

**MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE MODULOS DIDACTICOS PARA EL
LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL DE LA ESCUELA
COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES INCLUYENDO DIAGNOSTICO
Y DETECCION DE FALLOS**

**JULIETH PAOLA LUGO GUTIERREZ
PABLO ARTURO ZARATE ORDOÑEZ**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
BOGOTÁ, D.C.
2013**

**MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE MODULOS DIDACTICOS PARA EL
LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL DE LA ESCUELA
COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES INCLUYENDO DIAGNOSTICO
Y DETECCION DE FALLOS**

**JULIETH PAOLA LUGO GUTIERREZ
PABLO ARTURO ZARATE ORDOÑEZ**

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Electrónico

Asesor:

**JOHN WILLIAM VASQUEZ CAPACHO Ph.D. (c)
M.Sc. Automatización - Ingeniero Electrónico**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
BOGOTÁ, D.C.
2013**

NOTA DE ACEPTACION

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO 1

JURADO2

BOGOTA, NOVIEMBRE DEL 2013

A Dios por la vida, el don del conocimiento y del entendimiento, a nuestros padres por brindarnos la oportunidad de estudiar, por apoyarnos y creer en nosotros, y a todas aquellas personas que trabajaron con nosotros, y dieron un granito de arena en nuestro crecimiento profesional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresa sus agradecimientos a:

A nuestros padres y demás familiares por su apoyo incondicional, por su ayuda moral y económica para poder realizar este proyecto.

A la Escuela Colombiana de Carreras Industriales por dejarnos utilizar los laboratorios para el presente proyecto.

A todas las personas que nos ayudaron en la elaboración de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	5
GLOSARIO.....	11
RESUMEN.....	15
INTRODUCCION.....	16
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1. Objetivo General.....	19
2.2. Objetivos Específicos.....	19
3. JUSTIFICACIÓN.....	20
4. MARCO TEORICO.....	21
4.1. INTRODUCCIÓN.....	21
4.2. ASPECTOS GENERALES DE UN PROCESO DE CONTROL AUTOMATICO.....	21
4.3. PROCESOS DE AUTOMATIZACION.....	22
4.3.1. DEFINICIÓN.....	22
4.3.2. OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.....	22
4.3.3. FUNDAMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN.....	22
4.3.4. DISEÑO DE PLANTA PILOTO Y CONSTRUCCION.....	25
4.4. CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES – PLC.....	25
4.4.1. PRINCIPIOS BÁSICOS.....	25
4.4.2. ¿QUÉ ES UN PLC?.....	26
4.4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC.....	27
4.4.4. COMO FUNCIONA UN PLC.....	28
4.5. INTERFAZ MAQUINA-HOMBRE. HMI.....	29
5.5.1 FUNCIONES DE UN SOFTWARE HMI.....	30
4.6. ANALISIS DE FALLOS.....	31
4.6.1. FALLOS DE LOS SISTEMAS.....	31
4.6.2. MÉTODO DE ANÁLISIS DE AVERÍAS.....	33
4.7. REDES DE PETRI Y GRAFCET.....	34

4.7.1. REDES DE PETRI	34
4.7.2. GRAFCET	36
5. MONTAJE DE LOS MODULOS DIDACTICOS DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION	39
5.1. DISEÑO Y MONTAJE DE LOS BANCOS DE PRUEBA.....	40
5.1.1. MONTAJE MECANICO	41
5.1.2. MONTAJE ELECTRICO.....	41
5.2. MONTAJE DE LAS PLANTAS PILOTOS.....	44
5.2.1. TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA	45
5.2.2. PLANTA PILOTO –ASCENSOR.....	47
5.3. PRUEBAS Y SIMULACIONES.....	48
5.4. PROGRAMACION Y CONFIGURACION DEL PLC S71200 Y LA PANTALLA HMI KTP 600 DE SIEMENS	49
5.4.1. CARACTERISTICAS DE LA PANTALLA SIMATIC HMI BASIC KTP 600 COLOR DE SIEMENS	49
5.4.2. CARACTERISTICAS DEL PLC S7-1200 DE SIEMENS	51
5.4.3. PORTAL TIA V11	52
5.4.4. PASOS PARA PROGRAMAR EL PLC S71200 POR MEDIO DEL PORTAL TIA V11	54
6. DIAGNOSTICO DE FALLOS DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	66
6.1. FALLOS EN LOS BANCO DE PRUEBAS.....	66
6.2. DIAGNOSTICO DE FALLOS DE LAS PLANTAS PILOTOS.....	67
6.2.1. PLANTA PILOTO TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA	67
6.2.2 PLANTA PILOTO ASCENSOR	69
6.3. DIAGRAMAS DE GRAFCET PARA EL DIAGNOSTICO DE FALLOS DE LAS PLANTAS PILOTOS.	70
6.3.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL GRAFCET.....	70
6.3.2. ALGORITMO DE GRAFCET PARA PLANTAS PILOTOS	71
7. PRESUPUESTO.....	74
8. CONCLUSIONES.....	76
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	78
ANEXOS	79

ANEXO 1. PLANOS ELECTRICOS Y MECANICOS DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	79
1.2. PLANO ELÉCTRICO DE PLANTA PILOTO DE TANQUES DE RECIRCULACIÓN DE AGUA.....	80
1.3. PLANO ELÉCTRICO DE PLANTA PILOTO ASCENSOR.	80
ANEXO 2. MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.	81
ANEXO 3. ARTICULO DEL MONTAJE DE LOS MODULOS DIDACTICOS.	96
ANEXO 4. ARTICULO DEL DIAGNOSTICO DE FALLO	104
ANEXO 5. GUIAS DE LABORATORIO	110

TABLA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de flujo de un proceso con PLC.....</i>	26
<i>Figura 2. Diagrama de bloques de comunicación con HMI.....</i>	30
<i>Figura 3. La avería es el estado del sistema tras la aparición del fallo.....</i>	33
<i>Figura 4. Partes del diagrama redes de Petri.....</i>	36
<i>Figura 5. Simbolos y reglas del GRACFET.....</i>	38
<i>Figura 6. Esquema del laboratorio.....</i>	39
<i>Figura 7. Esquema del Banco de prueba con PLC.....</i>	40
<i>Figura 8. Fotografía de la distribución de los componentes en el tablero.....</i>	42
<i>Figura 9. Fotografía de la distribución eléctrica del tablero.....</i>	44
<i>Figura 10. Esquema de las plantas pilotos.....</i>	45
<i>Figura 11. Fotografía de la planta piloto, tanques de recirculación de agua.....</i>	47
<i>Figura 12. Fotografía de la planta piloto ascensor.....</i>	48
<i>Figura 13. Pantalla KTP 600 SIMATIC HMI de SIEMENS.....</i>	50
<i>Figura 14. PLC S7-1200 de SIEMENS.....</i>	51
<i>Figura 15. Interfaz de comunicación PLC, HMI y PC.....</i>	53
<i>Figura 16. Imagen de la pantalla del paso 1.....</i>	54
<i>Figura 17. Imagen de la pantalla del paso 2.....</i>	55
<i>Figura 18. Imagen de la pantalla del paso 3.....</i>	55
<i>Figura 19. Imagen de la pantalla del paso 4.....</i>	56
<i>Figura 20. Imagen de la pantalla del paso 5.....</i>	56
<i>Figura 21. Imagen de la pantalla del paso 6.....</i>	57
<i>Figura 22. Imagen de la pantalla del paso 6b.....</i>	57
<i>Figura 23. Imagen de la pantalla del paso 6c.....</i>	58
<i>Figura 24. Imagen de la pantalla del paso 6d.....</i>	58
<i>Figura 25. Imagen de la pantalla del paso 7.....</i>	59
<i>Figura 26. Imagen de la pantalla del paso 8.....</i>	60
<i>Figura 27. Imagen de la pantalla del paso 8b.....</i>	60
<i>Figura 28. Imagen de la pantalla del paso 10.....</i>	61
<i>Figura 29. Imagen de la pantalla del paso 11.....</i>	62
<i>Figura 30. Imagen de la pantalla del paso 11b.....</i>	62
<i>Figura 31. Imagen de la pantalla del paso 11c.....</i>	63
<i>Figura 32. Imagen de la pantalla del paso 11d.....</i>	63
<i>Figura 33. Imagen de la pantalla del paso 11e.....</i>	64
<i>Figura 34. Imagen de la pantalla del paso 11f.....</i>	64
<i>Figura 35. Imagen de la pantalla del paso 12.....</i>	65
<i>Figura 36. Imagen de los tanques, con las variables para grafcet.....</i>	68
<i>Figura 37. Imagen del Ascensor, con las variables para grafcet.....</i>	69
<i>Figura 38. Algoritmo en grafcet para tanques de recirculación de agua.....</i>	71
<i>Figura 39. Algoritmo en grafcet para planta piloto Ascensor.....</i>	72

TABLA DE FIGURAS

<i>Tabla 1. Estandarización de valores AWG.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 2. Datos tecnicos de la pantalla SIMATIC HMI KTP600 Basic color.</i>	<i>51</i>

GLOSARIO

ACTUADORES: Son los elementos que permiten realizar movimientos, según las ordenes de un controlador, es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control.

