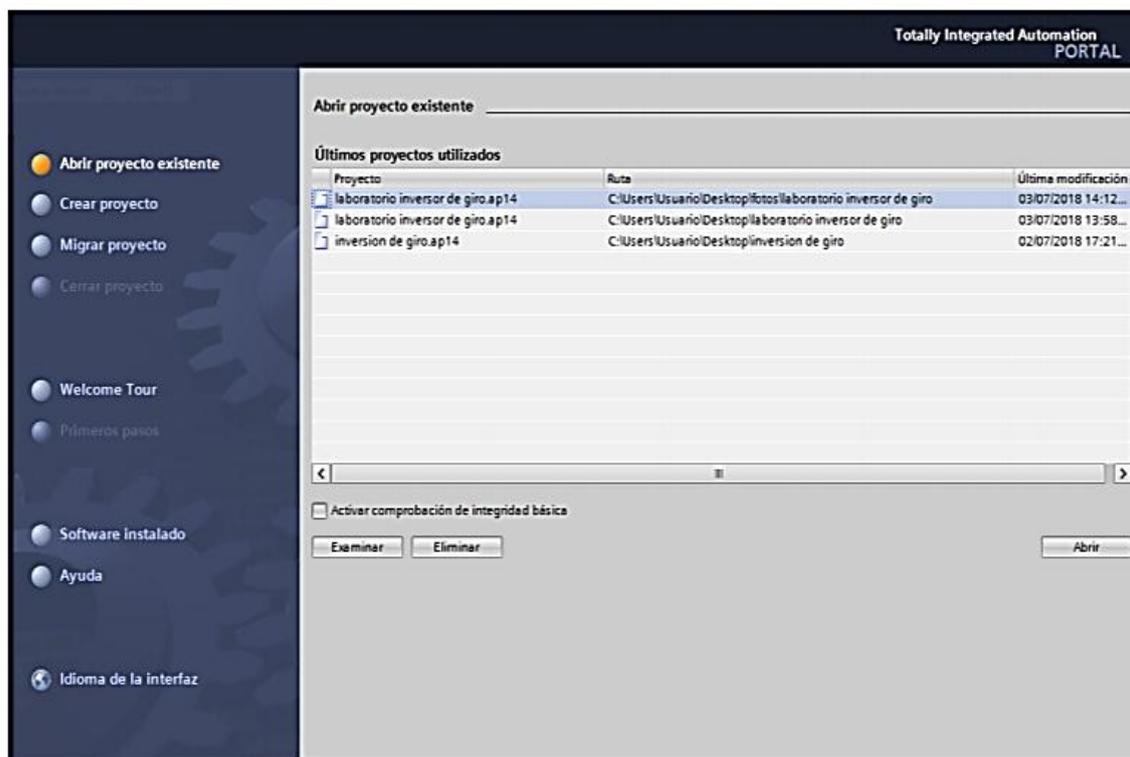


Figura 45: Pantalla principal al iniciar el software. Fuente: elaboración propia.

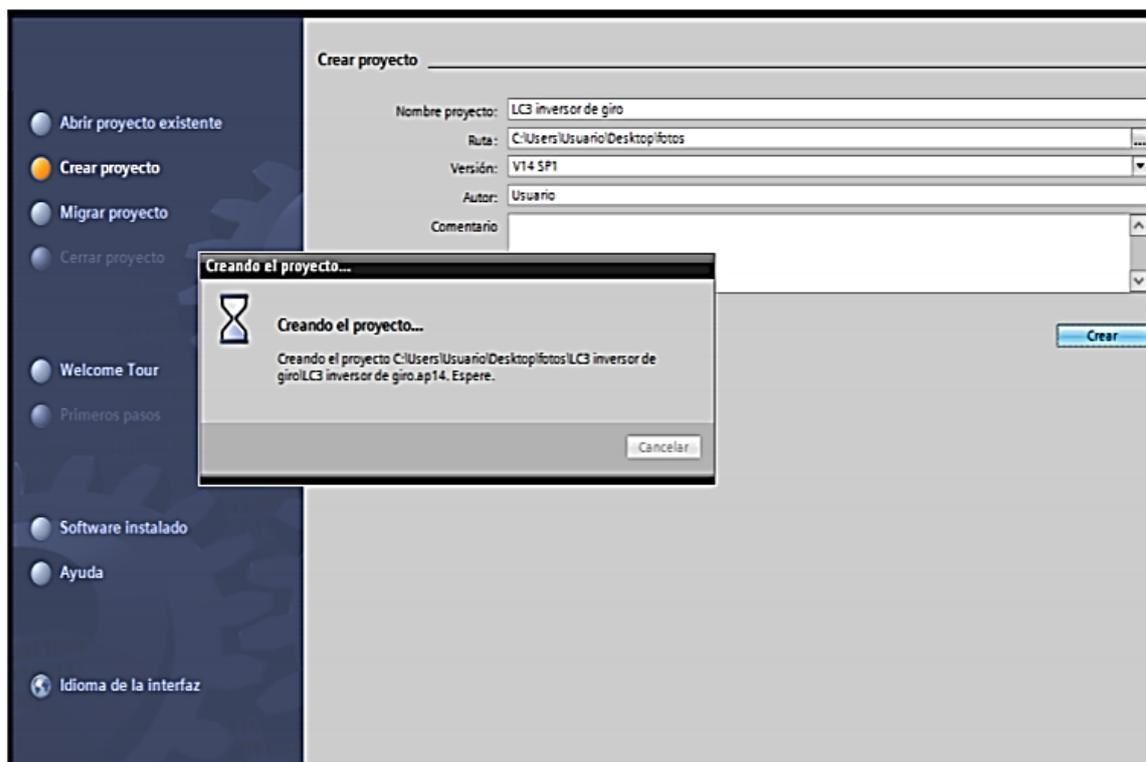


Figura 46: Creación del Proyecto arranque estrella- triángulo. Fuente: elaboración propia.

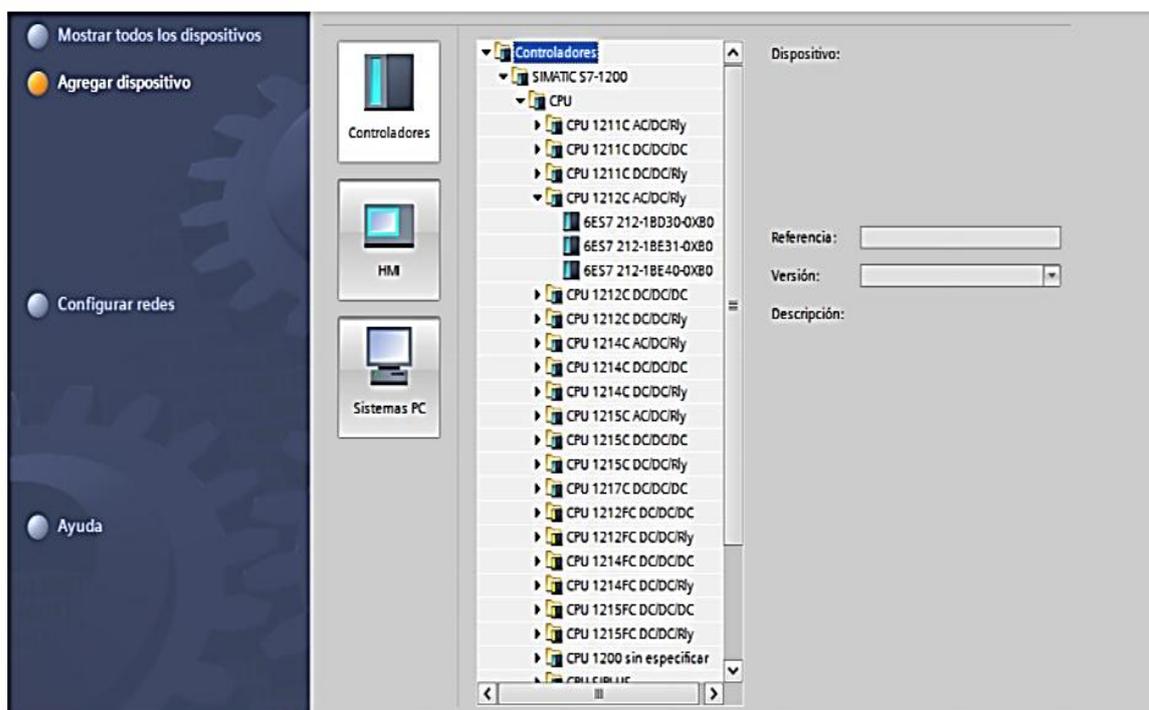


Figura 47: Selección del PLC físico para que pueda comunicarse y transferir el software cuando se termine de realizar el diseño. Fuente: elaboración propia.

Tabla de variables estándar								
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Coment
	STAR	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	STOP	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	RELAY	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	CONTACTOR DE LINEA	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	CONTACTOR DE ESTRELLA	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	CONTACTOR DE TRIANGULO	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	PILOTO DE FUNCIONAMINETO	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	PILOTO DE FALLO	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	PILOTO DE CIRCUITO ENERGIZA...	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<Agregar>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 48: Tabla de variables con las respectivas direcciones de E/S del PLC.
Fuente: elaboración propia.

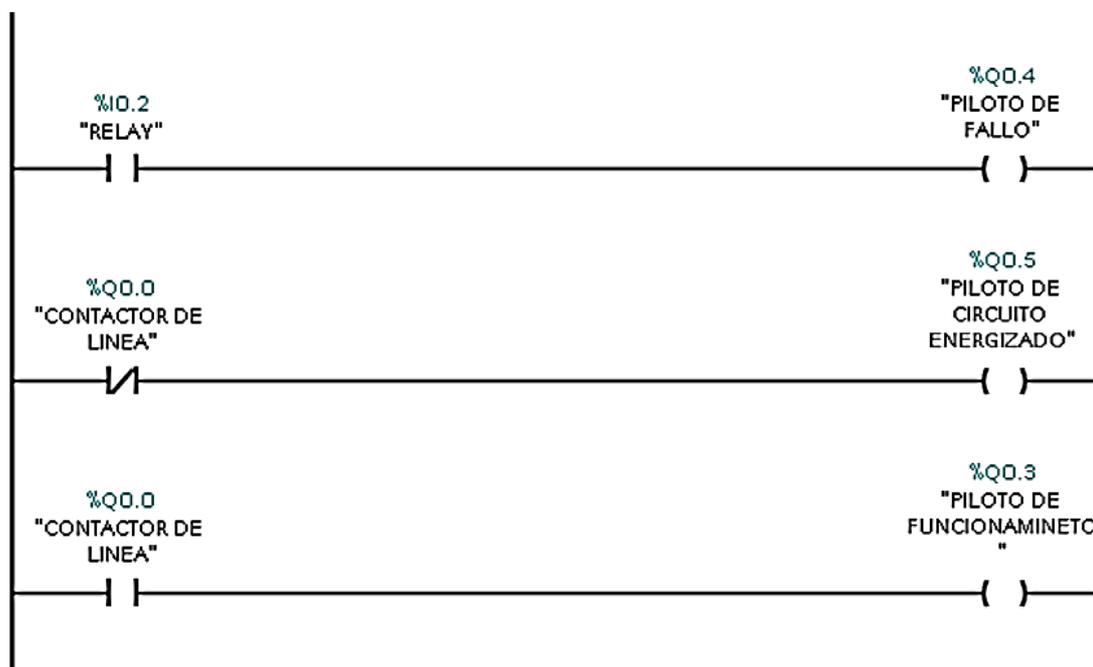


Figura 49: Diagrama de PLC (Lenguaje Ladder) para un control estrella triángulo
Fuente: elaboración propia.

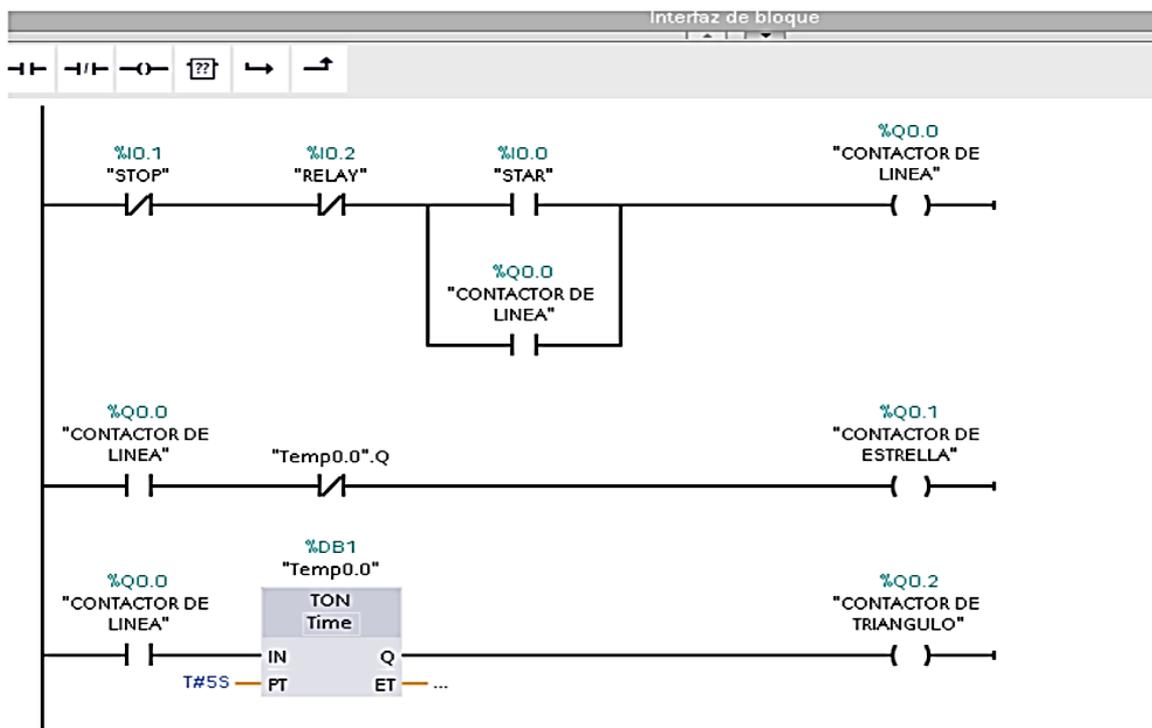


Figura 50: Utilizando el software Tia Portal, realizar la Simulación virtual del funcionamiento del proceso.

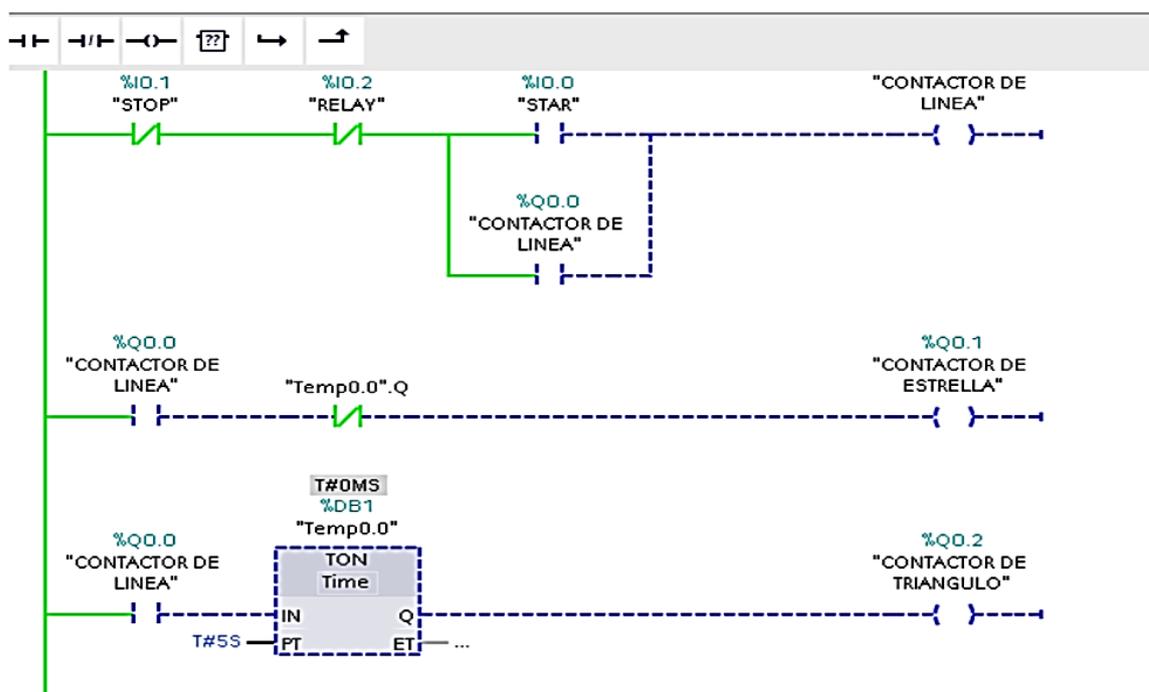


Figura 51: Simulación de un arranque Indirecto estrella triangulo por contactores con PLC. Condiciones iniciales de funcionamiento. Fuente: elaboración propia.