AUTOMATIZACION INDUSTRIAL: Es el uso de sistemas, elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos.

BANCOS DE PRUEBA: Es un tablero de entrenamiento donde se realizan experimentos, se aprende lógica de cableada y se practica conexiones, se apoya a la investigación, al estudio y al análisis del diseño.

BOMBA HIDRÁULICA: Es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve.

BREAKER: es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos.

COMPRESOR: Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

CONTACTOR es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se de tensión a la bobina

DETECCIÓN DE FALLOS: La detección de fallos, es la determinación del funcionamiento erróneo del sistema.

DIAGNOSTICO DE FALLOS: es determinar los parámetros del fallo, como son el tipo, la localización y el intervalo temporal donde se ha producido.

DOSIFICADOR: Es un mecanismo que proporciona la cantidad exacta de algún material, la función del dosificador es entregar o suministrar de forma ágil la cantidad de material o insumo necesario para la realización de un sistema. Es un equipo que por lo general forma parte integral de una línea de producción automatizada.

ELECTROVALVULA: Es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide.

ELEMENTOS DE CONTROL: Son los elementos de cálculo y control que gobiernan el proceso, se denominan autómatas, y conforman la unidad de control.

FUSIBLE: aparato de energía y de protección contra sobrecarga de corriente eléctrica por fusión, es el dispositivo más antiguo de protección contra posibles fallos en circuitos eléctricos.

GRAF CET: (Graphe Fonctionel de Commande Etape Transition) es un grafo o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones.

HMI: (Human Machine Interface) La interfaz de usuario es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipó. Normalmente suelen ser fáciles de entender y fáciles de accionar.

INTERRUPTOR: Es en su acepción más básica un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno sus tipos y aplicaciones son innumerables.

INTERRUPTOR DE NIVEL: Es un dispositivo que, instalado sobre un tanque u otro recipiente en que hay almacenamiento de sólidos o líquidos, permite discriminar si la altura o nivel que el material o elemento almacenado alcanza o excede un nivel predeterminado. Al producirse dicha condición, este dispositivo cambia de estado y genera una acción que evita que el nivel siga subiendo.

LADDER: Es también denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos.

LÓGICA CABLEADA: consiste en el diseño de automatismos con circuitos cableados, es una forma de realizar controles, en la que el tratamiento de datos se efectúa en conjunto con contactores o relés auxiliares, frecuentemente asociados a temporizadores y contadores.

LÓGICA PROGRAMADA: Es lo contrario de la lógica cableada, es decir, este tipo de diseño permite utilizar un circuito o un proyecto para muchas otras funciones con el simple cambio del software que incorpora.

MOTOR DC: El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio. En algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

NEUMÁTICA: Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

PANTALLA TÁCTIL: Es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo, y a su vez muestra los resultados introducidos previamente; actuando como periférico de entrada y salida de datos, así como emulador de datos interinos erróneos al no tocarse efectivamente.

PILOTOS: Es una lámpara que se usa en los tableros para indicar cuando esta energizado, o conectado.

PLC: Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés **PLC** (*Programmable Logic Controller*), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

PLANTAS PILOTOS: Es una planta de proceso a escala reducida. Al diseñar, construir y operar una planta piloto se obtiene información sobre un determinado proceso físico o químico, que permita determinar si el proceso puede funcionar y es económicamente viable.

PRESURIZACION: La presurización consiste en aumentar la presión en ciertos lugares, haciéndola mayor que la presión atmosférica. Mediante la apertura mecánica de una válvula, parte de la presión presente en el tanque de contención del líquido se transfiere al interior de la botella.

RED DE PETRI: Es una representación matemática o gráfica de un sistema a eventos discretos en el cual se puede describir la topología de un sistema distribuido, paralelo o concurrente.

REED SWITCH: Es un interruptor eléctrico activado por un campo magnético. Cuando los contactos están normalmente abiertos se cierran en la presencia de un campo magnético; cuando están normalmente cerrados se abren en presencia de un campo magnético.

RELÉ TÉRMICO: Es un elemento de protección que se ubica en el circuito de potencia, contra sobrecargas. Su principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos elementos, bajo el efecto de la temperatura, para accionar, cuando este alcanza ciertos valores, unos contactos auxiliares que desactiven todo el circuito y energicen al mismo tiempo un elemento de señalización.

SENSOR CAPACITIVO: Los sensores capacitivos (KAS) reaccionan ante metales y no metales que al aproximarse a la superficie activa sobrepasan una determinada capacidad. La distancia de conexión respecto a un determinado material es tanto mayor cuanto más elevada sea su constante dieléctrica.

SENSOR FINAL DE CARRERA: O sensor de contacto son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito.

STEP 7: es un Software de Programación de PLC (Controladores Lógicos Programables el SIMATIC-S7 de Siemens

TOLVA DE AMACENAMIENTO: un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales.

UNIDAD DE MANTENIMIENTO: unidades indispensables para el correcto funcionamiento de los sistemas neumáticos y para prolongar la vida útil de los componentes. Se instalan en la línea de alimentación de un circuito, suministrando aire libre de humedad e impurezas, lubricado y regulado a la presión requerida, es decir en las óptimas condiciones de utilización

VALVULA: Es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

RESUMEN

En los procesos industriales uno de los objetivos principales es obtener mayor producción que cumpla con estándares de calidad a menor costo y menor tiempo de elaboración, para cumplir estos básicos, pero necesarios requerimientos se necesitan ingenieros competentes que puedan satisfacer cualquier demanda en el mercado laboral. Para esto es necesario que en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI tenga un laboratorio debidamente equipado para los alumnos cuya carrera pertenezca a la facultad de ingeniería, como Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Mecánica y la Especialización de Automatización Industrial puedan desarrollar competencias de una forma más dinámica así como realizar prácticas que los ayude a enfrentar situaciones y se familiaricen con tema.

En compañía del alumno de ingeniería Mecánica, se busca diseñar y montar módulos didácticos para el laboratorio de Automatización industrial, los cuales son cinco bancos de prueba con PLC y dos plantas piloto. Un banco de prueba es un equipo de laboratorio que permite realizar prácticas de lógica cableada, igualmente por medio del PLC que está instalado en este, controlar las plantas piloto; las dos son modelos a escala de un proceso, una es un ascensor y la otra son tanques de recirculación de agua.

Con este proyecto se pretende hacer un análisis para diagnosticar los posibles fallos que se presenten en las plantas piloto mencionadas, haciendo uso del PLC, teniendo en cuenta el modelo de control basándose en GRAFCET.

Este es un trabajo que vienen haciendo bajo la vigilancia, control desde la vicerrectoría de investigaciones junto al Ingeniero John William Vásquez, este proyecto facilita datos por medio de las pruebas al trabajo doctoral del Ingeniero en la Universidad de los Andes.

INTRODUCCION

La idea de realizar principalmente un laboratorio de automatización industrial y control en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI surgió básicamente en para fortalecer competencias en el área de automatización industrial, como son diseños de automatismos, sistemas de control, etc.

Para que los alumnos de Ingeniería electrónica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecatrónica y la Especialización de Automatización Industrial puedan enfrentarse a la vida laboral, este proyecto básicamente consta de un laboratorio de entrenamiento donde hay bancos de prueba y plantas pilotos las cuales en este proyecto se explicara el procedimiento que se tuvo en cuenta para el diseño y construcción de estos.

El proceso de aprendizaje en el área de automatización con actividades prácticas proporciona la oportunidad a estudiantes para obtener conocimientos firmes en el montaje y mando de elementos de instrumentación, neumáticos, hidráulicos en fin, el alumno logra una formación completa del área de automatización y control.

Así como dentro de los diferentes estudios realizados para la realización de diagnóstico de fallos, se trabaja en simulaciones y herramientas informáticas. Para este caso, en el análisis de los sistemas de Eventos Discretos DES se contará con la infraestructura necesaria que permita realizar y validar modelos de diagnóstico pudiendo provocar el fallo y verificar que el sistema de acuerdo a su configuración detecte efectivamente la causa de la avería.