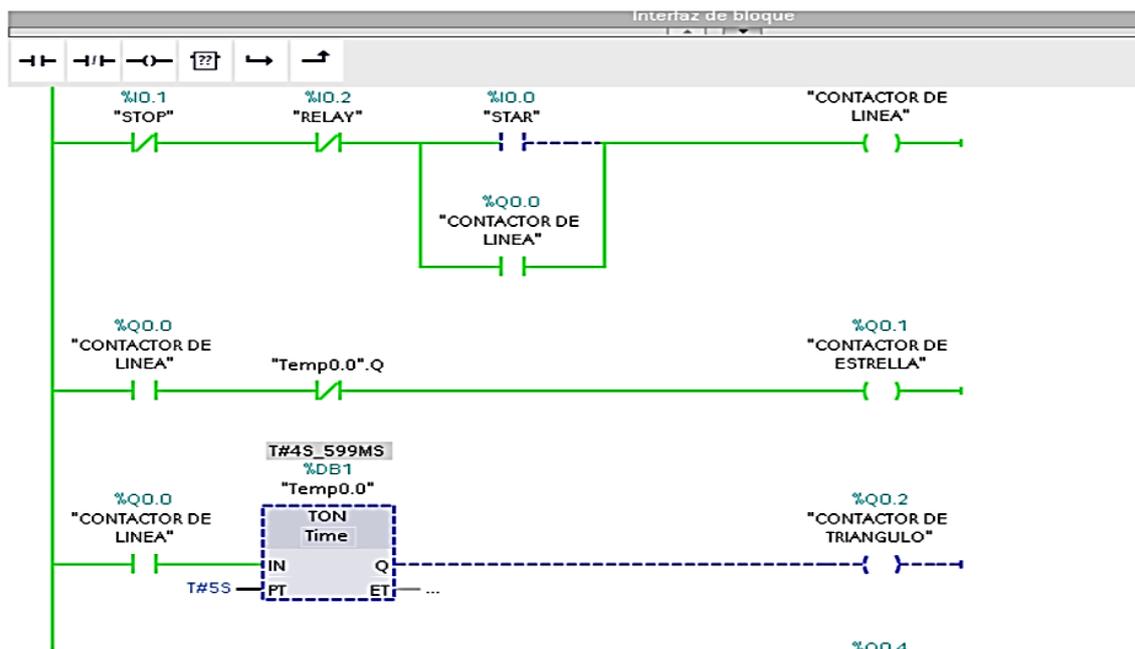


Figura 52: Simulación de un arranque Indirecto estrella triángulo por contactores con PLC. Inicia el arranque el contactor de Línea y el de estrella. Fuente: elaboración propia.

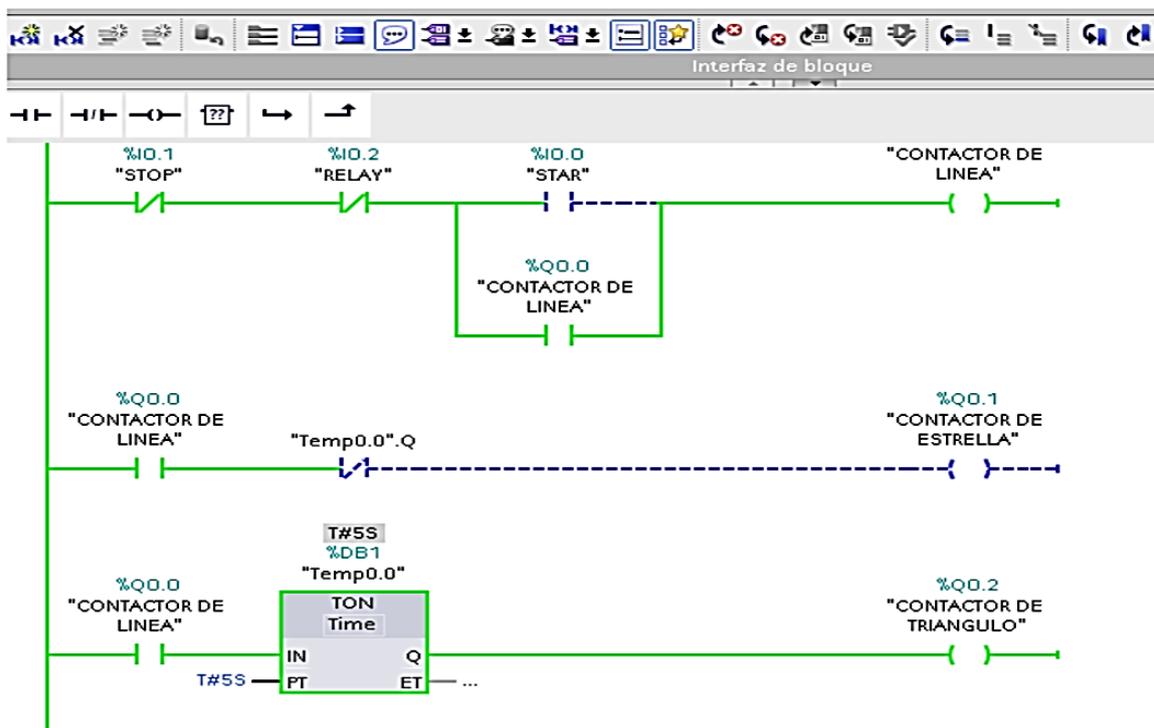


Figura 53: Simulación de un arranque Indirecto estrella triángulo por contactores con PLC. Sale del sistema el contactor estrella y entra el contactor de triángulo, por acción del temporizador. Fuente: elaboración propia.

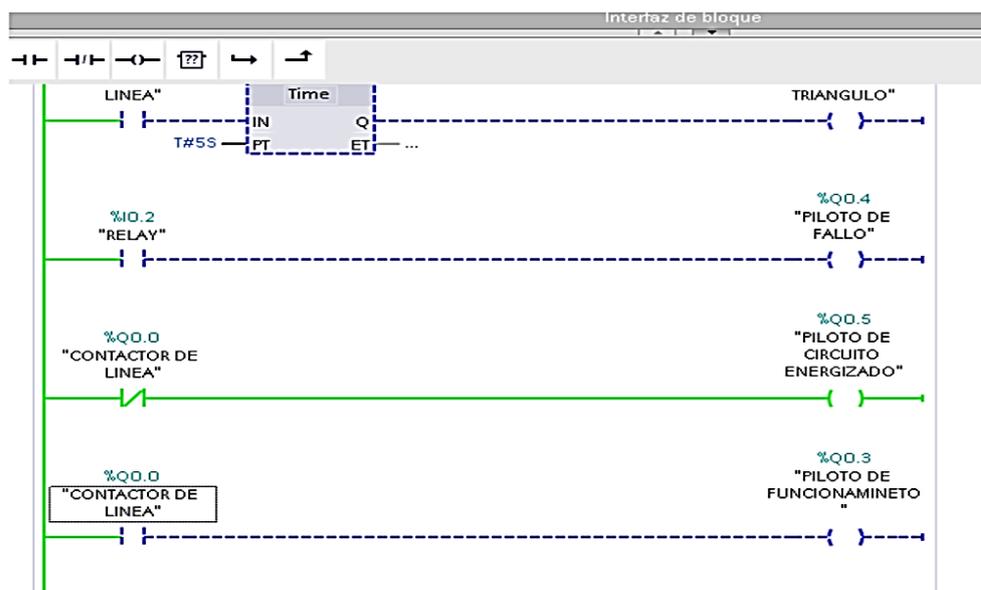


Figura 54: Simulación de un arranque Indirecto estrella triángulo por contactores con PLC. Señalización del piloto de paro. Fuente: elaboración propia.

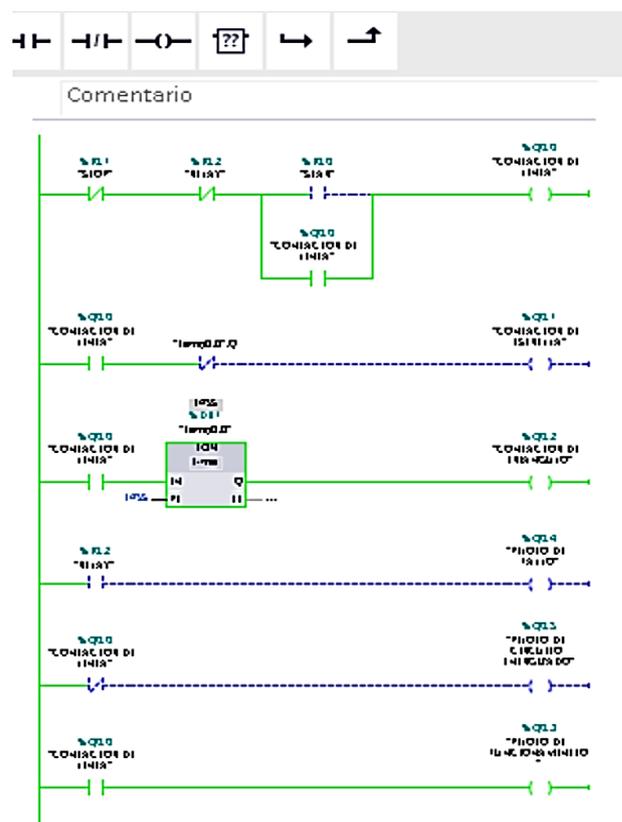


Figura 55: Simulación de un arranque Indirecto estrella triángulo por contactores con PLC. Señalización del piloto de funcionamiento (línea – triángulo). Fuente: elaboración propia.

Es importante resaltar que el arranque mostrado utilizando la programación funciona correctamente en la simulación que tiene el software; sin embargo, al realizar la transferencia y ejecución física del programa con el PLC integrado a los elementos de control, mando y señalización y el motor, generará un cortocircuito. Esto debido a que el PLC es un dispositivo “inteligente” y veloz. Por lo cual, requiere de implementar un temporizador adicional para generar un “tiempo muerto” (de valor mínimo, ejemplo 0,005 segundos), que sirva para garantizar que salga del sistema el contactor estrella primero y luego, recién pueda ingresar a operar el contactor triángulo.

Integración de la programación y la ejecución física. (Estrategia combinada)

Paso 1. Instalar el PLC con los demás elementos físicos de protección, control y mando.

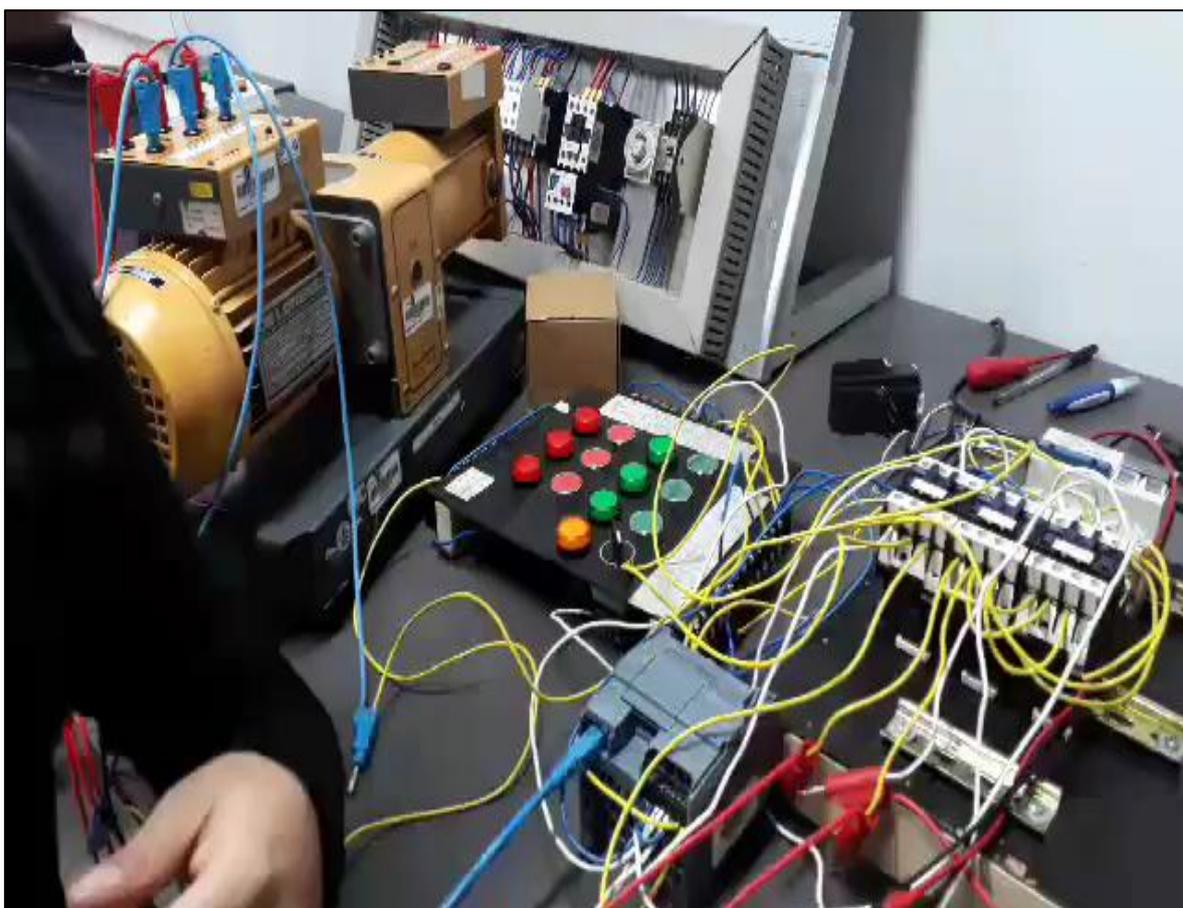


Figura 56: Integración de todos los elementos físicos de protección control, mando y el Autómata PLC.

Paso 2. Realizar la transferencia del programa desde la PC hacia el PLC.

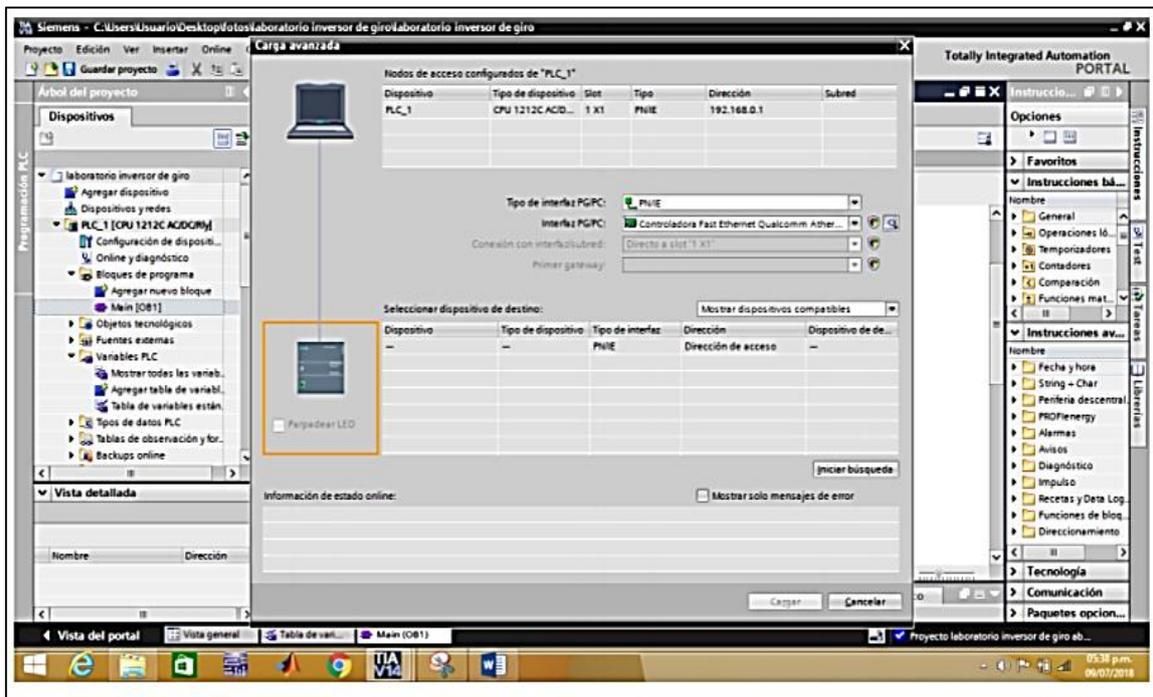


Figura 57: Ejecutando la transferencia, buscando la comunicación de IP de la PC y del PLC. Fuente: elaboración propia.

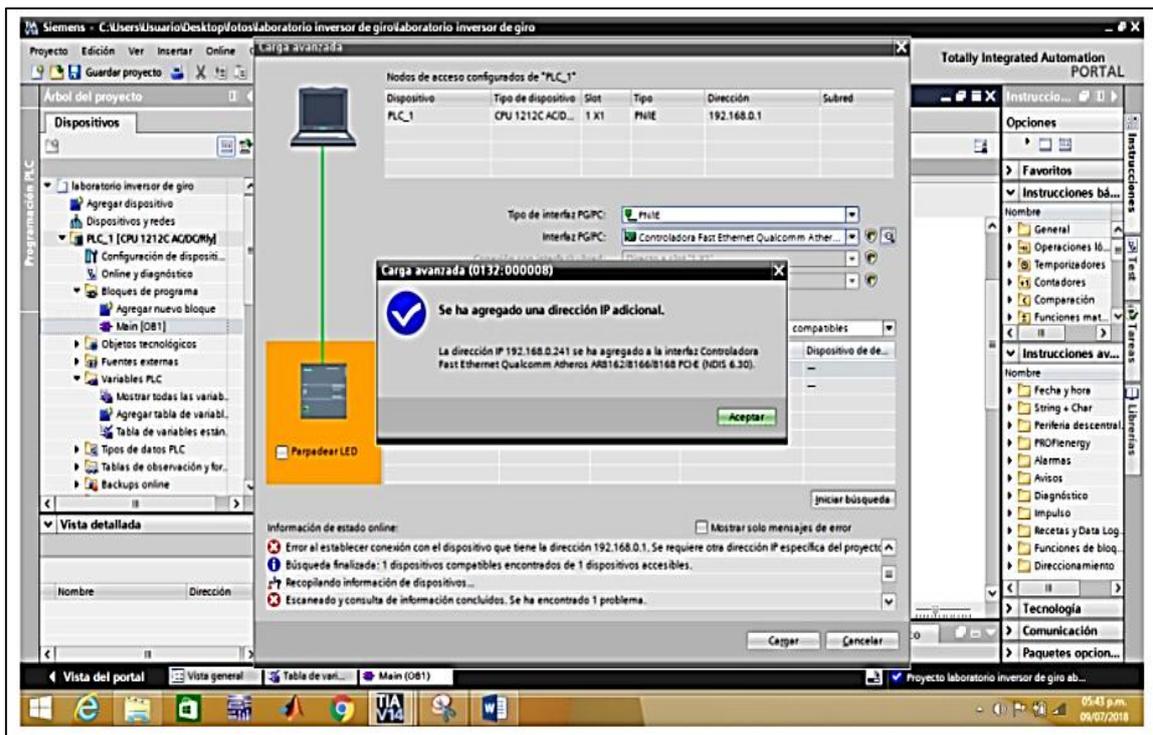


Figura 58: Comunicación establecida, se llevó a cabo la compilación, y carga del programa al PLC. Fuente: elaboración propia.

Paso 3. Accionar los elementos de control como pulsador de marcha para dar inicio al proceso.

Paso 4. Activar el modo ON Line para visualizar en la PC, el proceso físico en tiempo real.

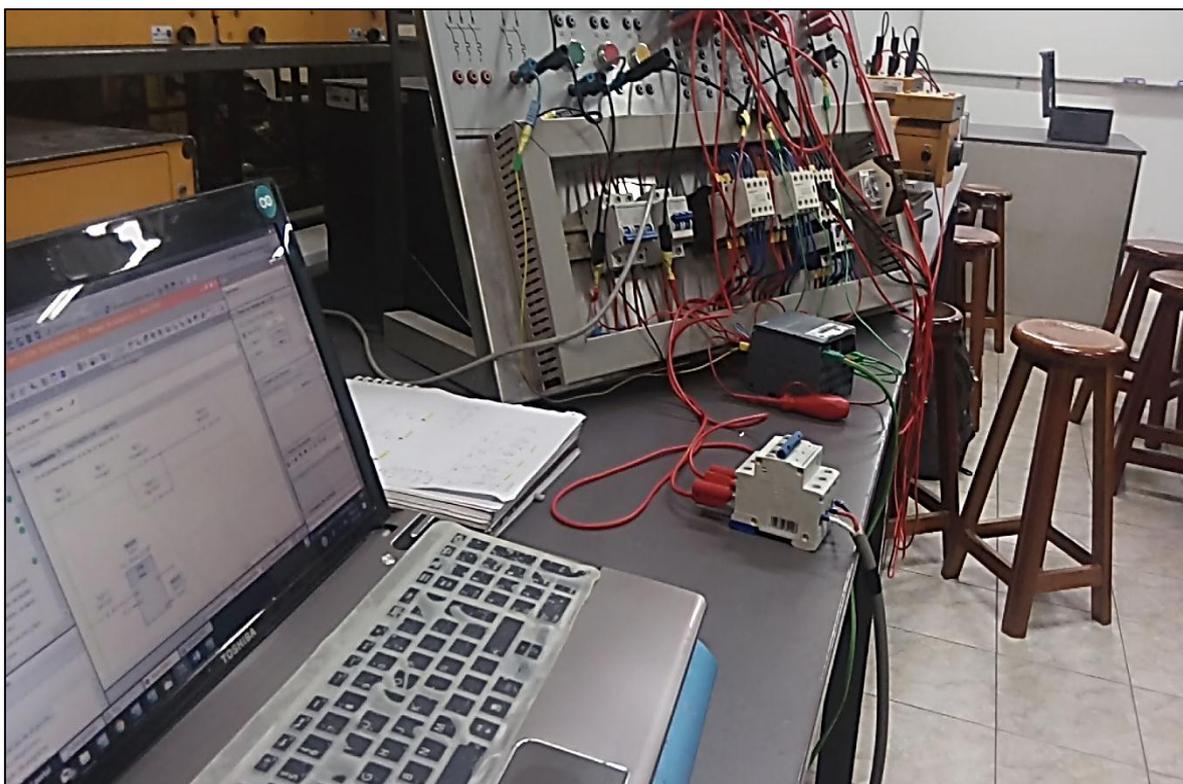


Figura 59: aquí se puede apreciar la activación On line para visualizar en tiempo real en la PC, el proceso físico.

"Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salidas digitales (ON/OFF) o analógicos (1 5 VDC, 420 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos".

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos. (Artero, 1985)

1.4 Formulación del Problema

1.4.1. Problema general

¿Cuál de las estrategias empleadas para la enseñanza en el curso Autómata Programable PLC tiene mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP?

1.4.2. Problemas específicos

Problemas específico 1: ¿Cuál es la influencia de la estrategia de manipulación física empleada en la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP?

Problemas específico 2: ¿Cuál es la influencia de la estrategia del uso de simuladores virtuales empleados en la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP?

Problemas específico 3: ¿Cuál es la influencia de la estrategia combinada empleada en la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP?

1.5. Justificación del estudio

En la medida que el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería mecatrónica y en especial en el curso Autómata programable PLC no era satisfactorio, se requería buscar alternativas para revertir esta situación, teniendo en cuenta que como curso base en la carrera afecta el adecuado desarrollo de los jóvenes que están iniciando sus estudios. Para paliar las carencias cognitivas y el desconocimiento de métodos que favorezcan el aprendizaje se buscó establecer la eficacia de estrategias de enseñanza, como posible solución ante una situación persistente.

Si consideramos que esta situación no es singular, sino que por el contrario está muy extendida en la enseñanza en las universidades del país, el intento de revertir esta situación tiene una connotación social muy amplia y sostenida, es entonces de relevancia social la investigación desarrollada. Por otro lado, su pertinencia estriba en la trascendencia de la información que se obtenga, en función de la eficacia de las estrategias didácticas sobre el incremento del aprendizaje y del rendimiento académico en general en el contexto universitario.

Aporte práctico

Esta investigación se convirtió en un referente válido en el que se fundamentarán técnicas y métodos que propician el desarrollo cognitivo, dado que en base a sus resultados se abre la posibilidad de generar experiencias al respecto teniendo en cuenta que *“una de las principales dificultades a las que se enfrentan los educadores en su tarea... es la escasez de estrategias con las cuales los estudiantes enfrentan el proceso de aprendizaje. Es posible encontrar muchas explicaciones y responsables, pero lo importante es plantear soluciones”*. (Gonzales 2009, p. 7)

Aporte teórico

Se realizó una revisión de la literatura disponible antes y durante el desarrollo de esta investigación, seleccionándose los conceptos y modelos teóricos necesarios, los que se organizaron en una estructura teórica que podrá servir de material de consulta especialmente en lo referente al uso de estrategias de enseñanza y aprendizaje en el medio universitario.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La estrategia combinada empleada para la enseñanza en el curso Autómata Programable PLC es la de mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.

1.6.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específicas 1: La manipulación física empleada en la enseñanza de Autómatas Programables PLC tiene influencia positiva en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.

Hipótesis específicas 2: El uso de los simuladores virtuales empleados para la enseñanza de Autómatas Programables PLC tiene influencia positiva en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.

Hipótesis específicas 3: La estrategia combinada empleada para la enseñanza de Autómatas Programables PLC tiene influencia positiva en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Determinar cuál de las estrategias empleadas para la enseñanza de Autómatas Programables PLC tiene mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.

1.7.2. Objetivos específicos

Hipótesis específicas 1: Establecer la influencia de la manipulación física empleada en la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.

Hipótesis específicas 2: Establecer la influencia de los simuladores virtuales empleados para la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.

Hipótesis específicas 3: Establecer la influencia de la estrategia combinada empleada para la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.

II. Método

2.1. Diseño de investigación

El diseño bajo el que se desarrolló fue el experimental multivalente, debido a que con éste se aumentaban las posibilidades de poder determinar con exactitud si las estrategias empleadas (V.I.) fueron efectivas, especificándose si las relaciones entre las variables independientes y la dependiente fueron lineal o curvilínea. Sánchez y Reyes (1998, p.57) presentan al diseño de una investigación como "...la estructura u organización esquematizada que adopta el investigador para relacionar y controlar las variables de estudio". Asimismo, se necesitó determinar si el aprendizaje entre los grupos difiere significativamente, para lo cual se empleó el análisis de varianza (Anova).

El diagrama correspondiente a este diseño presenta los grupos de estudiantes, en los que solo se realizó observación final; esto se debió a que, al someterse varios grupos a los mismos tratamientos, se disminuye el error y cada uno representa su propio control.

Tabla 1
Diagrama de diseño experimental multivalente

Grupos experimentales	Estrategia A			Estrategia B			Estrategia C		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃
GI	O ₁	O ₂	O ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₁	O ₂	O ₃
GII	O ₁	O ₂	O ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₁	O ₂	O ₃
GIII	O ₁	O ₂	O ₃	O ₁	O ₂	O ₃	O ₁	O ₂	O ₃
	\bar{O}_1	\bar{O}_2	\bar{O}_3	\bar{O}_1	\bar{O}_2	\bar{O}_3	\bar{O}_1	\bar{O}_2	\bar{O}_3

Dónde:

- GI, GII y GIII = Grupos experimentales
- A, B, C = Estrategias didácticas
- X₁, X₂, X₃ = Aplicaciones o tratamientos
- O₁, O₂, O₃ = Aprendizaje logrado

Campbell y Stanley (1978), en relación con el método experimental, consideraron que, este se da por la "manipulación controlada de variables independientes" buscando conocer la variabilidad de la variable dependiente. De acuerdo con esto, la manipulación en la investigación llevada a cabo se produjo en el uso intencional y de forma controlada de las estrategias de aprendizaje, registrando las alteraciones producidas en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de Ingeniería mecatrónica en la UTP.

Este diseño responde a un tipo de investigación aplicada, por cuanto buscó establecer la eficacia en el logro del aprendizaje, de las estrategias didácticas, empleadas en la enseñanza del curso Autómata programable y eventualmente constituir las en una propuesta probada para la mejora del aprendizaje de esta materia; fue asimismo un estudio de nivel explicativo, por cuanto buscó conocer el efecto sobre el aprendizaje, de la variable estrategias didácticas.

Por otro lado, todo el proceso investigativo se desarrolló mediante el método experimental, planteándose hipótesis que fueron contrastadas a partir de datos empíricos del aprendizaje, obtenidos a posteriori del desarrollo de una serie de actividades teórico-prácticas que se organizaron para cada una de las estrategias.

El enfoque cuantitativo, determinó, además del diseño, el tipo de investigación aplicada, orientada a conocer sobre una realidad concreta y que los resultados fueran expresados como datos numéricos; todas estas características correspondieron a una investigación encuadrada en el paradigma positivista.

2.2. Variables, operacionalización

En el diseño de estudio, las estrategias didácticas se consideraron como una variable independiente o causal de naturaleza cualitativa y al aprendizaje en el curso Autómata programable PLC como variable dependiente, que representaba el efecto o respuesta, de naturaleza cuantitativa y discreta.

2.2.1. Variable independiente: Estrategias didácticas.

Definición conceptual

Ríos, (2012, p.5) las presenta como un conjunto de métodos utilizados por los docentes que coadyuvan al proceso de enseñanza del docente y el aprendizaje del discente; estas técnicas didácticas serán óptimas, siempre que a través de estas se concreta los objetivos de competencia para los estudiantes asociado al plan de estudios. Se eligen al establecer la metodología docente, así como los mecanismos para la evaluación, considerándose el tiempo asignado a las asignaturas, las horas de clase; son estrategias de referencia las clases magistrales y prácticas, los cursos o seminarios especializados, los manuales, apuntes de clase y las tutorías, ya sean presenciales o virtuales.

Tabla 2

Desarrollo de estrategias didácticas en el curso Autómata programables PLC:

Estrategias	Actividades desarrolladas
Estrategia física: uso de sistemas Automáticos de Control	- Definición del Sistema de Control. - Componentes del Sistema de Control. - Funcionamiento de los Componentes. - Características de los Componentes. - Símbolos. - Esquemas Eléctricos. - Bloques Informativos. - Tipos de control de mando. Sistemas Automáticos de Control a tensión plena. a) Selección de los componentes. b) Aplicación del Arranque directo a) Selección de los componentes. b) Aplicación del Arranque directo con Inversión de giro Arranque Estrella-Triangulo del M.I.3Ø. a) Selección de los componentes. b) Aplicación del Arranque Estrella-Triangulo del Motor de Inducción Trifásica. a) Selección de los componentes. b) Aplicación del Arranque Estrella-Triangulo con Inversión de Giro del Motor de Inducción Trifásica. Sistemas de arranque secuenciales para cintas transportadoras. Arranque en cascada. a) Selección de los componentes. b) Aplicación del Arranque secuencial del Motor de Inducción Trifásica. Conexión LIFO, FIFO.
Estrategia virtual: Controlador Lógico Programable (PLC).	Definición de controlador lógico Programable. Partes del PLC (Arquitectura). Tipos de PLC. Ventajas de los PLC. Representación de los Lenguajes de Programación. Programación de los controladores lógicos programables Función "Y". Tabla de verdad. Interpretación y direccionamiento. Función "O". Interpretación y direccionamiento. Función "Combinaciones". Interpretación y direccionamiento. Función "Memoria Interna". Interpretación y direccionamiento. Función "Memoria Set - reset". Interpretación y direccionamiento. Temporizadores. Interpretación y direccionamiento. Contadores. Interpretación y direccionamiento. Comparadores. Interpretación y direccionamiento. Arranque Directo del M.I.3Ø. Con PLC. Aplicación del Arranque Directo
Estrategia combinada: Aplicación a los Sistemas de Control a tensión plena y reducida con PLC.	Aplicación del Arranque Directo con Inversión de giro Inversión de giro con temporización Arranque Estrella-Triangulo del M.I.3Ø. Aplicación con PLC. a) Aplicación del Arranque Estrella – Triangulo. b) Aplicación del Inversión de giro del Arranque. Estrella-Triangulo del M.I.3Ø. Aplicación con PLC. a) Aplicación del Arranque secuencial del Motor de Inducción Trifásica. Conexión LIFO, FIFO. Elaboración, procedimiento y desarrollo de Proyectos utilizando los controladores lógicos programables. Elaboración, procedimiento y desarrollo de Proyectos utilizando los Arranadores Electrónicos y Variadores de velocidad con controladores lógicos programables "Micrologix 1000" Allen Bradley.