Este laboratorio incluirá cinco bancos de prueba que servirán para el control de dos plantas pilotos como son, un ascensor y un sistema de nivel de agua, lo cual para cada una se realizó un análisis, estudio y diagnóstico sobre los posibles fallos que se puedan encontrar en el laboratorio y para hacerle un seguimiento se diseñó un modelo que nos muestre que componente se descompuso, este se realizó por medio del PLC S7-1200 de SIEMENS que dará una señal de alarma que se visualice en una pantalla HMI de siemens. Modelando desde GRAFCET y Redes de Petri.

Para la realización este proyecto, se elaboró junto al alumno de ingeniería mecánica que está en el semillero de investigación trabajando en este proyecto, la construcción de los bancos de prueba y las plantas pilotos de distintos procesos que le permita a los alumnos de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales adquirir conocimientos prácticos que complementen su saber teórico, este laboratorio le permitirá a los estudiantes familiarizarse con todos los elementos que se puedan encontrar en su posible lugar de trabajo.

Este proyecto de la construcción del laboratorio de Automatización Industrial estará a disposición de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, para las futuras generaciones de ingenieros, esto con el fin de que se pueda adecuar y hacer modificaciones posteriores para fortalecer sus áreas de laboratorio y así ofrecer a los alumnos educación teórica como práctica.

Este libro compila los fundamentos principales que se utilizaron para la creación de bancos de prueba con PLC y las plantas pilotos; aspectos de diseño, construcción e implementación y materiales que se utilizaron para este montaje. El proyecto de grado consta del diseño, implementación y la respectiva documentación de cinco bancos de prueba y dos plantas pilotos. Además de una guía de prácticas para la realización por parte de los estudiantes.

Dichos bancos presenta todos los elementos necesarios para realizar y/o simular procesos industriales; PLC, contactores, pulsadores, protecciones como breakers y fusibles, entre otros dispositivos, proveen gran versatilidad y funcionalidad.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema que se presenta actualmente en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI es que los equipos del laboratorio de automatización industrial que hay son muy obsoletos, se ha visto varias falencias como los equipos de cómputo que son muy lentos, no hay bancos de trabajo con PLC`s y para los alumnos al igual que para los docentes ha quedado un poco difícil desarrollar prácticas reales y solo se puede visualizar el resultado por medio de una simulación, los laboratorios al no cubrir con las necesidades básicas de una materia en carreras como ingeniería electrónica, ingeniería mecatronica y en la especialización de automatización industrial, los maestros solo le dan a los alumnos una clase teórica, y es desde ahí donde se identifica el principal problema de los estudiantes cuando se enfrentan a su vida laboral, pues solo tienen teoría y no practica real y les queda difícil desempeñarse en un 100%. Igualmente cuando deja de funcionar una de estas plantas los alumnos no saben qué hacer para resolverlo pues no conocen exactamente qué es lo que está fallando, y se quedan sin hacer una práctica por eso se quiere hacer un seguimiento a estas averías para que ellos puedan resolverlas a tiempo y seguir con su práctica.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Es posible implementar un laboratorio donde se pueda hacer pruebas reales desde un PLC, y realizar un plan de seguimiento para hacer un diagnóstico de fallos?

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivo General

Adecuar el laboratorio de Automatización Industrial, equipándolo con bancos de trabajo y plantas piloto.

2.2. Objetivos Específicos

- 2.2.1 Instalar cinco bancos de trabajo cada uno equipado con un PLC SIEMENS S71200, una pantalla touch, relés, switchs y pilotos.
- 2.2.2 Coordinar, elaborar y colaborar en la construcción de dos plantas pilotos.
- 2.2.3 Evaluar todas las posibles fallas que puedan presentar en las dos plantas pilotos, para hacer un plan de corregimiento.
- 2.2.4 Desarrollar los modelos desde GRAFCET de cada planta piloto.
- 2.2.5 Elaborar manuales de funcionamiento y guías de prácticas.
- 2.2.6 Elaborar dos artículos técnicos, uno en el cual se explique la construcción de los bancos de trabajo y las plantas piloto; el segundo donde se muestre los resultados, y el diagnostico de fallos.

3. JUSTIFICACIÓN

Al diseñar e implementar el proyecto de construcción del laboratorio de automatización industrial de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, se pensó en renovar los laboratorios y así darle a los alumnos la oportunidad de ampliar sus conocimientos en la área de automatización, mediante la investigación teórica y realización práctica ha sido la motivación para que se realice este proyecto que consiste en la construcción y adecuación de bancos de entrenamiento incluyendo su diagnóstico de fallos.

Con la implementación de este laboratorio los alumnos van a interactuar, conocer y manejar el funcionamiento del PLC en operación, como igualmente la función de la pantalla HMI, bombas, motores y demás componentes que se utilizaron para el montaje, medidas de seguridad, como ampliar o desarrollar la lógica tanto cableada como lógica programada.

Este proyecto les traerá a los alumnos beneficios ya que estarán preparados con la práctica para la etapa laboral, los beneficios más destacados son:

- La manipulación del PLC
- La ejecución y el control de sistemas industriales a escala (plantas pilotos)
- Conocimiento del funcionamiento de cada componente o elemento
- Competencias en el área de automatización y control
- Aprendizaje en la comunicación interfaz humano maquina (HMI)

4. MARCO TEORICO

4.1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de elevar la producción, las ganancias y mejorar la calidad del producto final como la seguridad de los empleados hicieron que la automatización industrial fuera la mejor opción para las empresas, la automatización es un sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas peligrosas para los seres humanos, la automatización ofrece dar al sistema la destreza de llevar a cabo una actividad por sí mismo, para el desarrollo y la programación que tiene cada sistema automático se exige tener profesionales capacitados en el manejo de dispositivos de control, instrumentación, potencia y neumática, la enseñanza de la automatización industrial es primordial para el crecimiento de la industria y por lo tanto de un país.

El adiestramiento en la automatización industrial no solo se lleva a cabo con conocimientos teóricos también estos se deben fortalecer con la práctica, que no solo se debe esperar al momento de comenzar una vida laboral, sino que se debe estar entrenando en un lugar donde se pueda errar y aprender de la experiencia sin la presión de que se pueda equivocar y poder perder su empleo, esta clase de aprendizaje ayuda a afianzar los conocimientos de una manera didáctica lo cual termina siendo un buen método de estudio.

4.2. ASPECTOS GENERALES DE UN PROCESO DE CONTROL AUTOMÁTICO¹

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial. El uso intensivo de la ciencia de control automático es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control. Su estudio intensivo ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas, este se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control. Además hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado. La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control automático.

El principio del control automático o sea el empleo de una realimentación o medición para accionar un mecanismo de control, es muy simple. El mismo principio del control automático se usa en diversos campos, como control de procesos químicos y del petróleo, control de hornos en la fabricación del acero,

¹ http://www.sapiensman.com/control_automtico/

control de máquinas herramientas, y en el control y trayectoria de un proyectil. El uso de las computadoras analógicas y digitales ha posibilitado la aplicación de ideas de control automático a sistemas físicos que hace apenas pocos años eran imposibles de analizar o controlar.

4.3. PROCESOS DE AUTOMATIZACION ²

4.3.1. DEFINICIÓN

La automatización consiste en transferir tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, es un sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que los dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi-independiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podrían hacerlo un ser humano.

4.3.2. OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Realizar operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo

4.3.3. FUNDAMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN³

La automatización es una herramienta que permite mejorar el rendimiento de todo sistema donde es aplicada. En el caso de los procesos industriales, esta involucra el manejo de gran cantidad de información asociada a equipos, dispositivos y características del proceso. Los PLC surgen como una alternativa para la

² <http://es.scribd.com/doc/56265649/AUTOMATIZACION>

³ es.scribd.com/doc/61326099/sp88-resumen

automatización de procesos industriales tomada muy en serio por toda la comunidad de automatización.

La automatización a grandes rasgos se puede definir como el conjunto de métodos y procesos que hacen posible la sustitución de un operario en las tareas físicas y mentales previamente programadas. Por eso podemos decir que es la aplicación de la automática en el control de procesos. Normalmente, estos procesos automatizados acostumbran a ser procesos industriales, pero poco a poco se intenta que este concepto se extienda hacia otras áreas. En este aspecto es necesario hablar de los sistemas SCADA, porque son una pieza clave en la automatización y la supervisión de procesos ya sean de uso doméstico o como en nuestro caso de procesos industriales.

Es necesario apuntar que en la industria con el paso del tiempo han ido haciendo varios esfuerzos con el fin de mejorar la calidad de productos y también bajar el coste de producciones. En este aspecto ha sido muy importante la automatización, sobretodo des de la aparición del microprocesador (μP) ya que es la parte fundamental de las herramientas que controlan los sistemas automáticos, como son los autómatas programables (PLC's), las máquinas de control numérico o los armarios de control de robots manipuladores.

Un sistema automatizado consta de dos partes fundamentales la parte operativa y la parte de mando, la primera es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada los elementos que forman la parte operativa son: sensores o transductores, accionadores y preaccionadores. La Parte de mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada).

- **ADQUISICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS:** La adquisición de datos, por decirlo de alguna manera es la conectividad entre los sensores que se encargan de hacer las medidas pertinentes y el sistema de control mediante la adaptación electrónica correspondiente. En el caso del PLC, estos disponen de una serie de entradas donde existen unos rangos de tensiones y corrientes estandarizadas de forma que su conectividad sea más sencilla. Este sistema del PLC también es el mismo para el caso de los reguladores, en cambio, como hemos comentado anteriormente, el PC utiliza un periférico llamado tarjeta ADDA (Analógico-digital / Digital –Analógica). Por otra parte el concepto de almacenamiento de datos es imprescindible para hacer el control de un proceso ya que es la forma que tenemos de conocer la evolución de las variables controladas. Para acabar, comentar también que generalmente el

almacenamiento de datos se acostumbra a hacer en un ordenado registro diario de variables de forma que su consulta sea de la forma más fácil posible.

- **MONITORIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO:** En este punto, lo que es necesario es diseñar el aplicativo de supervisión. En este estarán representados los diferentes elementos que componen el proceso. En el caso de ser industrial se representan diferentes sistemas como válvulas, tanques, etc... como es precisamente nuestro caso. A todo este conjunto de elementos que permiten realizar una representación dinámica del proceso en la pantalla del ordenador se le llama monitorización. Una de las ventajas de la monitorización es que permite distinguir entre funcionamiento normal y anormal del proceso, por tanto sirve para hacer una vigilancia de la evolución de las variables.
- **CONTROL SUPERVISOR SOBRE LOS PLC'S Y LOS REGULADORES:** El control supervisor son todos aquellos trabajos que se realizan sobre el conjunto de reguladores para que funcionen de la forma deseada. En el control supervisor hay un apartado donde se configura la comunicación entre los controladores, la captura de datos periódicos y la presentación selectiva de algunas de las variables dentro del proceso de monitorización.
- **DETECCIÓN DE FALLOS Y DIAGNOSTICO DE FALLOS:** La detección de fallos, es la determinación del funcionamiento erróneo del sistema, es decir, que el sistema sufre unas desviaciones que no están permitidas. Esto puede ser debido a un mal funcionamiento de los elementos del sistema (válvulas, sensores, etc...).

El diagnostico de fallos, lo que pretende es determinar los parámetros del fallo, como son el tipo, la localización y el intervalo temporal donde se ha producido. En el diagnóstico de fallos también se produce en la detección y aislamiento de dicho fallo. Acostumbra a ser un proceso tanto complejo, ya que los sistemas generalmente son complejos. Finalmente, hemos de decir que tanto la detección y diagnóstico de fallos son 2 conceptos que tienen que ser mínimamente tolerantes con los fallos permitidos para el sistema siempre que estos no provoquen un mal funcionamiento interno del proceso.

La supervisión de procesos son determinantes a la hora de generar sistemas de ayuda a la decisión. Esta supervisión puede ser de 2 tipos, o bien una supervisión

humana (hecha por una persona) o bien una supervisión de arquitectura automática realizada por un supervisor experto artificial. Pero puede ser la idea más importante y funcional, es que esta supervisión se realice a partir de una interacción entre la supervisión humana y la supervisión automatizada.

4.3.4. DISEÑO DE PLANTA PILOTO Y CONSTRUCCION

En el momento de hacer una simulación hay dos posibilidades diferentes, una es la más fácil porque no necesita equipo experimental ya que es la validación mediante un modelo matemático ya conocido y reconocido como correcto, validar la simulación de un proceso por este método por medio de un modelo conocido tiene la desventaja, que no se puede comparar otro aspecto que es el resultado del cálculo, si este modelo fuera exacto, no habría necesidad de plantear alternativas y si no lo fuera sería siempre necesario el método experimental.

No existe ningún modelo exacto para ningún proceso y por lo tanto la única manera de validar un modelo nuevo de un proceso es probarlo con experimentos en una planta piloto, en el momento de diseñar una planta piloto, hay que tener en cuenta muchos factores, que afectan sobre el éxito que tendrá los experimentos una vez los use el equipo, por un lado están las exigencias respecto a exactitud y cantidad de mediciones y por otro lado el costo que conlleva.

4.4. CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES – PLC ⁴

4.4.1. PRINCIPIOS BÁSICOS.

Con la llegada de los autómatas programables, los llamados PLC, la industria sufrió un impulso importante, que ha facilitado de forma notable que los procesos de producción o control se hayan flexibilizado mucho. Encontramos PLC en la industria, pero también en nuestras casas, en los centros comerciales, hospitalarios, etc. También en nuestras escuelas de formación profesional encontramos frecuentemente autómatas programables. PLC son las siglas en inglés de Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller). Cuando se inventaron, comenzaron llamándose PC (Controlador programable), pero con la llegada de los ordenadores personales de IBM, cambió su nombre a PLC (No hay nada que una buena campaña de marketing no pueda conseguir). En Europa les llamamos autómatas programables. Sin embargo, la definición más apropiada sería: Sistema Industrial de Control Automático que trabaja bajo una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas.

⁴ <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>

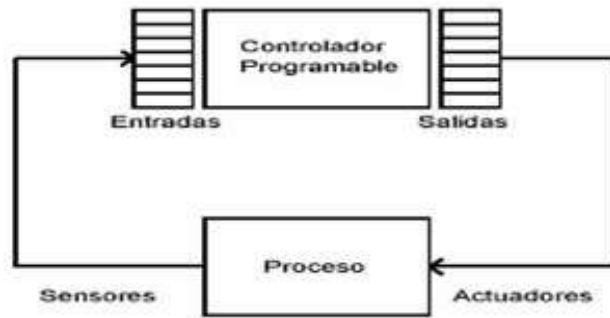


Figura 1. Diagrama de flujo de un proceso con PLC.⁵

4.4.2. ¿QUÉ ES UN PLC?

El PLC es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo.

Como puedes deducir de la definición, el PLC es un sistema, porque contiene todo lo necesario para operar, y es industrial, por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles que se encuentran en la industria.

Un PLC realiza, entre otras, las siguientes funciones:

- Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
- Tomar decisiones en base a criterios pres programados.
- Almacenar datos en la memoria.
- Generar ciclos de tiempo.
- Realizar cálculos matemáticos.
- Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.
- Comunicarse con otros sistemas externos.

Los PLC se distinguen de otros controladores automáticos, en que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros controladores (como por ejemplo un programador o control de la llama de una caldera) que, solamente, pueden controlar un tipo específico de aparato.

⁵ <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>

Además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina.

Puedes modificar las instrucciones almacenadas en memoria, además de monitorizarlas.

4.4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC

4.4.3.1. VENTAJAS

Las ventajas de los PLC son las siguientes:

1. Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que no es necesario dibujar el esquema de contactos.
2. No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande como para almacenarlas.
3. La lista de materiales a emplear es más reducida y, al elaborar el presupuesto correspondiente, se elimina parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.
4. Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.
5. Mínimo espacio de ocupación
6. Menor coste de mano de obra de la instalación
7. Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar e indicar posibles averías.
8. Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
9. Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
10. Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para controlar otra máquina o sistema de producción.

4.4.3.2. DESVENTAJAS

1. Hace falta un programador, lo que exige la preparación de los técnicos en su etapa de formación.
2. La inversión inicial es mayor que en el caso de los relés, aunque ello es relativo en función del proceso que se desea controlar. Dado que el PLC cubre de forma correcta un amplio espectro de necesidades, desde los sistemas lógicos cableados hasta el microprocesador, el diseñador debe conocer a fondo las prestaciones y limitaciones del PLC. Por tanto, aunque el coste

inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidimos por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada.