2.2.2. Variable dependiente: Aprendizaje en el curso Autómata programable PLC

Definición conceptual:

Considerando que Feldman (2005) definió el aprendizaje como “un proceso de cambio relativamente permanente en el comportamiento de una persona, generado por la experiencia” y que, para Hilgard (1948), “Es el proceso mediante el cual se origina o se modifica una actividad respondiendo a una situación siempre que los cambios no puedan ser atribuidos al crecimiento o al estado temporal del organismo”, se propone para efectos del presente estudio, al aprendizaje como un proceso interno que se manifiesta, al exigirlo las circunstancias, como cambios permanentes en el accionar de quien lo posee y que fue desarrollado por la adquisición cognitiva, teórica y de hechos o casos reales, usualmente experiencias de naturaleza práctica.

Definición operacional:

Para analizar a esta variable se consideraron como las dimensiones a estudiar a las tres unidades de aprendizaje desarrolladas en el curso: el conocimiento de los Sistemas Automáticos de Control a tensión plena y a tensión reducida; el conocimiento del Controlador Lógico Programable (PLC), Lenguajes de Programación y Funciones Básicas.

Los datos de esta variable fueron obtenidos en forma indirecta desde los documentos institucionales de evaluación, para lo cual se empleó una ficha de registro como instrumento.

1.1. Operacionalización de la variable aprendizaje

Las dimensiones establecidas correspondieron al aprendizaje logrado en cada una de las unidades de aprendizaje establecidas para el curso, mediante el empleo de las estrategias didácticas en las sesiones de clase. La información sobre el logro de los aprendizajes fue recogida directamente en una ficha de registro, en la cual se transcribieron las calificaciones desde las actas de evaluación respectivas.

Tabla 3:
Operacionalización del aprendizaje de los estudiantes del curso Autómata programable PLC

Unidad de aprendizaje 1: Sistemas Automáticos de Control a tensión plena y a tensión reducida.			
Sesiones	Contenido	Actividades	Logro de aprendizaje
1, 2, 3, 4, 5	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos generales de Sistemas de Control de Máquinas Eléctricas. • Representación gráfica de los Sistemas de Control de Máquinas Eléctricas. • Modelamiento Convencional de Sistemas Eléctricos 	<p>Haciendo uso de los dispositivos de protección, control, mando y señalización deberá Implementar y cablear de acuerdo a la lo lógica de funcionamiento un tablero para:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Arranque directo de un motor accionado por medio de pulsador. -Arranque directo de un motor con inversión de giro accionado por medio de pulsadores. -Arranque indirecto de un motor conectado en estrella-triángulo, accionado por medio de temporizadores. -Arranque de tres motores accionados en secuencia por medio de sensores. 	<p>Al finalizar la unidad, el estudiante identifica los elementos de entrada (sensores) y los elementos de salida (actuadores), las diferentes formas de utilización de cada uno de ellos en representaciones convencionales.</p> <p>Además, el estudiante representa a los sistemas de control mediante diagramas gráficos y determina la función de transferencia de cada componente y general del sistema.</p>
Unidad de aprendizaje 2: Controlador Lógico Programable (PLC), Lenguajes de Programación y Funciones Básicas.			
6, 7, 8 y 9.	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de PLC. • Partes del PLC (Arquitectura) • Tipos de PLC. • Ventajas de los PLC. • Representación de los Lenguajes de Programación • Funciones Básicas de los PLC. • Función - Memoria Set - Reset. • Función - Temporizadores. • Función- Contadores. • Función Comparadores. 	<p>Haciendo uso de una PC y el software TIA PORTAL PLC S7 1200, realizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> -La Programación en Lenguaje Ladder para un arranque directo de un motor trifásico. Luego simular su funcionamiento. - La Programación en Lenguaje Ladder para un arranque directo de un motor trifásico con inversión de giro. Luego simular su funcionamiento. - La Programación en Lenguaje Ladder para un arranque indirecto de un motor trifásico en conexión estrella - triángulo. Luego simular su funcionamiento. - La Programación en Lenguaje Ladder para un arranque secuencia de tres motores conexión LIFO y FIFO. Luego simular su funcionamiento. <p>Para todos los casos utilizar contadores, temporizadores, y funciones especiales que ofrece el software.</p>	<p>Al finalizar la unidad, el estudiante identifica, analiza, interpreta y simula la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables.</p> <p>Además, reconoce el PLC, su instalación y su programación de este</p>

 Unidad de aprendizaje 3:

 Aplicaciones y Proyectos en los Sistemas de Control a tensión plena con PLC y Sistemas de Control a tensión reducida con PLC.

10, 11, 12, 13 y 14.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación a los Sistemas de Control a tensión plena con PLC. • Aplicación a los Sistemas de Control a tensión reducida con PLC 	<p>Seleccionar un Sistema de Control de un motor a tensión plena (por ejemplo, el arranque directo con inversión de giro), y realizar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Implementar los componentes necesarios para dicho control (contactores, relés, pulsadores, sensores, motor, PLC físico, etc.). -Realizar la Programación en la PC, haciendo uso del Software de Programación TIA PORTAL. -Transferir dicha programación al PLC Físico, mediante cable de comunicación Ethernet y teniendo en cuenta los protocolos de comunicación industrial. -Probar el circuito accionando los pulsadores o excitando los sensores según el caso. Verificar su óptimo funcionamiento. -Visualizar el comportamiento real del proceso en una pantalla HMI y en el mismo Programa, Modo ON Line. Realizar la misma operación para los demás tipos de arranques. 	<p>Al finalizar la unidad, el estudiante aplica las formas de programación que existen para el control y funcionamiento de los tableros de los sistemas de control. Interpreta, aplica y resuelve con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control.</p>
----------------------	--	---	---

1.2. Población y muestra

1.2.1. Población

El estudio se realizó en una población conformada por 60 estudiantes de Ingeniería mecatrónica de la Universidad Privada UTP que en el año 2018 llevaron el curso Autómata programable PLC. El grupo estaba conformado por estudiantes del octavo ciclo.

1.2.2. Estudio censal

Dado que la población estaba conformada por un número relativamente bajo de estudiantes a los que se tenía acceso se decidió realizar el estudio con todos ellos; éstos conformaban grupos intactos que se constituyeron en las unidades de análisis (60 estudiantes), recibían sus clases en tres aulas, en consecuencia, no se empleó ninguna muestra en la investigación.

Tabla 4.

Muestra de estudiantes del curso Autómata programable PLC, UTP – 2018 II

Aulas	Turno	N° estudiantes
7969	Noche	20
11040	Mañana	20
9127	Noche	20
		60

Criterios de inclusión

Fueron considerados en la investigación todos aquellos estudiantes que estaban formalmente matriculados el 2018 en el curso Autómata programable PLC; que asistían regularmente a clases y que manifestaron expresamente su deseo de participar en el estudio.

1.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1.3.1. Técnicas de recolección de los datos

El recojo de la información fue planificada organizada y ejecutada mediante la técnica documental; es decir fue del tipo indirecta toda vez que la información sobre el aprendizaje se obtuvo desde las actas de evaluación, archivadas en el registro académico de la universidad.

1.3.2. Instrumentos de recolección de los datos

Ficha técnica:

Nombre instrumento: Ficha de registro del aprendizaje.

Autor: Pedro Miguel Portillo Mendoza.

Ámbito: Universitario.

Estructura: Fue diseñada para recoger las calificaciones obtenidas al término de cada aplicación o tratamiento de las estrategias.

2.4.3. Validación del instrumento

De acuerdo con la técnica desarrollada, en el instrumento se transcribieron literalmente las calificaciones que conformaron la información que obraba en documentos de evaluación originales. En tal sentido y como consecuencia de su naturaleza no se requería validar este instrumento.

1.4. Métodos de análisis de datos

Fase descriptiva:

1. Los datos fueron tabulados y organizados en una base de datos.
2. Se analizaron e interpretaron los datos.
3. Se registraron los resultados en tablas de frecuencias y figuras estadísticas en función de la naturaleza de la información.

Pruebas de hipótesis:

1. Dado que la muestra fue intencionada, los resultados hallados solo fueron referidos a la muestra estudiada y no se realizaron inferencias a la población.
2. El análisis se realizó mediante la prueba de Anova.

III. Resultados

3.1. Descripción de resultados

3.1.1. Efecto de la estrategia física en el aprendizaje

Tabla 5:

Aprendizaje al aplicarse la estrategia física en los estudiantes del 8º ciclo de Ingeniería Mecatrónica, UTP, 2018

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	CV
Grupo 1	20	5,50	16,00	11,68	12,25	0,28
Grupo 2	20	10,50	18,00	14,38	14,75	0,13
Grupo 3	20	6,50	17,00	12,95	14,00	0,21
	60			13,00	13,67	0,21

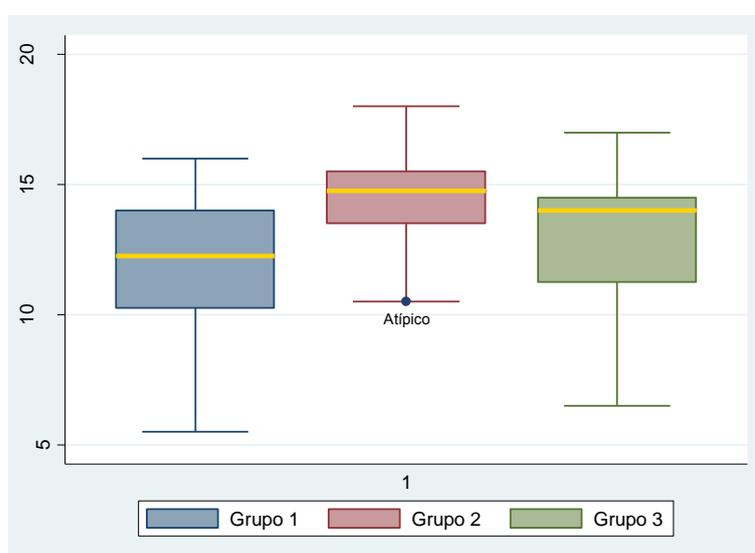


Figura 60. Rendimiento académico de estudiantes – estrategia física.

Los datos consignados en la tabla referidos al aprendizaje logrado con la aplicación de la estrategia física mostraron que:

En el grupo 1, se obtuvieron calificaciones entre 5,5 y 16 puntos, con una media de 11,68 y una mediana de 12,25; asimismo se observa que entre sus datos existe un 28,0% de variabilidad.

En el grupo 2, se obtuvieron calificaciones entre 10,5 y 18 puntos, con una media de 14,38 y una mediana de 14,75; asimismo se observa que entre sus datos existe un 13,0% de variabilidad.

En el grupo 3, se obtuvieron calificaciones entre 6,5 y 17 puntos, con una media de 12,95 y una mediana de 14,0; asimismo se observa que entre sus datos existe un 21,0% de variabilidad.

En el gráfico, se observa que, la mayor mediana es la del grupo 2; asimismo los datos en este grupo se encuentran menos dispersos. En el grupo 1, es el que presenta el menor valor entre los datos de todos los grupos y que se aprecia en el bigote inferior; la dispersión de los datos de este grupo es mayor que en los otros grupos.

3.1.2. Efecto de la estrategia virtual en el aprendizaje

Tabla 6:

Aprendizaje al aplicarse la estrategia virtual en los estudiantes del 8º ciclo de Ingeniería Mecatrónica, UTP, 2018

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	CV
Grupo 1	20	2,50	16,50	10,03	10,75	0,41
Grupo 2	20	6,50	14,50	10,40	10,25	0,23
Grupo 3	20	4,00	18,50	11,30	12,50	0,36
	60			10,58	11,17	0,33

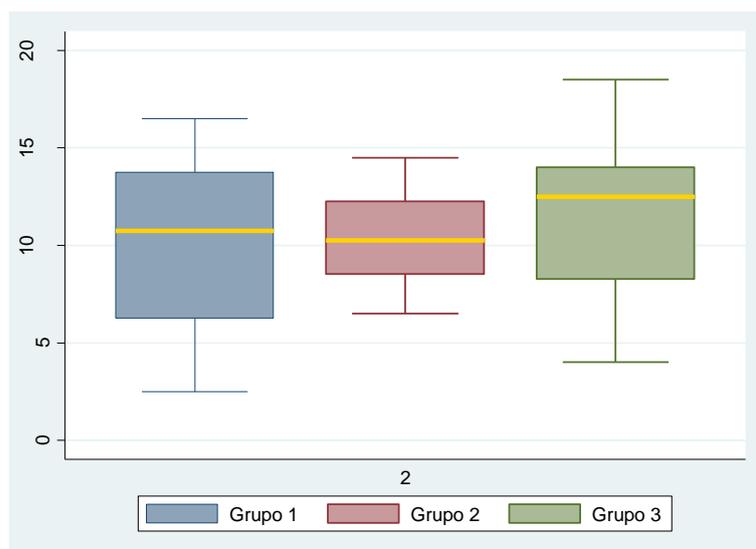


Figura 61. Rendimiento académico de estudiantes - estrategia virtual

Los datos consignados en la tabla 6, en cuanto a la estrategia virtual, se observa:

En el grupo 1, se obtuvieron calificaciones entre 2,5 y 16 puntos, con una media de 10,03 y una mediana de 10,75; asimismo se observa que entre sus datos existe un 41,0% de variabilidad.

En el grupo 2, se obtuvieron calificaciones entre 6,5 y 14,5 puntos, con una media de 10,40 y una mediana de 10,25; asimismo se observa que entre sus datos existe un 23,0% de variabilidad.

En el grupo 3, se obtuvieron calificaciones entre 4 y 18,5 puntos, con una media de 11,30 y una mediana de 12,50; asimismo se observa que entre sus datos existe un 36,0% de variabilidad.

En el gráfico, se observa que, la mayor mediana es la del grupo 3; asimismo este grupo presenta el mayor valor de los datos, lo que se aprecia en el bigote superior. El grupo 2, es el que presenta la menor mediana, pero con menor dispersión de sus datos; en el grupo 1 se tiene el menor valor de los datos de todos los grupos y que se aprecia en el bigote inferior; la dispersión de los datos de este grupo es mayor que en los otros grupos.

Estos datos, podrían indicar la existencia de diferencias entre las calificaciones obtenidas en la aplicación de la estrategia virtual.

3.1.3. Efecto de la estrategia combinada en el aprendizaje

Tabla 7:

Aprendizaje al aplicarse la estrategia combinada en los estudiantes del 8º ciclo de Ingeniería Mecatrónica, UTP, 2018

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	CV
Grupo 1	20	10,00	19,50	16,45	18,00	0,19
Grupo 2	20	11,00	19,50	16,73	17,50	0,15
Grupo 3	20	10,50	19,00	15,53	16,75	0,20
	60			16,24	17,42	0,18

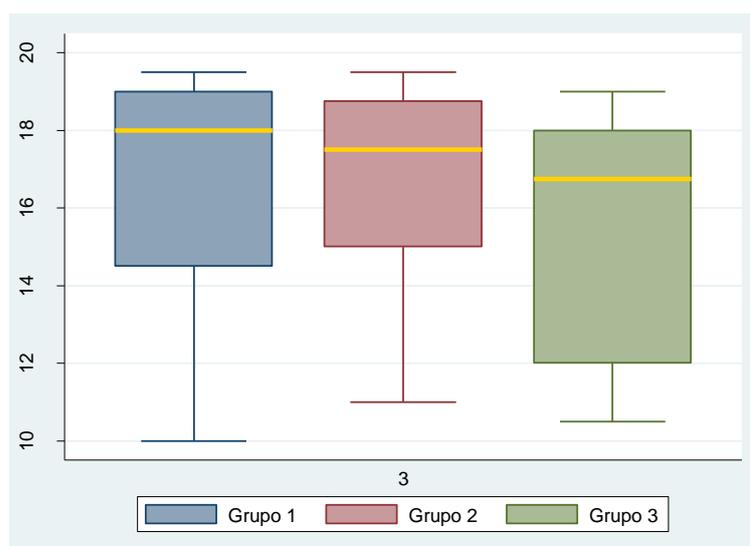


Figura 62 Rendimiento académico de estudiantes - estrategia combinada

Los datos consignados en la tabla 7, en cuanto a la estrategia combinada, se observa que:

En el grupo 1, se obtuvieron calificaciones entre 10 y 19,5 puntos, con una media de 16,45 y una mediana de 18,0; asimismo se observa que entre sus datos existe un 19,0% de variabilidad.

En el grupo 2, se obtuvieron calificaciones entre 11 y 19,5 puntos, con una media de 16,73 y una mediana de 17,50; asimismo se observa que entre sus datos existe un 15,0% de variabilidad.

En el grupo 3, se obtuvieron calificaciones entre 10,5 y 19 puntos, con una media de 15,53 y una mediana de 16,75; asimismo se observa que entre sus datos existe un 20,0% de variabilidad.