4.4.4. COMO FUNCIONA UN PLC

Una vez que se pone en marcha, el procesador realiza una serie de tareas según el siguiente orden:

- a) Al encender el procesador ejecuta un auto-chequeo de encendido y bloquea las salidas. A continuación, si el chequeo ha resultado correcto, el PLC entra en el modo de operación normal.
 - b) El siguiente paso lee el estado de las entradas y las almacena en una zona de la memoria que se llama tabla de imagen de entradas.
 - c) En base a su programa de control, el PLC actualiza una zona de la memoria llamada tabla de imagen de salida.
 - d) A continuación el procesador actualiza el estado de las salidas "copiando" hacia los módulos de salida el estado de la tabla de imagen de salidas (de este modo se controla el estado de los módulos de salida del PLC, relay, triacs, etc.).
 - e) Vuelve a ejecutar el paso b)
- Cada ciclo de ejecución se llama ciclo de barrido (scan), el cual normalmente se divide en:

- Verificación de las entradas y salidas
- Ejecución del programa

4.4.4.1. OTRAS FUNCIONES ADICIONALES DEL PLC.

- a) En cada ciclo del programa, el PLC efectúa un chequeo del funcionamiento del sistema reportando el resultado en la memoria, que puede ser comprobada por el programa del usuario.
- b) El PLC puede controlar el estado de las inicializaciones de los elementos del sistema: cada inicio de un microprocesador también se comunica a la memoria del PLC.
- c) Guarda los estados de las entradas y salidas en memoria: Le puedes indicar al PLC el estado que deseas que presenten las salidas o las variables internas, en el caso de que se produzca un fallo o una falta de energía en el equipo. Esta funcionalidad es esencial cuando se quieren proteger los datos de salida del proceso.
- d) Capacidad modular: Gracias a la utilización de Microprocesadores, puedes expandir los sistemas PLC usando módulos de expansión, en función de lo que te requiera el crecimiento de tu sistema. Puede expandirse a través de entradas y salidas digitales, análogas, etc., así como también con unidades remotas y de comunicación.

4.5.INTERFAZ MAQUINA-HOMBRE. HMI⁶

HMI significa “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas, como mostraremos a continuación.

Las HMI human-machine interfaces destinadas a la automatización industrial se pueden clasificar en dos grupos: de supervisión de procesos (basadas en SCADA Supervisory Control and Data Acquisition) y las de manejo y visualización a nivel de máquina (basadas en paneles).

A su vez las HMI de manejo y visualización a nivel de maquina se subdividen en dos grupos: paneles móviles y estacionarios.

Los sistemas HMI podemos pensarlos como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora. Los sistemas HMI en computadoras se los conoce también como software HMI (en adelante HMI) o de monitoreo y control de supervisión. Las señales del procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC’s (Controladores lógicos programables), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVE’s (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

⁶ <http://es.scribd.com/doc/84891010/Introduccion-a-HMI-Interfaz-Hombre-Maquina>

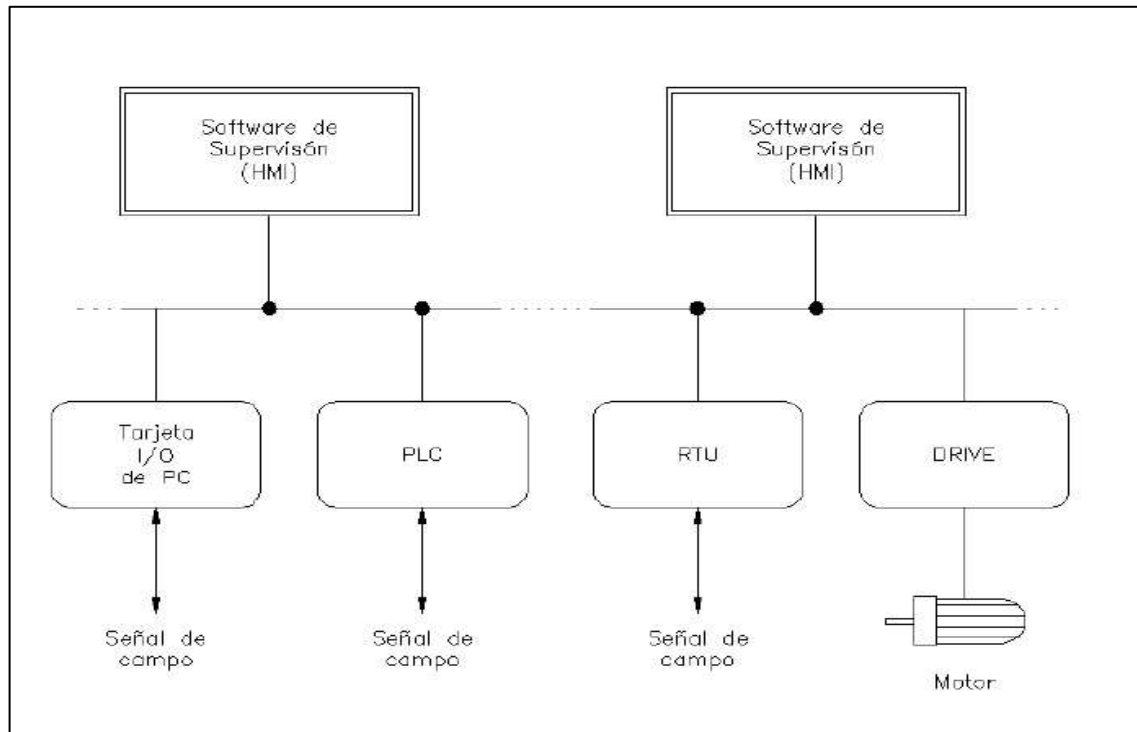


Figura 2. Diagrama de bloques de comunicación con HMI.⁷

5.5.1 FUNCIONES DE UN SOFTWARE HMI.

- **Monitoreo.** Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
- **Supervisión.** Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
- **Alarmas.** Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control pre-establecidos.
- **Control.** Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la

⁷ <http://es.scribd.com/doc/84891010/Introduccion-a-HMI-Interfaz-Hombre-Maquina>

interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.

- **Históricos.** Es la capacidad de mostrar y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

4.6. ANALISIS DE FALLOS⁸

Los métodos usados para fijar la política de mantenimiento son insuficientes, por sí mismos, para asegurar la mejora continua en mantenimiento. Será la experiencia quien mostrará desviaciones respecto a los resultados previstos. Por tal motivo, se impone establecer una estrategia que, además de corregir las citadas desviaciones, asegure que todos los involucrados en el proceso de mantenimiento se impliquen en el proceso de mejora continua del mismo.

Desde este punto de vista el análisis de averías se podría definir como: el conjunto de actividades de investigación que, aplicadas sistemáticamente, trata de identificar las causas de las averías y establecer un plan que permita su eliminación. Se trata, por tanto, de no conformarse con devolver los equipos a su estado de buen funcionamiento tras la avería, sino de identificar la causa raíz para evitar, si es posible, su repetición.

Si ello no es posible se tratará de disminuir la frecuencia de la citada avería o la detección temprana de la misma, de manera que las consecuencias sean tolerables o simplemente se pueda mantener controlada. El fin último sería mejorar la fiabilidad, aumentar la disponibilidad y reducir los costos.

4.6.1. FALLOS DE LOS SISTEMAS⁹

Antes de proceder al análisis de averías hay que delimitar el alcance del mismo. Esto se consigue definiendo los límites del sistema. El sistema es un conjunto de elementos discretos, denominados generalmente componentes, interconectados o en interacción, cuya misión es realizar una o varias funciones, en unas condiciones predeterminadas. El análisis de averías debe contemplar una fase en que se defina el sistema, sus funciones y las condiciones de funcionamiento.

El fallo de un sistema se define como la pérdida de aptitud para cumplir una determinada función. En este sentido se pueden clasificar los fallos atendiendo a distintos criterios:

⁸ <http://www.oei.eui.upm.es/Asignaturas/IS/10articulo.pdf>

⁹ <http://www.slideshare.net/VizZioR/libro-de-mantenimiento-industrial>

- a) Según su magnitud:
 - Parcial.
 - Total
- b) Según se manifiesta el fallo:
 - Evidente:
 - Progresivo
 - Súbito
 - Oculto
- c) Según su manifestación y magnitud:
 - Cataléptico: súbito y total.
 - Por degradación: progresivo y parcial
- d) Según el momento de aparición:
 - Adelantado
 - Aleatorio o de tasa de fallos constante.
 - De desgaste o envejecimiento.
- e) Según sus efectos:
 - Menor.
 - Significativo.
 - Crítico.
 - Catastrófico.
- f) Según sus causas:
 - Primario: la causa directa está en el propio sistema.
 - Secundario: la causa directa está en otro sistema.
 - Múltiple: fallo de un sistema tras el fallo de su dispositivo de protección.

El modo de fallo es el efecto observable por el que se constata el fallo del sistema. A cada fallo se le asocian diversos modos de fallo y cada modo de fallo se genera como consecuencia de una o varias causas de fallo; de manera que un modo de fallo representa el efecto por el que se manifiesta la causa de fallo.

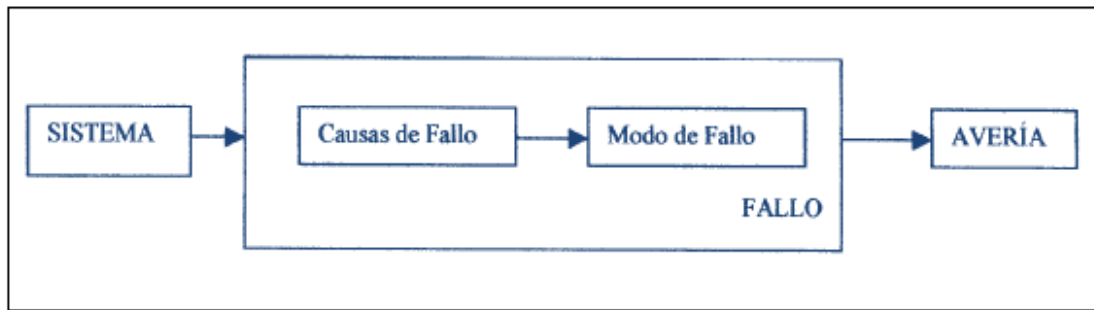


Figura 3. La avería es el estado del sistema tras la aparición del fallo¹⁰

4.6.2. MÉTODO DE ANÁLISIS DE AVERÍAS

La metodología para análisis y solución de problemas, en general, es muy variada y suele ser adoptada y adaptada por cada empresa en función de sus peculiaridades. Haciendo un análisis comparativo de las más habituales, se puede decir que hay dos aspectos fundamentales en los que coinciden. Las condiciones que debe reunir para garantizar su eficacia son:

Fase A: Concretar el Problema

1. Seleccionar el Sistema
2. Seleccionar el Problema
3. Cuantificar el Problema

Fase B: Determinar las Causas

4. Enumerar las Causas
5. Clasificar y Jerarquizar las Causas
6. Cuantificar las Causas
7. Seleccionar una Causa

Fase C: Elaborar la solución

8. Proponer y Cuantificar Soluciones
9. Seleccionar y Elaborar una Solución

Fase D: Presentar la Propuesta

10. Formular y Presentar una Propuesta de Solución

¹⁰ <http://www.oei.eui.upm.es/Asignaturas/IS/10articulo.pdf>

4.7. REDES DE PETRI Y GRAFCET

4.7.1. REDES DE PETRI ¹¹

4.7.1.1. DEFINICIÓN Y CONCEPTOS

Las redes de Petri representan una alternativa para modelar sistemas, sus características hacen que, para algunos problemas las redes de Petri funcionen de una manera natural. Las PN como ahora conoceremos a las redes de Petri (Petri Net) fueron inventadas por el alemán Karl Adam Petri en 1962. En su tesis doctoral "kommunikation mit automaten" (Comunicación con autómatas), establece los fundamentos para el desarrollo teórico de los conceptos básicos de las PN. Las PN son consideradas una herramienta para el estudio de los sistemas. Con su ayuda podemos modelar el comportamiento y la estructura de un sistema, y llevar el modelo a condiciones límite, que en un sistema real son difíciles de lograr o muy costosas.

La teoría de PN ha llegado a ser reconocida como una metodología establecida en la literatura de la robótica para modelar los sistemas de manufactura flexibles. Comparada con otros modelos de comportamiento dinámico gráficos, como los diagramas de las máquinas de estados finitos, las PN ofrecen una forma de expresar procesos que requieren sincronía. Y quizás lo más importante es que las PN pueden ser analizadas de manera formal y obtener información del comportamiento dinámico del sistema modelado. Para modelar un sistema se usan representaciones matemáticas logrando una abstracción del sistema, esto es logrado con las PN, que además pueden ser estudiadas como autómatas e investigar sus propiedades matemáticas. ¿Qué tipo de sistemas podemos modelar con las PN? Y ¿Cómo logramos la analogía entre el sistema real y el modelo usando una PN? son dos de las preguntas a las que debemos atender. Para esto pongamos atención a los sistemas: una idea fundamental en un sistema es que se compone de módulos que interactúan entre sí, los cuales pueden ser considerados por si mismos un sistema, y podríamos estudiar su comportamiento por separado y de esta manera aislarlos, pero siempre teniendo en cuenta la interacción que guardan con los otros módulos. Ahora deseamos conocer en qué condiciones se encuentran los módulos, es como si detuviéramos al sistema en el tiempo, las condiciones internas de los módulos determinarían el estado en el que se encuentran, para esto entendemos que un sistema es un arreglo dinámico que en el transcurso del tiempo tiene variaciones y no permanece estático. El estado de un módulo con frecuencia depende de su historia, es decir de las acciones dadas en un tiempo anterior. Hablemos de dos conceptos importantes: acciones y estados, las acciones nos conducen a un estado determinado del módulo en el tiempo, las acciones de un módulo en un sistema

¹¹ <http://www.monografias.com/trabajos14/redesdepetri/redesdepetri.shtml>

pueden ocurrir simultáneamente con las acciones de otros módulos, dado que ellos interactúan entre sí, es necesario sincronizar los eventos. Esto puede resultar en que las condiciones de un módulo en el tiempo necesitan como entradas las salidas de otro, el cual necesita más tiempo para generar las salidas, es entonces cuando pensamos en paralelismo y concurrencia. Las PN fueron diseñadas específicamente para modelar este tipo de sistemas. Tomemos dos conceptos más: eventos y condiciones, los eventos son las acciones que se dan en el sistema y nos llevan a un estado, podemos describir un estado como un conjunto de condiciones. Es útil, para nuestro caso, representar dichas condiciones por medio de predicados. Para que cierto evento ocurra es necesario que ciertas condiciones se cumplan, estas son llamadas pre-condiciones del evento, la ocurrencia del evento nos puede llevar a otras condiciones y es entonces cuando se dan las post-condiciones. Para modelar un sistema en una PN debemos reconocer las condiciones y los eventos que se dan en él, de esta manera podemos hacer la analogía entre el sistema y el modelo, al conocer las condiciones que se necesitan para dar cierto evento podemos diseñar los módulos y relacionarlos con otras condiciones, y para esto necesitamos saber la estructura de una PN para saber que corresponde a una condición y un evento en la red.

4.7.1.2. ESTRUCTURA DE UNA RED DE PETRI.

Las PN se componen de cuatro partes:

- Un conjunto de nodos.
- Un conjunto de transiciones.
- Una función de entrada y
- Una función de salida.

Las funciones de entrada y salida relacionan a los nodos y a las transiciones. La función de entrada es un mapeo de una transición a una colección de nodos conocidos como los nodos de entrada de una transición. La estructura de una PN es definida por los nodos, las transiciones, la función de entrada y la función de salida. Un nodo p_i es un nodo de entrada de la transición t_j si $p_i \in I(t_j)$; p_i es un nodo de salida si $p_i \in O(t_j)$. Las entradas y salidas de una transición son conjuntos que tienen elementos repetidos o múltiples ocurrencias de nodos (bags). La multiplicidad de un nodo de entrada p_i para una transición T_1 es el número de ocurrencias del nodo en el bag de entrada de la transición.

Las redes de Petri son un grafo orientado formado por:

- **Plazas o lugares**, representadas mediante circunferencias.
- **Transiciones**, representadas por segmentos rectilíneos.
- **Arcos dirigidos** que unen transiciones y plazas.

Una **plaza** p es **entrada** de una transición t si existe un arco desde p a t .

Una **plaza** p es **salida** de una transición t si existe un arco desde t a p .

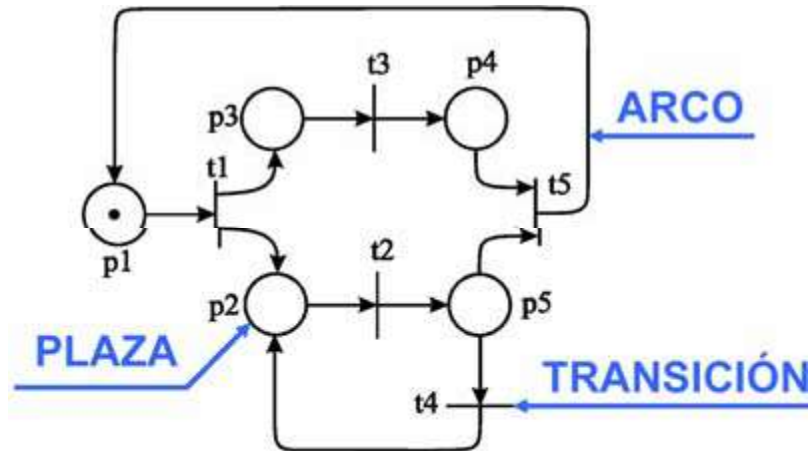


Figura 4. Partes del diagrama redes de Petri¹²

- Una red de Petri es **ordinaria** si sus funciones de incidencia sólo pueden tomar valores 0 y 1 (todos sus arcos son de peso unitario).
- Una red de Petri es **generalizada** si sus funciones de incidencia pueden tomar cualquier valor entero mayor o igual que cero.
- Una red de Petri es **pura** o **no reflexiva** si ninguna plaza es a la vez entrada y salida de una misma transición.