En el gráfico, se observa que, la mayor mediana es la del grupo 1; asimismo este grupo presenta el menor valor de los datos, lo que se aprecia en el bigote inferior. El grupo 2, es el que presenta la menor dispersión de sus datos; y junto con el grupo 1 el mayor valor de los datos de todos los grupos y que se aprecia en el bigote superior; la mayor dispersión de los datos dentro de la caja la presenta el grupo 3.

Estos datos, podrían indicar la existencia de diferencias entre las calificaciones obtenidas en la aplicación de la estrategia combinada.

3.1.4. Análisis comparativo

Los datos analizados arrojaron que la media en el aprendizaje logrado mediante la aplicación de la estrategia física fue de 13 puntos, con la aplicación virtual fue de 10,58 puntos y con la estrategia combinada llegó a 16,24 puntos. Esto indica que aritméticamente con la estrategia combinada se obtuvo una mayor calificación del aprendizaje en el curso Autómata programable PLC, en los estudiantes analizados.

3.2. Análisis estadístico

3.2.1. Prueba de hipótesis general

Ho: La estrategia combinada no tiene mayor influencia en el aprendizaje académico de los estudiantes en el curso Autómata programable PLC.

Ha: La estrategia combinada tiene mayor influencia en el aprendizaje académico de los estudiantes en el curso Autómata programable PLC.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05 \approx 5\%$

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Prueba estadística: ANOVA de un factor.

1. Homogeneidad de varianzas.

H₀: las varianzas son iguales.

H₁: las varianzas son diferentes.

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Tabla 8

Prueba de homogeneidad de varianzas de la hipótesis general

		Estadístico			
		de Levene	gl1	gl2	Sig.
ECE	Se basa en la media	0,061	2	108	0,941
	Se basa en la mediana	0,111	2	108	0,895
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,111	2	105,131	0,895
	Se basa en la media recortada	0,079	2	108	0,924

Dado que para cada uno de los valores que asume el estadístico de Levene el valor de p es mayor que el máximo permitido, se estima que, existen evidencias estadísticas que permiten afirmar que las varianzas son homogéneas, por tanto, se acepta H_0 .

2. Diferencias entre calificaciones según estrategias

H₀: Las medias de las calificaciones inter-estrategias son iguales.

H₁: Las medias de las calificaciones inter-estrategias son distintas

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Tabla 9

Diferencias de las evaluaciones inter-estrategias

	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre estrategias	121,111	2	60,555	49,227	0,000
Dentro de estrategias	132,853	108	1,230		
Total	253,964	110			

Dado que para el valor del estadístico F, el valor de p es menor que el máximo permitido, se estima que, existen evidencias estadísticas que permiten afirmar que las medias entre las evaluaciones logradas por las estrategias son distintas, por tanto, se rechaza Ho.

3. Comparaciones múltiples

Ho: Las medias entre las calificaciones según estrategias no son diferentes.

H1: Las medias entre las calificaciones según estrategias son diferentes

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta Ho y si $p < \alpha \rightarrow$ se rechaza Ho

Tabla 10

Comparaciones múltiples Variable dependiente: media de evaluaciones

	(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Bonferroni	1	2	-1,233*	0,260	0,000	-1,86	-0,60
		3	-2,575*	0,260	0,000	-3,21	-1,94
	2	1	1,233*	0,260	0,000	0,60	1,86
		3	-1,342*	0,254	0,000	-1,96	-0,72
	3	1	2,575*	0,260	0,000	1,94	3,21
		2	1,342*	0,254	0,000	0,72	1,96

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Los datos de la tabla permiten apreciar que existen diferencias positivas entre las medias obtenidas para cada estrategia y dado que el valor de p para cada una de las comparaciones realizadas es menor que el máximo permitido se estima que, existen evidencias estadísticas que permiten afirmar que las medias son diferentes, por tanto, se rechaza Ho. Siendo la estrategia combinada mayor a las otras estrategias.

Decisión estadística:

De la prueba de Levene, homogeneidad de varianza, se estima que las calificaciones de los grupos pertenecen a la misma población; de la prueba de ANOVA, se aprecia que las media de las calificaciones inter - estrategias son diferentes; mientras que, de la prueba de Bonferroni, en la comparación de los grupos dos a dos, se aprecia diferencias entre las medias, estableciéndose que los resultados hallados en las calificaciones por efecto de la estrategia combinada fueron superiores a los producidos por las otras dos estrategias.

3.2.2. Pruebas de hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

Ho: La estrategia de la manipulación física empleada en la enseñanza del curso Automata programable PLC no tiene influencia en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería mecatrónica.

Ha: La estrategia de la manipulación física empleada en la enseñanza del curso Automata programable PLC influye positivamente en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería mecatrónica.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05 \approx 5\%$

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta Ho y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza Ho

Prueba estadística: ANOVA de un factor

1. Homogeneidad de varianzas

Ho: no existen diferencias entre las varianzas.

H1: existen diferencias entre las varianzas.

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta Ho y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza Ho

Tabla 11
Prueba de homogeneidad de varianzas, HE1

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
manipulación	Se basa en la media	2,362	2	57	0,103
física	Se basa en la mediana	1,561	2	57	0,219
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,561	2	48,345	0,220
	Se basa en la media recortada	2,191	2	57	0,121

Dado que para cada uno de los valores que asume el estadístico de Levene el valor de p es mayor que el máximo permitido, se estima que, existen evidencias estadísticas que permiten afirmar que las varianzas son homogéneas, es decir que los datos pertenecen a la misma población. Por tanto, no se rechaza Ho.

2. Diferencias de calificaciones entre tratamientos

Ho: Las medias inter- tratamientos no presentan diferencias.

H1: Las medias inter- tratamientos presentan diferencias

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta Ho y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza Ho

Tabla 12

ANOVA - Manipulación física

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre tratamientos	72,975	2	36,487	5,085	0,009
Dentro de tratamientos	409,025	57	7,176		
Total	482,000	59			

Dado que para el valor del estadístico F, el valor de p es menor que el máximo permitido, se estima que, existen evidencias estadísticas que permiten afirmar que entre los tratamientos las medias presentan diferencias, por tanto, se rechaza Ho.

3. Comparaciones múltiples

Ho: Las medias de las calificaciones logradas con los tratamientos de la estrategia física no son diferentes.

H1: Las medias de las calificaciones logradas con los tratamientos de la estrategia física son diferentes.

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta Ho y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza Ho

Tabla 13

Comparaciones múltiples Variable dependiente: Manipulación física

Bonferroni

(I) X	(J) X	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
X 1	X 2	-2,70000*	0,84711	0,007	-4,7895	-0,6105
	X 3	-1,27500	0,84711	0,413	-3,3645	0,8145
X 2	X 1	2,70000*	0,84711	0,007	0,6105	4,7895
	X 3	1,42500	0,84711	0,294	-0,6645	3,5145
X 3	X 1	1,27500	0,84711	0,413	-0,8145	3,3645
	X 2	-1,42500	0,84711	0,294	-3,5145	0,6645

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Los datos de la tabla permiten apreciar que existen diferencias positivas entre las medias de los grupos 1 y 2; mientras que entre los grupos 1 y 3; 2 y 3 no son significativas.

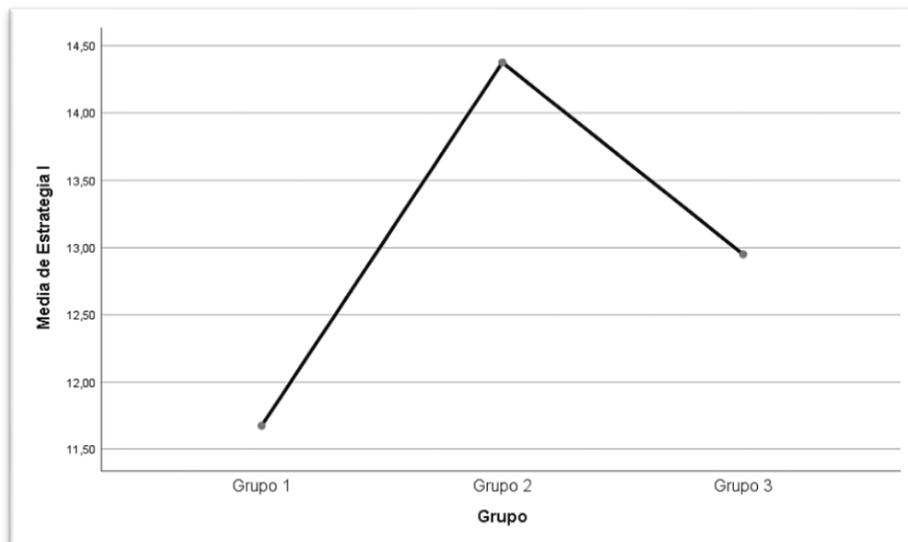


Figura 63, Diferencias de medias

Decisión estadística:

De la prueba de Levene, homogeneidad de varianza, se estima que los grupos pertenecen a la misma población; de la prueba de ANOVA, se aprecia que las media intra - grupo son diferentes; mientras que, de la prueba de Bonferroni, en la comparación de los grupos dos a dos, se aprecia diferencias significativas entre las medias del grupo 1 y 2 siendo mayor las del grupo 2 como se puede apreciar en la figura. De lo descrito se concluye que, por lo menos, solo un tratamiento produjo un efecto positivo en la variable dependiente. Existen evidencias significativas que permiten afirmar que, *La manipulación física empleada en la enseñanza del curso Programación de PLC influye positivamente*. Por tanto, se rechaza H_0 .

Hipótesis específica 2

H_0 : La estrategia del uso de simuladores virtuales empleados en la enseñanza del curso Autómata programable PLC no tiene influencia en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería mecatrónica.

H_a : La estrategia del uso de simuladores virtuales empleados en la enseñanza del curso Autómata programable PLC influye positivamente en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería mecatrónica.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05 \approx 5\%$

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Prueba estadística: ANOVA de un factor

1. Homogeneidad de varianzas

H_0 : no existen diferencias entre las varianzas.

H_1 : existen diferencias entre las varianzas.

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Tabla 14

Prueba de homogeneidad de varianzas, HE2

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Simuladores virtuales	Se basa en la media	3,910	2	57	0,026
	Se basa en la mediana	2,680	2	57	0,077
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,680	2	45,522	0,079
	Se basa en la media recortada	3,870	2	57	0,027

Dado que para cada uno de los valores que asume el estadístico de Levene relacionado con las medias el valor de p es mayor que el máximo permitido, se estima que, existen evidencias estadísticas que permiten afirmar que las varianzas son homogéneas, por tanto, no se rechaza H_0 .

2. Diferencias de calificaciones entre tratamientos

H_0 : Las medias inter- tratamientos no presentan diferencias.

H_1 : Las medias inter- tratamientos presentan diferencias

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Tabla 15

ANOVA - Manipulación virtual

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre tratamientos	17,175	2	8,588	0,652	0,525
Dentro de tratamientos	750,738	57	13,171		
Total	767,912	59			

Dado que para el valor del estadístico F, el valor de p es menor que el máximo permitido, se estima que, existen evidencias estadísticas que permiten afirmar que entre los tratamientos las medias presentan diferencias, por tanto, se rechaza H_0 .

3. Comparaciones múltiples

Ho: Las medias de las calificaciones logradas con los tratamientos de la estrategia del uso de simuladores virtuales no son diferentes.

H1: Las medias de las calificaciones logradas con los tratamientos del uso de simuladores virtuales son diferentes.

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta Ho y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza Ho

Tabla 16

Comparaciones múltiples Variable dependiente: Manipulación virtual

Bonferroni

(I) X	(J) X	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
X 1	X 2	-0,37500	1,14764	1,000	-3,2059	2,4559
	X 3	-1,27500	1,14764	0,814	-4,1059	1,5559
X 2	X 1	0,37500	1,14764	1,000	-2,4559	3,2059
	X 3	-0,90000	1,14764	1,000	-3,7309	1,9309
X 3	X 1	1,27500	1,14764	0,814	-1,5559	4,1059
	X 2	0,90000	1,14764	1,000	-1,9309	3,7309

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Los datos de la tabla permiten apreciar que no existen diferencias significativas entre las medias de los grupos 1; 2 y 3; dado el valor de p mayor al máximo permitido.

Decisión estadística:

De la prueba de Levene, homogeneidad de varianza, se estima que los grupos pertenecen a la misma población; de la prueba de ANOVA, se aprecia que las media intra - grupo no son diferentes; mientras que, de la prueba de Bonferroni, en la comparación de los grupos dos a dos, se aprecia que las diferencias entre los tratamientos no son significativas. Se establece que no existen evidencias estadísticas que permiten afirmar, “*El uso de los simuladores virtuales empleados para la enseñanza del curso Programación de PLC presenta diferencias significativas entre los tratamientos*”. Por tanto, no se rechaza Ho.

Hipótesis específica 3

Ho: La estrategia combinada empleada para la enseñanza del curso Automata Programable PLC no presenta diferencias significativas entre las calificaciones logradas en cada tratamiento.

Ha: La estrategia combinada empleada para la enseñanza del curso Autómata Programable PLC no presenta diferencias significativas entre las calificaciones logradas en cada tratamiento.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05 \approx 5\%$

Regla de decisión: $r \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $r < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Prueba estadística: ANOVA de un factor

1. Homogeneidad de varianzas

H₀: no existen diferencias entre las varianzas.

H₁: existen diferencias entre las varianzas.

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Tabla 17

Prueba de homogeneidad de varianzas, HE3

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Simuladore	Se basa en la media	1,540	2	57	0,223
s virtuales	Se basa en la mediana	0,853	2	57	0,431
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,853	2	55,037	0,432
	Se basa en la media recortada	1,465	2	57	0,240

Dado que para cada uno de los valores que asume el estadístico de Levene relacionado con las medias el valor de p es mayor que el máximo permitido, se estima que, existen evidencias estadísticas que permiten afirmar que las varianzas son homogéneas, por tanto, no se rechaza H_0 .

2. Diferencias de calificaciones entre tratamientos

H₀: Las medias inter- tratamientos no presentan diferencias.

H₁: Las medias inter- tratamientos presentan diferencias

Regla de decisión: $\rho \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $\rho < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Tabla 18

ANOVA – estrategia combinada

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre tratamientos	15,808	2	7,904	0,916	0,406
Dentro de tratamientos	491,925	57	8,630		
Total	507,733	59			

Dado que para el valor del estadístico F, el valor de p es mayor que el máximo permitido, se estima que, existen evidencias estadísticas que permiten afirmar que entre los tratamientos las medias no presentan diferencias, por tanto, no se rechaza H_0 .

3. Comparaciones múltiples

H₀: Las medias de las calificaciones logradas con los tratamientos de la estrategia combinada no son diferentes.

H₁: Las medias de las calificaciones logradas con los tratamientos de la estrategia combinada son diferentes.

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta H_0 y si $p < \alpha \rightarrow$ se rechaza H_0

Tabla 19

Comparaciones múltiples Variable dependiente: estrategia combinada

Bonferroni

(I) X	(J) X	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
X 1	X 2	-0,27500	0,92899	1,000	-2,5665	2,0165
	X 3	0,92500	0,92899	0,971	-1,3665	3,2165
X 2	X 1	0,27500	0,92899	1,000	-2,0165	2,5665
	X 3	1,20000	0,92899	0,605	-1,0915	3,4915
X 3	X 1	-0,92500	0,92899	0,971	-3,2165	1,3665
	X 2	-1,20000	0,92899	0,605	-3,4915	1,0915

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Los datos de la tabla 19, permiten apreciar que no existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos 1; 2 y 3; dado el valor de p mayor al máximo permitido.

Decisión estadística:

De la prueba de Levene, homogeneidad de varianza, se estima que los grupos pertenecen a la misma población; de la prueba de ANOVA, se aprecia que las media intra - grupo no son diferentes; mientras que, de la prueba de Bonferroni, en la comparación de los grupos dos a dos, se aprecia que las diferencias entre los tratamientos no son significativas. Se establece que no existen evidencias estadísticas que permiten afirmar, “*El uso de la estrategia combinada empleada en la enseñanza del curso Autómata programable PLC, presenta diferencias significativas entre los tratamientos*”. Por tanto, no se rechaza H_0 .

IV. Discusión

El desarrollo de la investigación lo motivó el hecho de que es usual en la mayoría de las facultades de Ingeniería Mecatrónica en el Perú, enseñar el curso de Autómatas Programables PLC mediante software de simulación al no contar con Laboratorios de módulos de entrenamiento, esto ha llevado a que los egresados tengan solo un aprendizaje virtual, no plasmando en la realidad física, concreta, en desmedro de la formación e imagen del ingeniero mecatrónico.

En la UTP se marca la diferencia al contar con un módulo de entrenamiento en Autómatas Programables PLC y 6 Equipos PLCs sueltos en un laboratorio especializado para Ingeniería Mecatrónica; con estos elementos se desarrollan estrategias didácticas físicas de reconocimiento de equipos, estrategias virtuales haciendo uso de la programación en computadoras y estrategias combinadas, aplicando la integración de las dos estrategias en la ejecución de sistemas de tableros de control acercándose más a una situación real, de acuerdo con Álvarez, Moreno y Ramírez (2016), quienes en el *diseño e implementación del sistema de control de la Planta Didáctica de Intercambio Térmico* como un aporte para solucionar las necesidades de las instituciones de educación, hallaron resultados satisfactorios, en la validación de datos con la simulación y prueba de la estrategia de control en condiciones de operación y con la participación activa de estudiantes.

Como se esperaba, en la investigación realizada se logró demostrar en la práctica, la mayor eficiencia en el aprendizaje con el empleo de estrategias que combinan el quehacer físico con la simulación virtual, hallándose en la prueba de Bonferroni mejores resultados con la estrategia combinada; por efecto de la estrategia combinada la media fue superior en 2,575 a la obtenida con la estrategia física y en 1,342 con la estrategia virtual, lo que se explicaría con lo hallado por Salvá, Altamirano, Álvarez y Herrera (2015), los que alcanzaron un alto valor didáctico haciendo uso de estrategias de aprendizaje mediante la informática y el hardware

específico para este fin, por cuanto acercó al estudiante con la demostración práctica a cada uno de los procesos del diseño y construcción de un sistema profesional basado en microcontrolador.

Así también, Páez, Zabala y Zamora (2015), en el *Análisis y actualización del programa de la asignatura Automatización Industrial en el buscaron* diseñar un programa de asignatura actualizado y pertinente que fortalezca los cursos de automatización, implementando una metodología a través del uso de hardware, así como el desarrollo de software para el uso de asignaturas teórico-prácticas, las mismas que responden a las demandas empresariales de la industria. Hallaron que el componente práctico de la asignatura permitió adquirir un aprendizaje teórico-práctico al poder interactuar con los dispositivos, a los que consideraron parte fundamental en la adquisición de competencias indispensables en el desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería.

Con respecto a la eficacia de la estrategia física se halló que el aprendizaje promedio en los tres grupos analizados fue de 13 puntos, resultando que solo el segundo grupo arrojó resultados por encima de ella (14,38), aun cuando el tercer grupo estaba bastante aproximado (12,95). Siendo la calificación promedio de 16,24 obtenida con la estrategia combinada y de 10,58 la obtenida con la estrategia virtual, se asumió que hubo efecto positivo. Estos resultados se confirmaron en la prueba de hipótesis respectiva donde se encontró por lo menos, en un tratamiento hubo efecto positivo en la variable dependiente, afirmándose que la manipulación física empleada en la enseñanza del curso Programación de PLC influye positivamente, lo que se explicaría a partir del trabajo de Martínez (2015), quien con el objetivo de detallar el diseño y funcionamiento de un módulo de prácticas enfocadas en el funcionamiento y manejo de un controlador lógico programable elaboró un *Módulo didáctico para prácticas de laboratorio con controladores lógicos programables*, concluyendo que en la recopilación de información se describe la función más importante de las partes del

PLC, la conexión de entradas y salidas, explicación del funcionamiento de diagramas escalera, conexiones a líneas de voltaje e identificación de cada una de las terminales que integran a el PLC. Asimismo, Rodríguez y Torres (2009), basados en el paradigma *filosofía de aprender haciendo*, acogido en universidades con los más altos estándares de calidad educativa, emplearon una estrategia para enseñar encontrando que con el desarrollo de este modelo logró en los estudiantes la identificación con la materia y la mejora de su actitud hacia el curso mismo.

Con respecto al uso de la estrategia virtual se encontró que el promedio de la evaluación de los tres grupos fue de 10,58, lo que resultó menor a la calificación de 13 obtenida mediante la estrategia física y la calificación de 16,24 de la estrategia combinada. En este caso se observa que el efecto fue menor que el de las otras dos estrategias, lo que coincidió en lo hallado por Minaya (2014), en su investigación *Los simuladores en el logro de las capacidades en la unidad didáctica de proyectos electrónicos...*, en la cual determinó que el uso de simuladores tiene diferentes influencias en el logro de las capacidades en la unidad didáctica de proyectos electrónicos. Esto probablemente se deba a que las habilidades para la programación varían entre los estudiantes, presentando algunos, mayor dominio de los lenguajes de programación, pero que definitivamente provocan un sesgo en el promedio obtenido.

V. Conclusiones

Primera

Dado que se obtuvo con la estrategia física empleada un aprendizaje promedio de 13 en los tres grupos, de 10,58 con la estrategia virtual y de 16,24 con la estrategia combinada, se concluyó que fue el uso de la estrategia combinada para la enseñanza de Autómatas Programables PLC la de mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería mecatrónica. Estos datos descriptivos fueron confirmados estadísticamente en el análisis donde se halló que las medias eran diferentes según ANOVA y con la prueba de Bonferroni se estableció que el promedio de la estrategia combinada fue mayor al promedio de las otras dos estrategias. En consecuencia, se aceptó como válida la hipótesis de investigación.

Segunda

En la estrategia de manipulación física empleada en la enseñanza de Autómatas Programables PLC se halló que el promedio global del aprendizaje se incrementó significativa y positivamente en el segundo tratamiento, mientras que en el tercer tratamiento no hubo incremento en el promedio de aprendizaje; en consecuencia, si influyó positivamente en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería mecatrónica, concluyéndose que la hipótesis planteada fue válida.

Tercera:

Los resultados de la prueba de Bonferroni, al comparar los tratamientos dos a dos, muestra que no existen diferencias significativas entre ellos, en consecuencia, no se confirma que el uso de los simuladores virtuales empleados para la enseñanza del curso Autómatas Programables PLC influyera en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería mecatrónica. Se concluyó que la hipótesis planteada no fue válida.

Cuarta:

Los resultados de la prueba de Bonferroni mostraron que en la comparación de los tratamientos de la estrategia combinada dos a dos, las diferencias no son significativas; por tanto, se establece que no existen evidencias estadísticas para afirmar que existen diferencias entre las medias obtenidas con los tratamientos de la estrategia combinada empleada en la enseñanza del curso Autómatas Programables PLC. Se concluyó que la hipótesis no fue válida en este aspecto.

V. Recomendaciones

Primera

A los responsables de la coordinación del curso Autómatas Programables PLC se les sugiera analizar detalladamente los resultados obtenidos en este estudio y eventualmente elaborar diseños de investigación complementarios que permitan certificar que efectivamente el aprendizaje es mayor con la estrategia combinada, de tal forma que se tome la decisión de implementarla en los planes de estudios de forma obligatoria.

Segunda

Habiéndose hallado la influencia positiva del uso de elementos físicos en el aprendizaje del curso en mención, se recomienda a los responsables de la facultad implementar más laboratorios para incrementar su enseñanza habida cuenta de que permite la identificación del elemento en sí, de su función y uso adecuado en los diseños.

Tercera

El haber hallado que no es significativa la influencia del uso de los simuladores en el aprendizaje del curso, se recomienda supervisar su adecuada aplicación en clases, el nivel de dominio de los softwares y equipos de programación en docentes y estudiantes, previo a descartar su uso como estrategia didáctica única.

Cuarta

A la luz de los resultados se recomienda a los responsables de la implementación de laboratorios especializados en la Universidad Tecnológica del Perú, se recomienda la implementación de laboratorios debidamente equipados con los softwares de programación de PLCs y dispositivos de manipulación física que permitan demostraciones en condiciones reales de los procesos industriales automatizados, lo que permitirá que los estudiantes alcancen el perfil del ingeniero mecatrónico requerido en el mercado laboral.

VI. Referencias

- Aguilera, P. (2002). *Programación de PLC's*. (Tesis de maestro, Universidad Autónoma De Nuevo León),
- Álvarez J; Moreno, J; Ramírez, E. (2016). *Diseño e Implementación de un sistema de control cascada en la planta de intercambio térmico - PIT000*. Informador Técnico (Colombia) 81(1) Enero - junio 2017: 32-43 ISSN 0122-056X | e-ISSN 2256-5035. doi: <http://doi.org/10.23850/22565035.718>
- Álvarez et al (2010). *La enseñanza de la ingeniería mecatrónica un reto del siglo XXI*. Conference paper. November 2010. DOI: 10.13140/RG.2.1.2764.3366
- Aquino J.A., Corona L., Fernández C. (2012) “*Identidad y destino del SER llamado Ingeniero marco histórico y referencial*”. Presentado en el Foro mundial de la enseñanza de la ingeniería, WEEF en Buenos Aires, Argentina
- Aquino, J; Corona, L. y Trujillo, J. (2013). *Tendencia en la enseñanza del curso Ingeniería mecatrónica y su campo disciplinar*. *Ciencia y Tecnología*, 13, 2013, pp. 233-250 ISSN 1850-0870
- Artero F. 1985: *Automatismo Eléctrico y Electrónico*. Ed. Donostiarra. 7ma.
- Avanzini, G. (1998), *La pedagogía hoy*, México, FCE.
- Boscán, L. (2010). *Diseño de un sistema de control mediante PLC para las instalaciones de aire acondicionado central (agua helada) e iluminación de un edificio de laboratorios*. (Tesis, Universidad Central de Venezuela), Caracas, Venezuela.
- Cardona, G. (2006). *Metodologías y didácticas virtuales*. Centro de Investigación en Educación Virtual – CINEV., Bogotá, Colombia.
- Carrasco, J. (2004). *Estrategias de aprendizaje para aprender más y mejor*. Madrid: Ediciones Rialp.
- Carrasco, J. (2004). *Una didáctica para hoy: Como enseñar mejor*. Madrid: Ediciones Rialp.
- Díaz, F. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw-Hill.

- Duran, J; Martínez, H; Gamiz, J; Domingo, J; Grau, A. (2012). *Automatismos eléctricos e industriales*. España: Marcombo ediciones técnicas, Altamar S.A. Ed. San Sebastián.
- García, F; Nensthiel, C. (2015). *El Sistema Prolog Factory como entorno de Aprendizaje Significativo*. *Revista de Tecnología*, ISSN 1692-1399, Vol. 14, N° 1, págs.65-76.
- García Hoz, V. (1996). *La educación personalizada en la Universidad*. Ediciones Rialp.
- Gutiérrez, R., Forment, E., y Garcia, V. (1990). *Enseñanza de las ciencias en la educación intermedia*. Madrid, España: Ediciones Rialp.
- Laura y Yunganina (2013). *Diseño e implementación de un sistema asistido por PLC para la automatización de una dobladora de tubos y supervisado por un sistema SCADA*. (Tesis, Universidad Nacional Del Altiplano), Puno – Perú
- Lugo, J., Padilla, J., Romero, E. (2005). *Metodología para realizar una automatización utilizando PLC*. *Impulso*, vol. 1, N° 1, pp. 18-21, 2005. https://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/documents/v1/v1_art4.pdf
- Martínez, H. (2015). *Módulo didáctico para prácticas de laboratorio con controladores lógicos programables*. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León), San Nicolás de los Garza, N.L., México. URI: <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/9535>.
- Minaya, R. (2014). *Los simuladores en el logro de las capacidades en la unidad didáctica de proyectos electrónicos en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Carlos Cueto Fernandini” de Comas – 2014*, (Tesis doctoral de la Universidad César Vallejo), Lima, Perú. URI: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/9253>.
- Mínguez, A. (2003). *El formador en la empresa*. Madrid: Editorial ESIC.
- Ocampo, G. (2010). *Automatismos eléctricos*. Bogotá DC, Colombia: editorial@usantotomas.edu.co; Universidad Santo Tomás.
- Ortiz, N. (2017). *Las estrategias de aprendizaje y rendimiento académico, en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería industrial y de gestión*

- empresarial en la asignatura de tecnología II en la universidad particular Norbert Wiener, 2012 a 2015.* (Tesis de Maestro, Universidad Norbert Wiener), Lima, Perú.
- Páez, H; Zabala, V; Zamora, R. (2015). *Análisis y actualización del programa de la asignatura Automatización Industrial en la formación profesional de ingenieros electrónicos.* Asociación Colombiana de Facultades de ingeniería. Revista Educación en Ingeniería 11 (21), pp. 39-44. Marzo, 2016.
- Pantoja, H. (2012). *Plataforma virtual para el desarrollo de asignaturas usando el enfoque constructivista* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería), Lima, Perú.
- Piedrahita, R. (1991). *Ingeniería de la Automatización Industrial.* Practice – Hall.
- Rodríguez, G. y Torres, J. (2009). *SEVENTH LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2009)* “Energy and Technology for the Americas: Education, Innovation, Technology and Practice” June 2-5, 2009, San Cristóbal, Venezuela.
- Salvá, A; Altamirano, L; Álvarez, L; Herrera, A. (2015). *PLM3, Controlador Lógico Secuencial para Auxilio Didáctico.* Congreso Nacional de Control Automático, AMCA 2015, Centro Nacional de investigación y Desarrollo tecnológico, Cuernavaca, Morelos, México.
- Sánchez, J. (2011). *Diseño e implementación de un sistema de automatización para mejorar la producción de carretos en la empresa la casa de tornillo SRL.* (Tesis, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo), Chiclayo, Perú.
- Sevillano, M. L. (1995). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje con medios y tecnología.* Madrid, España: Editorial Ramón Areces.
- Wagner, F.E. and Steinführer, G., (2001). *Education in Mechatronics as an International Study – Conditions for its Realization.* Proceedings 1st Baltic Sea Workshop on Education in Mechatronics, Kiel, Germany.
- Wikander, J., Törngren, M. and Hanson, M., (2005). *The Science and Education of Mechatronics Engineering.* IEEE Robotics and Automation Magazine, 8, 2, 20-26. México.

Anexos

Anexo 1: matriz de consistencia

Estrategias didácticas del curso Autómata Programable PLC en el aprendizaje de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica

Problemas	Hipótesis	Objetivos	Variable	
			Dimensiones	Indicadores
General: ¿Cuál de las estrategias empleadas para la enseñanza en el curso Autómata Programable PLC tiene mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP?	General: La estrategia combinada empleada para la enseñanza en el curso Autómata Programable PLC tiene mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.	General: Determinar cuál de las estrategias empleadas para la enseñanza de Autómatas Programables PLC tiene mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.	Estrategia física	Introducción a los Sistemas Automáticos de Control.
PE1: ¿Cuál es la influencia de la estrategia de manipulación física empleada en la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP?	HE1: La manipulación física empleada en la enseñanza de Autómatas Programables PLC tiene influencia positiva en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.	OE1: Establecer la influencia de la manipulación física empleada en la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.		Representación de los Sistemas Automáticos de Control.
				Descripción y funcionamiento de los dispositivos de protección, control y mando.
				Arranque Directo del M.I.3Ø por contactores:
PE2: ¿Cuál es la influencia de la estrategia del uso de simuladores virtuales empleados en la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP?	HE2: El uso de los simuladores virtuales empleados para la enseñanza de Autómatas Programables PLC tiene influencia positiva en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.	OE2: Establecer la influencia de los simuladores virtuales empleados para la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.		Inversión de giro del M.I.3Ø.
				Sistemas Automáticos de Control a tensión reducida.
				Inversión de giro del Arranque Estrella-Triangulo del M.I.3Ø.
PE3: ¿Cuál es la influencia de la estrategia combinada empleada en la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP?	HE3: La estrategia combinada empleada para la enseñanza de Autómatas Programables PLC tiene influencia positiva en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.	OE3: Establecer la influencia de la estrategia combinada empleada para la enseñanza de Autómatas Programables PLC en el aprendizaje de los estudiantes del octavo ciclo de ingeniería mecatrónica, en la UTP.	Sistemas de arranque secuenciales: LIFO, FIFO. Otros.	
			Estrategia virtual: Controlador Lógico Programable (PLC).	El Controlador Lógico Programable.
				Funciones Básicas de los PLC.
Estrategia combinada: Aplicación a los Sistemas de Control a tensión plena y reducida con PLC.			Programación y simulación de Sistemas de Control a tensión plena: Directo, inversión, secuenciales, etc.	
			Programación y simulación de Sistemas de Control a tensión dividida: estrella - delta.	
			Diseño, Instalación, Programación, transferencia de PC a PLC de Sistemas de Control a tensión plena.	
			Diseño, Instalación, Programación, transferencia de PC a PLC de Sistemas de Control a tensión dividida.	
			Sistemas secuenciales, LIFO, FIFO, mediante PLC	
Uso de funciones especiales del PLC.				
Sistemas de control con sensores, PLC y actuadores varios.				
Sistemas de Control en Proyectos con comunicación industrial mediante PLC				