4.7.2. GRAFCET ¹³

4.7.2.1. DEFINICION DE GRAFCET

El **GRAFCET** (**GRA**phe **F**unctionel de **C**ommande **E**tape **T**ransition) es un grafo o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones. Inicialmente fue propuesto para documentar la etapa secuencial de los sistemas de control de procesos a eventos discretos. No fue concebido como un lenguaje de programación de autómatas, sino un tipo de Grafo para elaborar el modelo pensando en la ejecución directa del automatismo o programa de autómatas. Varios fabricantes en sus autómatas de gama alta hacen este paso directo, lo que lo ha convertido en un potente lenguaje gráfico de programación para autómatas, adaptado a la resolución de sistemas secuenciales. En la actualidad no tiene una amplia difusión como lenguaje, puesto

¹² <http://www.monografias.com/trabajos14/redesdepetri/redesdepetri.shtml>

¹³ <http://es.wikipedia.org/wiki/GRAFCET>

que la mayoría de los autómatas no pueden programarse directamente en este lenguaje, a diferencia del Lenguaje Ladder. Pero se ha universalizado como herramienta de modelado que permite el paso directo a programación, también con Ladder.

Para realizar el programa correspondiente a un ciclo de trabajo en lenguaje GRAFCET, se deberán tener en cuenta los siguientes principios básicos:

- Se descompone el proceso en etapas que serán activadas una tras otra.
- A cada etapa se le asocia una o varias acciones que sólo serán efectivas cuando la etapa esté activa.
- Una etapa se activa cuando se cumple la condición de transición y está activa la etapa anterior.
- El cumplimiento de una condición de transición implica la activación de la etapa siguiente y la desactivación de la etapa precedente.
- Nunca puede haber dos etapas o condiciones consecutivas, siempre deben ir colocadas de forma alterna.

4.7.2.2. CLASIFICACION DE SECUENCIAS

En un GRAFCET podemos encontrarnos con tres tipos de secuencias:

- **Lineales:** El programa irá activando cada una de las etapas y desactivando la anterior conforme se vayan cumpliendo cada una de las condiciones. Las acciones se realizarán en función de la etapa activa a la que están asociadas. Por ejemplo, con la etapa 1 activa tras arrancar el programa, al cumplirse la "Condición 1", se activará la etapa 2, se desactivará la 1, y se realizará la "Acción 1".
- **Con direccionamiento:** En un GRAFCET con direccionamiento el ciclo puede variar en función de las condiciones que se cumplan. En el siguiente ejemplo a partir de la etapa inicial se pueden seguir tres ciclos diferentes dependiendo de qué condiciones (1, 2 y/o 3) se cumplan, (normalmente sólo una de ellas podrá cumplirse mientras la etapa 1 esté activa, aunque pueden cumplirse varias), La diferencia significativa del direccionamiento (árbol abierto con una línea sencilla horizontal) con respecto a la simultánea es que esta pasara a la siguiente etapa cuando haya terminado una de las tareas paralelas independientemente de las que se iniciaron.
- **Simultáneas:** En las secuencias simultáneas varios ciclos pueden estar funcionando a la vez por activación simultánea de etapas. En el siguiente

ejemplo, cuando se cumple la condición 1 las etapas 2, 3 y 4 se activan simultáneamente. En los casos de tareas simultáneas (árbol abierto por doble línea horizontal) la etapa siguiente al cierre solo podrá iniciarse cuando TODAS las etapas paralelas hayan terminado.

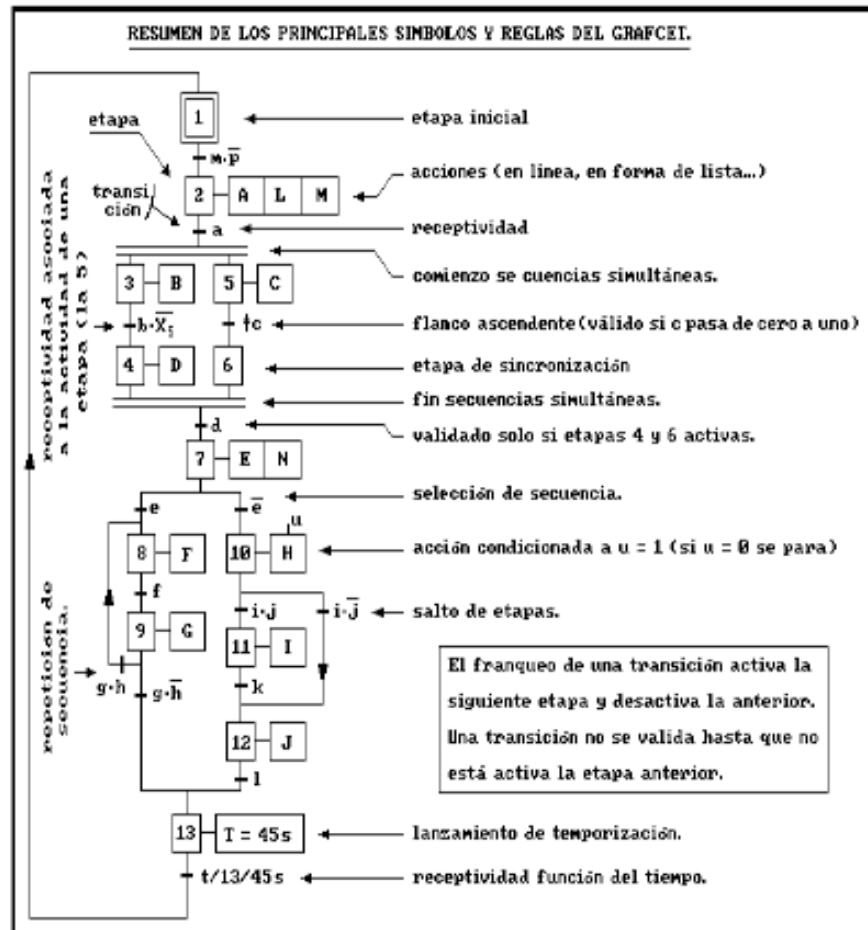


Figura 5. Símbolos y reglas del GRACFET¹⁴

¹⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/GRACFET>

5. MONTAJE DE LOS MODULOS DIDACTICOS DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION

Para la realización de este proyecto se tuvieron que hacer una planificación para que el diseño y construcción del laboratorio de automatización industrial tuviera éxito. Se hizo un estudio de los elementos, materiales, costos.

Para el diseño y construcción de los bancos de prueba y las plantas pilotos se dividió en dos partes el montaje mecánico y eléctrico, y se estableció pautas para un mejor funcionamiento.

- **MOVILIDAD:** Este aspecto, es el que más se tuvo en cuenta para el diseño de nuestros bancos y plantas, la facilidad de desplazamiento es una condición para que se pueda tener una mejor maniobra.
- **CONEXIÓN:** Esta característica se basó en la posibilidad que los alumnos puedan ejercitarse en lógica cableada, también se buscó la facilidad de conectar los elementos de una forma práctica. y que se puedan identificar fácilmente cada componente.
- **ESTETICA:** Esta característica se pensó para ver los componentes dentro del tablero como en las plantas de una forma organizada visualmente agradable.
- **EXPANSIBILIDAD Y ESCALABILIDAD:** Es una característica del proyecto que le permite crecer para atender las ampliaciones futuras del laboratorio, por ejemplo mas plantas pilotos.