Metodología	Población y muestra	Técnicas e instrumentos	Análisis de datos
<p>Paradigma: positivismo</p> <p>Ontológico: el objeto de estudio fue real, existía al margen de la voluntad del investigador</p> <p>Metodológico: la obtención de conocimientos se realizó mediante un método deductivo</p> <p>Epistemológico se obtuvieron conocimientos empíricos al desarrollarse el proceso investigativo.</p>	<p>Población:</p> <p>Conformada por 60 estudiantes del octavo ciclo de la Carrera profesional de Mecatrónica, que llevaban el curso Automatas programables</p> <p>Criterios de inclusión:</p> <p>Se consideraron estudiantes formalmente matriculados:</p> <p>Estudiantes con asistencia regular</p> <p>Estudiantes que concluyeron el ciclo de estudios.</p>	<p>Técnica de recojo de datos:</p> <p>Se empleó la técnica documental, dado que los resultados de las evaluaciones de los estudiantes se hallaban consignados en las actas oficiales de la institución.</p> <p>Los datos de las evaluaciones correspondieron a:</p> <p>Práctica calificada</p> <p>Notas de laboratorios</p> <p>Examen final</p>	<p>Análisis descriptivo:</p> <p>Se tabularon los datos, organizándolos en una base de datos.</p> <p>Se analizaron e interpretaron los datos.</p> <p>Fueron presentados los resultados en tablas de frecuencias y figuras estadísticas en función de la naturaleza y volumen de la información.</p>
<p>Enfoque: cuantitativo.</p> <p>El análisis de los datos requirió de técnicas matemáticas y estadísticas, expresándose los resultados en forma numérica.</p>	<p>Por tratarse de una población relativamente reducida y por existir la posibilidad de acceder a la información de todos los integrantes, el estudio se realizó con todos los estudiantes de la población.</p> <p>En tal sentido el estudio, denominado censal, no contó con ninguna muestra.</p>	<p>Para el recojo de los datos, resultados de las evaluaciones, se elaboró una ficha de registro, en base a las unidades de aprendizaje, capacidades e indicadores de logro.</p>	<p>Fase inferencial</p> <p>Se empleó la prueba de ANOVA para medidas repetidas</p>
<p>Método: científico experimental</p>			
<p>Diseño: experimental multivalente por cuanto aumentaban las posibilidades de poder determinar con exactitud si las estrategias empleadas fueron efectivas. Asimismo, se determinó si el aprendizaje entre los grupos difiere significativamente.</p>			
<p>Nivel: explicativo</p> <p>Las investigaciones de este nivel son de causa-efecto; específicamente en las experimentales se busca determinar el efecto de un tratamiento específico.</p>	<p>La población contaba con tres grupos establecidos naturalmente antes del estudio, a éstos se consideró como grupos intactos.</p>		

Anexo 2: Instrumento de evaluación

Estrategia de aprendizaje 1: Estrategia Física.		Práctica calificada	Laboratorio Calificado	Examen final
Sistemas Automáticos de Control a tensión plena y a tensión reducida.				
1	Identifica los elementos de entrada (sensores) de un sistema de control.			
2	Identifica los elementos de salida (actuadores), de un sistema de control.			
3	Identifica la normalización para la simbología y diagramas para la representación de circuitos de control.			
4	Diseña sistemas de control mediante diagramas gráficos normalizados.			
5	Descripción y funcionamiento de los dispositivos de protección, control y mando.			
6	Utiliza correctamente los elementos de protección, control y mando en la implementación y ejecución de tableros de control de máquinas eléctricas.			
Estrategia de aprendizaje 2: Estrategia Virtual.		Práctica calificada	Práctica laboratorio	Examen final
Controlador Lógico Programable (PLC), Lenguajes de Programación y Funciones Básicas.				
7	Reconoce la estructura del PLC y funcionamiento del PLC.			
8	Analiza la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables.			
9	Interpreta la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los PLCs.			
10	Simula la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables.			
11	Programa un PLC de acuerdo a los Lenguajes de Programación normalizados.			
12	Instala virtualmente un PLC y prueba su funcionamiento mediante uso de software.			
Estrategia de aprendizaje 3: Estrategia Combinada.		Práctica calificada	Práctica laboratorio	Examen final
Aplicaciones y Proyectos en los Sistemas de Control a tensión plena con PLC y Sistemas de Control a tensión reducida con PLC.				
13	Interpreta datos con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante el PLC.			
14	Aplica técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante PLC.			
15	Aplica la programación normalizada para el control de los tableros de los sistemas de control mediante PLC.			
16	Resuelve situaciones de procesos industriales con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante el uso de PLC.			
17	Realiza transferencia del diseño elaborado desde PC hasta el PLC, mediante protocolos de comunicación Ethernet. Prueba el funcionamiento en dispositivos reales (físicos).			
18	Verifica el funcionamiento del sistema físico in situ y desde PC a través del software especializado.			

ANEXO 3: CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL APRENDIZAJE

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL A TENSIÓN PLENA Y A TENSIÓN REDUCIDA.								
1	Identifica los elementos de entrada (sensores) de un sistema de control.							
2	Identifica los elementos de salida (actuadores), de un sistema de control.							
3	Identifica la normalización para la simbología y diagramas para la representación de circuitos de control.							
4	Diseña sistemas de control mediante diagramas gráficos normalizados.							
5	Descripción y funcionamiento de los dispositivos de protección, control y mando.							
6	Utiliza correctamente los elementos de protección, control y mando en la implementación y ejecución de tableros de control de máquinas eléctricas.							
DIMENSIÓN 2: CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC), LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y FUNCIONES BÁSICAS.		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
7	Reconoce la estructura del PLC y funcionamiento del PLC.							
8	Analiza la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables.							
9	Interpreta la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los PLCs.							
10	Simula la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables.							
11	Programa un PLC de acuerdo a los Lenguajes de Programación normalizados.							
12	Instala virtualmente un PLC y prueba su funcionamiento mediante uso de software.							
DIMENSIÓN 3: APLICACIONES Y PROYECTOS EN LOS SISTEMAS DE CONTROL A TENSIÓN PLENA CON PLC Y SISTEMAS DE CONTROL A TENSIÓN REDUCIDA CON PLC		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
13	Interpreta datos con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante el PLC.							
14	Aplica técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante PLC.							
15	Aplica la programación normalizada para el control de los tableros de los sistemas de control mediante PLC.							
16	Resuelve situaciones de procesos industriales con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante el uso de PLC.							
17	Realiza transferencia del diseño elaborado desde PC hasta el PLC, mediante protocolos de comunicación Ethernet. Prueba el funcionamiento en dispositivos reales (físicos).							
18	Verifica el funcionamiento del sistema físico in situ y desde PC a través del software especializado.							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): El número de ítems recoge la información necesaria para la investigación

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable [] 15 de Mayo del 2018

Apellidos y nombres del juez evaluador:Doctora Gladys Elisa Sánchez Huapaya DNI:10217462

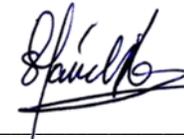
Especialidad del evaluador:Metodología. Docente de investigación en la EPG - UCV

¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del juez evaluador

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL A TENSIÓN PLENA Y A TENSIÓN REDUCIDA.								
1	Identifica los elementos de entrada (sensores) de un sistema de control.							
2	Identifica los elementos de salida (actuadores), de un sistema de control.							
3	Identifica la normalización para la simbología y diagramas para la representación de circuitos de control.							
4	Diseña sistemas de control mediante diagramas gráficos normalizados.							
5	Descripción y funcionamiento de los dispositivos de protección, control y mando.							
6	Utiliza correctamente los elementos de protección, control y mando en la implementación y ejecución de tableros de control de máquinas eléctricas.							
DIMENSIÓN 2: CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC), LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y FUNCIONES BÁSICAS.								
7	Reconoce la estructura del PLC y funcionamiento del PLC.							
8	Analiza la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables.							
9	Interpreta la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los PLCs.							
10	Simula la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables.							
11	Programa un PLC de acuerdo a los Lenguajes de Programación normalizados.							
12	Instala virtualmente un PLC y prueba su funcionamiento mediante uso de software.							
DIMENSIÓN 3: APLICACIONES Y PROYECTOS EN LOS SISTEMAS DE CONTROL A TENSIÓN PLENA CON PLC Y SISTEMAS DE CONTROL A TENSIÓN REDUCIDA CON PLC								
13	Interpreta datos con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante el PLC.							
14	Aplica técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante PLC.							
15	Aplica la programación normalizada para el control de los tableros de los sistemas de control mediante PLC.							
16	Resuelve situaciones de procesos industriales con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante el uso de PLC.							
17	Realiza transferencia del diseño elaborado desde PC hasta el PLC, mediante protocolos de comunicación Ethernet. Prueba el funcionamiento en dispositivos reales (físicos).							
18	Verifica el funcionamiento del sistema físico in situ y desde PC a través del software especializado.							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): El número de ítems recoge la información necesaria para la investigación

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable [] 15 de Mayo..... del 2018

Apellidos y nombres del juez evaluador: Doctor Rodolfo Fernando Talledo Reyes..... DNI: 10217463.....

Especialidad del evaluador:Metodología. Docente de investigación en la EPG. - UCV.....

¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del juez evaluador

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL A TENSIÓN PLENA Y A TENSIÓN REDUCIDA.		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
1	Identifica los elementos de entrada (sensores) de un sistema de control.							
2	Identifica los elementos de salida (actuadores), de un sistema de control.							
3	Identifica la normalización para la simbología y diagramas para la representación de circuitos de control.							
4	Diseña sistemas de control mediante diagramas gráficos normalizados.							
5	Descripción y funcionamiento de los dispositivos de protección, control y mando.							
6	Utiliza correctamente los elementos de protección, control y mando en la implementación y ejecución de tableros de control de máquinas eléctricas.							
DIMENSIÓN 2: CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC), LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y FUNCIONES BÁSICAS.		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
7	Reconoce la estructura del PLC y funcionamiento del PLC.							
8	Analiza la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables.							
9	Interpreta la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los PLCs.							
10	Simula la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables.							
11	Programa un PLC de acuerdo a los Lenguajes de Programación normalizados.							
12	Instala virtualmente un PLC y prueba su funcionamiento mediante uso de software.							
DIMENSIÓN 3: APLICACIONES Y PROYECTOS EN LOS SISTEMAS DE CONTROL A TENSIÓN PLENA CON PLC Y SISTEMAS DE CONTROL A TENSIÓN REDUCIDA CON PLC		Si	No	Si	No	Si	No	Sugerencias
13	Interpreta datos con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante el PLC.							
14	Aplica técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante PLC.							
15	Aplica la programación normalizada para el control de los tableros de los sistemas de control mediante PLC.							
16	Resuelve situaciones de procesos industriales con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control mediante el uso de PLC.							
17	Realiza transferencia del diseño elaborado desde PC hasta el PLC, mediante protocolos de comunicación Ethernet. Prueba el funcionamiento en dispositivos reales (físicos).							
18	Verifica el funcionamiento del sistema físico in situ y desde PC a través del software especializado.							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): El número de ítems recoge la información necesaria para la investigación

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable [] 30 de.....Mayo..... del 2018

Apellidos y nombres del juez evaluador: Maestro Pedro Novoa Castillo..... DNI: 40467218.....

Especialidad del evaluador:Docente de investigación en la EPG - UCV.....

¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del juez evaluador

ANEXO 4: BASE DE DATOS

	GI-A1	GI-A2	GI-A3		GII-A1	GII-A2	GII-A3		GIII-A1	GIII-A2	GIII-A3
1	9.5	14	19	1	11	6.5	17.5	1	16	12.5	16
2	12	13.5	19	2	13.5	14.5	15	2	10.5	5.5	11.5
3	5.5	11	17	3	13.5	11.5	19.5	3	13.5	9.5	18
4	16	16.5	19.5	4	13.5	8.5	17.5	4	14	14.5	17
5	13	11.5	16.5	5	10.5	8	15	5	14	17.5	19
6	6.5	8	12.5	6	15.5	13	15	6	14.5	18.5	18
7	11.5	5	19	7	14.5	14.5	17.5	7	14	14.5	16.5
8	14	5.5	19	8	12	6.5	16	8	6.5	6.5	10.5
9	16	9	14.5	9	14	11	19	9	14.5	4.5	17
10	11	6	11.5	10	15.5	8.5	16.5	10	9.5	4	11
11	16	14.5	19.5	11	14	10.5	14	11	11.5	12.5	17
12	12.5	14	19	12	16	11	17.5	12	11	14.5	10.5
13	12.5	6.5	11	13	15	9.5	11.5	13	13	9.5	16
14	6.5	2.5	14.5	14	13	9.5	18.5	14	8.5	11	12
15	6	8.5	15	15	16.5	10	11	15	12	13	18
16	11.5	4	10	16	15	7.5	18.5	16	14	11.5	14.5
17	14	12.5	19	17	16.5	13	19	17	15	13.5	18
18	13	13	15.5	18	15	13.5	17.5	18	14.5	13.5	12
19	12	14.5	19	19	15	11	19	19	17	12.5	19
20	14.5	10.5	19	20	18	10	19.5	20	15.5	7	19

Anexo

MODULO PEDAGOGICO DE ESTRATEGIAS EMPLEADAS

1.- ESTRATEGIA FISICA

Logro de aprendizaje de la Unidad: Al término de la unidad el estudiante identifica los componentes que intervienen en el sistema como elementos de entrada (sensores) y los elementos de salida (actuadores), las diferentes formas de utilización de cada uno de ellos en representaciones convencionales. Implementación física y mando manual por pulsadores.

Sesión 1:			
Nombre del Profesor		: Pedro Miguel Portillo Mendoza	
Nombre del curso		: Autómatas Programables PLC	
Nombre de la Unidad		: Sistemas de control a tensión plena y a tensión reducida.	
Logro de aprendizaje de la sesión		: Al final de la sesión el estudiante reconoce los elementos de protección, control y señalización de un sistema de control e instala un arranque directo de un motor trifásico mando manual por pulsadores.	
Fase	Descripción de actividad	Tiempo	Materiales/recursos
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> SALUDO- BIENVENIDA 	5 min	Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizaré en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizaré una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: Comentaré una anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	15 min	Pizarra, plumones PPT
Transformación	<p>Información</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentaré un problema, donde se requiere implementar un sistema de control por pulsadores para una maquina procesadora. Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus propuestas de solución, llegaremos a la Discusión.</p>	30 min	Pizarra /plumones PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la instalación física de un arranque directo para un motor trifásico mediante contactores y mando por pulsadores.</p>	70 min	<ul style="list-style-type: none"> 01 Interruptor termo magnético trifásico. 01 ITM monofásico 01 contactor 02 pulsadores 03 lámparas pilotos 01 Motor trifásico Cables de conexión Kit de herramientas
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué aprendimos?: Aquí aplicaré la Metodología One minute paper. <p>Preguntaré: ¿Qué fué lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	Docente – alumnos Hoja de One minute paper.

Sesión 2:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Sistemas de control a tensión plena y a tensión reducida.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante dimensiona, implementa y pone en funcionamiento un arranque directo con inversión de giro de un motor trifásico.