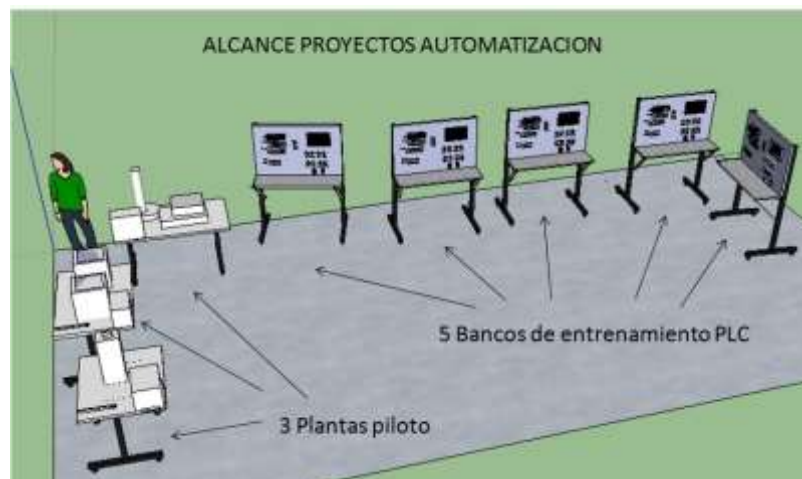


Figura 6. Esquema del laboratorio.¹⁵

¹⁵ Autor. John William Vasquez

Este proyecto incluye el diseño y construcción de:

- 1) 5 bancos de entrenamiento PLC (Programmable logic controller) y lógica cableada incluyendo Touch Screen para prácticas de HMI (Human Machine interface).
- 2) Planta piloto de recirculación de agua en tanques de acrílico.
- 3) Planta Piloto Ascensor de tres pisos con pulsadores y pilotos

5.1. DISEÑO Y MONTAJE DE LOS BANCOS DE PRUEBA

Un banco de prueba es un tablero de entrenamiento donde se realizan experimentos, se practica y se ensambla un prototipo del proyecto que se quiere realizar a futuro, con los bancos de prueba se apoya a la investigación, al estudio y al análisis del diseño favoreciendo el desarrollo de la lógica en programación y cableado, que en este caso es una habilidad que se quiere dispersar en los alumnos y que facilita el aprendizaje de una forma más dinámica.

El diseño de los bancos de prueba se dividió en dos partes mecánica y eléctrica; en los dos casos se tuvo como pauta la movilidad y la facilidad de conectar elementos que se utilizaran para conectarse a diferentes plantas pilotos y componentes externos, estos bancos presenta todos los componentes necesarios para realizar simulaciones en procesos industriales que suministran gran variabilidad y funcionalidad.



Figura 7. Esquema del Banco de prueba con PLC.¹⁶

¹⁶ Autor. John William Vasquez

5.1.1. MONTAJE MECANICO

Este banco de entrenamiento está hecho con una estructura en acero estructural de 2"x2" de color negro de 1,20 mts de ancho y 1,75 mts de largo, con una mesa de apoyo de 1,20 de largo y 0.5 m de profundo dispone de una malla de espesor de 1.2 mm que sirve para colocar elementos de trabajo que se puedan utilizar dentro de una práctica, también lo constituye una lámina de aluminio de 3mm que mide 1,20 de ancho y 85 cm de largo la cual contiene los componentes electrónicos que conforman el tablero de entrenamiento.

El proceso para montar los bancos de entrenamiento fue con operación de trabajo manual, se utilizaron herramientas básicas en la mayoría del ensamblaje de estos. (Ver plano mecánico en el anexo 1)

5.1.2. MONTAJE ELECTRICO

El tablero de entrenamiento de los bancos se diseñó bajo un patrón y fue la comodidad y practicidad de conectar los componentes entre si y las diferentes plantas pilotos para hacer los futuras prácticas en el laboratorio desarrollando la lógica cableada de los alumnos, este tablero tiene un tamaño de 1.20x85 para que los componentes ubicados dentro de este estén bien distribuidos, para una mejor manipulación, son tableros diseñados para soportar el manejo normal de los estudiantes al realizar las prácticas.

La instalación de los componentes en el tablero de entrenamiento se soportó en las normas de seguridad eléctrica RETIE y la hoja de datos del PLC S71200 y de la pantalla HMI Basic KTP600 color ambos de SIEMENS. Para evitar daños a futuro y proteger los componentes anteriormente nombrados, se efectuó un análisis de posibles riesgos eléctricos, como que la base del tablero o los bancos no estén bien aislados y puedan llegar a tener contacto eléctrico con los componentes instalados, y halla paso de corriente eléctrica al cuerpo humano.

También se consideró la ruta del cableado de los dispositivos montados en el tablero de entrenamiento, evitando tener las líneas de señales de baja tensión y los cables de comunicación en un mismo canal junto con los cables AC y DC de alta energía y conmutación rápida, igualmente se buscó en la adecuación que haya espacio suficiente para la refrigeración y el cableado ya que la refrigeración de los dispositivos S71200 se realiza por convección natural. Para que la refrigeración sea correcta es preciso dejar un espacio mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los dispositivos. Asimismo, se deben prever como mínimo 25 mm de profundidad entre el frente de los módulos y el interior de la carcasa.

5.1.2.1. DISTRIBUCION DE LOS COMPONENTES EN EL TABLERO

Como se dijo anteriormente la ubicación de estos elementos se tuvo en cuenta para la fácil conexión entre ellos y las plantas pilotos, es por eso que se ubicó al PLC, pantalla HMI y fuente en la parte superior para una mejor vista y que quede afuera de las conexiones entre el tablero y las plantas pilotos, en la parte media izquierda esta los conectores hembra, que son las salidas y entradas del PLC, tanto análogos como digitales.

En la parte inferior va la alimentación AC (110 V) por medio de conectores para alimentar cualquier componente o planta, en el centro va la alimentación DC del tablero tanto de la que viene de la fuente como de la que da el PLC ambas con un voltaje de 24 voltios, en el centro inferior vienen los relés de estado sólido; tanto el PLC, fuente, breaker, fusibles y relés van montados sobre riel DIN.

En la parte derecha central esta conectados los pulsadores y selectores y en la derecha inferior los pilotos.



Figura 8. Fotografía de la distribución de los componentes en el tablero.¹⁷

5.1.2.2. ELECCION DE COMPONENTES

Para escoger los componentes que conforman el tablero se estableció el funcionamiento que va a tener, la mayoría de selección se determinó bajo las características o datos técnicos del PLC simatic s71200 de SIEMENS por ejemplo

¹⁷ Autores. Julieth Paola Lugo y Pablo Arturo Zarate

como esta se alimenta de 24 voltios la fuente que se escoge tiene que ser de 24 voltios.

Este PLC fue escogido por la universidad, pero tuvimos en cuenta cuales son los criterios en su selección; por qué es un PLC de alta gama, compacto, es de bajo costo que es un módulo combinado de entradas y salidas tanto análogas como digitales, suficientes para varias funciones, cuenta con una capacidad de ampliación para entradas y salidas y comunicación.

Materiales que se utilizaron para montar el tablero.

- ✓ 1 PLC SIEMENS S7 1200.
- ✓ 1 pantalla HMI basic color KTP600.
- ✓ 1 fuente de 24 voltios/ 6 amperios.
- ✓ 1 Breaker de 6 amperios marca Schneider.
- ✓ 5 portafusiles y fusibles de 1 amperio.
- ✓ 2 relés de estado sólido de 24 voltios.
- ✓ 5 bombillos pilotos de 24 voltios, color azul, amarillo, rojo, verde.
- ✓ 1 paro de emergencia.
- ✓ 1 pulsador doble.
- ✓ 2 pulsadores normalmente abiertos.
- ✓ 2 selectores de dos posiciones.
- ✓ 56 conectores hembra rojo.
- ✓ 29 conectores hembra negro.

El PLC SIEMENS S7 1200, la pantalla HMI, la fuente, los fusibles, el breaker y los relés de estado sólido van montados en riel din; los pulsadores, selectores, paro de emergencia, pilotos y conectores van montados directamente en el tablero, se tuvo en cuenta que no se hubiera contacto entre los elementos y el tablero para no producir un corto circuito.

5.1.2.3. CABLEADO

El cableado de este tablero se hizo pensando en las condiciones mínimas que deberán cumplir las instalaciones eléctricas para resguardar la seguridad de los alumnos, de los elementos, y la funcionalidad de estos.

Según la corriente que se maneja de estos tableros se escogió el calibre del cable, según la siguiente tabla:

AWG	18	16	14	12	10	8	6	4	2
Amp	3	6	15	20	24	35	50	70	90

Tabla 1. Estandarización de valores AWG.¹⁸

Para cablear el tablero, PLC, entradas y salidas del control, pilotos, interruptores, se escogió el calibre #16 ya que la corriente máxima que maneja es de 6 amperios, para la parte de alimentación del tablero se utilizó calibre #10 para la fase, neutro y tierra, a cada extremo del cableado se utilizaron terminales en punta y redondas para tener un mejor acabado y seguridad.



Figura 9. Fotografía de la distribución eléctrica del tablero.¹⁹

5.2. MONTAJE DE LAS PLANTAS PILOTOS

Una planta piloto es una planta de proceso a escala reducida. Al diseñar, construir y operar una planta piloto se obtiene información sobre un determinado proceso físico o químico, que permita determinar si el proceso puede funcionar y es económicamente viable, así se pueden establecer los parámetros de operación óptimos de dicho proceso industrial para el posterior diseño y construcción de la planta a escala industrial. Una