Fase	Descripción de actividad	Tiempo	Materiales/recursos
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> • Dinámica, despertar la atención. 	5 min	<ul style="list-style-type: none"> • Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizaré en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saberes Previos: • “Recordemos”: realizaré una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. • Motivación: Comentaré una anécdota relacionada al tema. • Logro: Enunciaré el logro de la sesión. • Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	15 min	<ul style="list-style-type: none"> • Pizarra, plumones • PPT
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> • Información (brindaré información sobre el giro de un motor). • Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentaré un problema, donde se requiere implementar un sistema de control para una maquina amasadora que opera con dos sentidos de giro.</p> <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus propuestas de solución, llegaremos a la Discusión.</p>	30 min	<ul style="list-style-type: none"> • Pizarra /plumones • PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la instalación física de un arranque directo para un motor trifásico con inversión de giro mediante contactores y mando por pulsadores.</p>	70 min	<ul style="list-style-type: none"> • 1 interruptor termo magnético trifásico. • 1 ITM monofásico • 2 contactores • 3 pulsadores • 3 lámparas pilotos • 1 motor trifásico • Cabe de conexión • Kit de herramientas
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntaré: ¿Qué fue lo más confuso de la clase? Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> • Docente – alumnos • Hoja de One minute paper

Sesión 3:			
Nombre del Profesor		: Pedro Miguel Portillo Mendoza	
Nombre del curso		: Automatas Programables PLC	
Nombre de la Unidad		: Sistemas de control a tensión plena y a tensión reducida.	
Logro de aprendizaje de la sesión		: Al final de la sesión el estudiante dimensiona, implementa y pone en funcionamiento un arranque secuencial de tres motores trifásicos.	
Fase	Descripción de actividad	Tiempo	
Materiales/recursos			
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 	5 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizaré en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizaré una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: Comentaré una anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra, plumones PPT
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (brindaré información sobre el giro de un motor). Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentaré el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control para el funcionamiento de un sistema que utiliza tres cintas transportadoras.</p> <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus propuestas de solución, llegaremos a la Discusión.</p>	30 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra /plumones PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la instalación física de un arranque secuencial de tres motores trifásicos mediante contactores y mando por pulsadores.</p>	70 min	<ul style="list-style-type: none"> 1 ITM trifásico. 1 ITM monofásico 3 contactores 4 pulsadores 5 lámparas pilotos 3 motor trifásico Cables de conexión Kit de herramientas
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntare: ¿Qué fue lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente – alumnos Hoja de One minute paper

Sesión 4:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Sistemas de control a tensión plena y a tensión reducida.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante dimensiona, implementa y pone en funcionamiento un arranque indirecto de un motor trifásico.

Fase	Descripción de actividad	Tiempo	Materiales/recursos
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 	5 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizare en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizaré una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: Comentaré una anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra, plumones PPT
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (brindaré información sobre los tipos de arranques indirectos para mores de gran potencia). Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentaré el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control para el funcionamiento de una maquina molino de cauchos para plantas de calzado).</p> <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus propuestas de solución, llegaremos a la Discusión de las propuestas.</p>	20 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra /plumones PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la instalación física de un arranque indirecto de un motor trifásico de potencia mayor a 5 HP, mediante contactores y mando por pulsadores.</p>	80 min	<ul style="list-style-type: none"> 1 ITM trifásico. 1 ITM monofásico 3 contactores 3 pulsadores 5 lámparas pilotos 1 motor trifásico Cabes de conexión Kit de herramientas
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntaré: ¿Qué fué lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente – alumnos Hoja de One minute paper

MODULO PEDAGOGICO DE ESTRATEGIAS EMPLEADAS

2. - ESTRATEGIA VIRTUAL

Unidad de aprendizaje 2:

Controlador Lógico Programable (PLC), Lenguajes de Programación y Funciones Básicas.

Logro específico de aprendizaje:

Al finalizar la unidad, el estudiante identifica, analiza, interpreta y simula la respuesta de sistemas de control aplicando los programas de los controladores lógicos programables. Además, reconoce el PLC, su instalación y su programación del mismo.

Sesión 1:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Controlador Lógico Programable (PLC), Lenguajes de Programación y Funciones Básicas.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante Programa y simula un arranque directo de un motor trifásico utilizando software respectivo.

Fase Materiales/recursos	Descripción de actividad	Tiempo	
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 	5 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizare en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizaré una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: Comentaré una anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra, plumones PPT
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (brindaré información sobre la estructura, funcionamiento, programación básica y tipos de PLC Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentare el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control para el funcionamiento de una maquina pero que se requiere que tenga un control automatizado)</p> <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus propuestas de solución, llegaremos a la discusión de las propuestas.</p>	40 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra / plumones PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la Programación de un arranque directo de un motor trifásico, y su respectiva simulación virtual.</p>	60 min	<ul style="list-style-type: none"> 1 PC, instalado el Software TIA Portal de Siemens
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntare: ¿Qué fué lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente – alumnos Hoja de One minute paper

Sesión 2:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Controlador Lógico Programable (PLC), Lenguajes de Programación y Funciones Básicas.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante Programa y simula un arranque directo de un motor trifásico con inversión de giro utilizando software respectivo.

Fase Materiales/recursos	Descripción de actividad	Tiempo	
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 	5 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizare en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizaré una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: Comentaré una anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra, plumones PPT
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (brindaré información sobre la estructura, interna y programación básica. Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentaré el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control para el funcionamiento de una máquina que tiene dos sentidos de giro, pero que se requiere que tenga un control automatizado).</p> <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus propuestas de solución, llegaremos a la discusión de las propuestas.</p>	40 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra / plumones PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la Programación de un arranque directo de un motor trifásico con dos sentidos de giro, y su respectiva simulación virtual.</p>	60 min	<ul style="list-style-type: none"> 1 PC, instalado el Software TIA Portal de Siemens
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntaré: ¿Qué fué lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente – alumnos Hoja de One minute paper

Sesión 3:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Controlador Lógico Programable (PLC), Lenguajes de Programación y Funciones Básicas.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante Programa y simula un arranque secuencial de tres motores trifásicos utilizando software respectivo.

Fase	Descripción de actividad	Material/Recursos	Tiempo
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 		5 min
Utilidad	<p>Lo realizare en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizare una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: Comentare una anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra, plumones PPT 	15 min
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (brindaré información sobre las memorias y procesador, así como de la programación intermedia. Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentare el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control para el funcionamiento de un proceso industrial que opera con tres cintas transportadoras de productos, pero que se requiere que tenga un control automatizado con PLC). Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus propuestas de solución, llegaremos a la discusión de las propuestas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra / plumones PPT 	40 min
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la Programación de un arranque secuencial de tres motores trifásicos y su respectiva simulación virtual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1 PC, instalado el Software TIA Portal de Siemens 	60 min
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntaré: ¿Qué fue lo más confuso de la clase? Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Docente – alumnos Hoja de One minute paper 	15 min

Sesión 4:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Controlador Lógico Programable (PLC), Lenguajes de Programación y Funciones Básicas.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante Programa y simula un arranque Indirecto de un motor trifásico utilizando el software respectivo.

Fase	Descripción de actividad	Material	Tiempo
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 		5 min
Utilidad	<p>Lo realizare en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizaré una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: Comentaré una anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 		15 min
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (brindaré información sobre las memorias y procesador, así como de la programación intermedia. Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentaré el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control automático controlado con PLC para el funcionamiento de una máquina que tiene un motor de 60 HP).</p> <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus propuestas de solución, llegaremos a la discusión de las propuestas.</p>		40 min
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la Programación de un arranque indirecto estrella-triángulo de un motor trifásico con potencia mayor a 5 HP y su respectiva simulación virtual.</p>		60 min
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntare: ¿Qué fué lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>		15 min

MODULO PEDAGOGICO DE ESTRATEGIAS EMPLEADAS

3.- ESTRATEGIA COMBINADA

Unidad de aprendizaje 3:

Aplicaciones y Proyectos en los Sistemas de Control a tensión plena con PLC y Sistemas de Control a tensión reducida con PLC.

Logro específico de aprendizaje:

Al finalizar la unidad, el estudiante aplica las formas de programación que existen para el control y funcionamiento de los tableros de los sistemas de control. Interpreta, aplica y resuelve con técnicas adecuadas y normalizadas de los sistemas de control. Integra el cableado físico y la programación que transfiere de PC al Dispositivo PLC, mediante cable de comunicación Ethernet.

Sesión 1:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Aplicación a los Sistemas de Control a tensión plena y reducida con PLC.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante implementa los componentes físicos, programa y transfiere al PLC un arranque directo de un motor trifásico utilizando el software respectivo.

Fase	Descripción de actividad	Tiempo	Materiales/recursos
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 	5 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizare en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizaré una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. <p>Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra, plumones PPT
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (brindaré información conexas del PLC, así como de la programación avanzada). Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentare el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control automático controlado con PLC para el funcionamiento de una máquina que tiene un motor trifásico.</p> <p>Los estudiantes presentaran sus propuestas de programación y diagramas de instalación al PLC.</p>	20 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra / plumones PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas para poner en marcha un arranque directo de un motor con PLC.</p> <p>Se desea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrar los componentes físicos a las entradas y salidas del PLC, - Programar en el software. - Transferir el diseño al dispositivo PLC. <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus proyectos debidamente montados y probando su funcionamiento real. Llegaremos a la discusión de los resultados.</p>	80 min	<ul style="list-style-type: none"> 1 PC. Software TIA Portal de Siemens 1 interruptor termo magnético trifásico. 1 ITM monofásico 1 contactor 2 pulsadores 3 lámparas pilotos 1 motor trifásico Cables de conexión Kit de herramientas
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntare: ¿Qué fue lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente – alumnos Hoja de One minute paper

Sesión 2:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Aplicación a los Sistemas de Control a tensión plena y reducida con PLC.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante implementa los componentes físicos, programa y transfiere al PLC un arranque con inversión de giro de un motor trifásico utilizando el software respectivo.

Fase	Descripción de actividad	Tiempo	Materiales/recursos
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 	5 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizare en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizare una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra, plumones PPT
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (brindaré información sobre la estructura, interna y programación básica. Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentaré el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control para el funcionamiento de una máquina que tiene dos sentidos de giro, pero que se requiere que tenga un control automatizado). Los estudiantes presentaran sus propuestas de programación y diagramas de instalación al PLC.</p>	20 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra / plumones PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas. Se desea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrar los componentes físicos a las entradas y salidas del PLC, - Programar en el software. - Transferir el diseño al dispositivo PLC. <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus proyectos debidamente montados y probando su funcionamiento real. Llegaremos a la discusión de los resultados.</p>	80 min	<ul style="list-style-type: none"> 1 PC. Software TIA Portal de Siemens 1 interruptor termo magnético trifásico. 1 ITM monofásico 2 contactores 3 pulsadores 4 lámparas pilotos 1 motor trifásico Cables de conexión Kit de herramientas
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntaré: ¿Qué fue lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente – alumnos Hoja de One minute paper

Sesión 3:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Aplicación a los Sistemas de Control a tensión plena y reducida con PLC.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante implementa los componentes físicos, programa y transfiere al PLC un arranque secuencial de tres motores Trifásico utilizando el software respectivo.

Fase Materiales/recursos	Descripción de actividad	Tiempo	
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 	5 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizare en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizare una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra, plumones PPT
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (programación avanzada). Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentaré el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control para el funcionamiento de un proceso industrial que opera con tres cintas transportadoras de productos, pero que se requiere que tenga un control automatizado con PLC). Los estudiantes presentaran sus propuestas de programación y diagramas de instalación al PLC.</p>	20 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra / plumones PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la Programación de un arranque secuencial de tres motores trifásicos. Se desea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrar los componentes físicos a las entradas y salidas del PLC, - Programar en el software. - Transferir el diseño al dispositivo PLC. <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus proyectos debidamente montados y probando su funcionamiento real. Llegaremos a la discusión de los resultados.</p>	80 min	<ul style="list-style-type: none"> 1 PC. Software TIA Portal de Siemens 1 interruptor termo magnético trifásico. 1 ITM monofásico 1 contactor 2 pulsadores 3 lámparas pilotos 1 motor trifásico Cables de conexión Kit de herramientas
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntaré: ¿Qué fue lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente – alumnos Hoja de One minute paper

Sesión 4:

Nombre del Profesor	: Pedro Miguel Portillo Mendoza
Nombre del curso	: Autómatas Programables PLC
Nombre de la Unidad	: Aplicación a los Sistemas de Control a tensión plena y reducida con PLC.
Logro de aprendizaje de la sesión	: Al final de la sesión el estudiante implementa los componentes físicos, programa y transfiere al PLC un arranque indirecto un motor trifásico de Potencia superior a 5 HP, con visualización en HMI y variador de velocidad utilizando el software respectivo.

Fase	Descripción de actividad	Tiempo	Materiales/recursos
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica, para despertar el interés. 	5 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente - alumnos
Utilidad	<p>Lo realizare en 3 Momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Saberes Previos: “Recordemos”: realizaré una síntesis de los puntos tratados en la clase anterior. Motivación: anécdota relacionada al tema. Logro: Enunciaré el logro de la sesión. Con participación de los estudiantes recogeremos ejemplos de su utilidad, mediante la lluvia de ideas. 	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra, plumones PPT
Transformación	<ul style="list-style-type: none"> Información (programación avanzada, uso de HMI). Aquí aplicaré el método de Casos: <p>Presentaré el caso de un proceso industrial, donde se requiere implementar un sistema de control automático controlado con PLC para el funcionamiento de una máquina que tiene un motor de 60 HP).</p> <p>Los estudiantes presentaran sus propuestas de programación y diagramas de instalación al PLC.</p>	20 min	<ul style="list-style-type: none"> Pizarra / plumones PPT
Práctica	<p>Laboratorio de Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré el trabajo colaborativo <p>Plantearé la solución del problema anterior y desarrollaremos las propuestas planteadas mediante la Programación de un arranque indirecto estrella-triángulo de un motor trifásico 60 HP. Se desea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrar los componentes físicos a las entradas y salidas del PLC. - Programar en el software. - Transferir el diseño al dispositivo PLC. <p>Por tanto, luego del análisis del caso, los alumnos, organizados en grupos, presentaran sus proyectos debidamente montados y probando su funcionamiento real. Llegaremos a la discusión de los resultados.</p>	80 min	<ul style="list-style-type: none"> 1 PC. Software TIA Portal de Siemens 1 interruptor termo magnético trifásico. 1 ITM monofásico 1 contactor 2 pulsadores 3 lámparas pilotos 1 motor trifásico Cables de conexión Kit de herramientas
Cierre	<p>¿Qué aprendimos?:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aquí aplicaré la Metodología One minute paper <p>Preguntaré: ¿Qué fue lo más confuso de la clase?</p> <p>Luego de ello, realizaré una retroalimentación.</p>	15 min	<ul style="list-style-type: none"> Docente – alumnos Hoja de One minute paper



Acta de Aprobación de originalidad de Tesis

Yo, Pedro Félix Novoa Castillo, docente de la Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo filial Lima Norte, revisor de la tesis **Estrategias didácticas del curso Autómata Programable PLC en el aprendizaje de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica** presentado por **Pedro Miguel Portillo Mendoza** constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituye plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 31 de agosto del 2018



Pedro Félix Novoa Castillo

DNI: 40184672

Feedback Studio - Google Chrome
Es seguro | https://ev.turnitin.com/app/carta/tes/?lang=es&u=1072492502&o=995553814&e=1
feedback studio Porcillo Mendoza Pedro 3 de 3



ESCUELA DE POSGRADO
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**Estrategias didácticas del curso Automata Programable
PLC en el aprendizaje de estudiantes de Ingeniería
Mecatrónica**



V^oB^o

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

Maestro en Docencia y Gestión

AUTOR:

Br. Pedro Miguel Portillo Mendoza

ASESOR:

Mg. Pedro Félix Novoa Castillo

Resumen de coincidencias

24 %

1	Entregado a Universida...	2 %
2	repositorio ucv.edu.pe	2 %
3	www.pec.uned.es	2 %
4	docplayer.es	1 %
5	www.paerlmo.edu	1 %
6	oid.oelb.com	1 %
7	www.aufreco.com	1 %
8	Entregado a Universida...	1 %
9	www.scribd.com	1 %
10	www.infoptic.net	1 %

Página: 1 de 126

Número de palabras: 22735

Text-only Report

High Resolution **Activado**

ESP 3:38 p. m.
ES 31/08/2013



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
 "César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

PORTILLO MENDOZA, Pedro Miguel

D.N.I. : 06773467

Domicilio : Calle Miguel Grau 4te 14. Asoc. S. M. Pte. Piedad.

Teléfono : Fijo : Móvil : 986.041.367

E-mail : educa_pp@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad :

Escuela :

Carrera :

Título :

Tesis de Posgrado

Maestría

Doctorado

Grado : MAESTRO EN EDUCACIÓN

Mención : DOCENCIA Y GESTION EDUCATIVA

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

PORTILLO MENDOZA, Pedro Miguel.

Título de la tesis:

ESTRATEGIAS DIDACTICAS DEL CURSO AUTOMATA PROGRAMABLE PLC EN EL APRENDIZAJE DE ESTUDIANTES DE INGENIERIA MECATRONICA.

Año de publicación : ...2019.....

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha:

30 Enero 2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Dr. William Sebastián Flores Sotelo

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Pedro Miguel Postillo Mendoza

INFORME TÍTULADO:

Estategias didácticas del curso Automatata

Programable PLC en el aprendizaje de estudiantes
de Ingeniería Mecatrónica.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Maestro en Educación con mención en Docencia y Gestión
educativa

SUSTENTADO EN FECHA: 16 octubre 2018

NOTA O MENCIÓN: Unanimidad.



[Signature]

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN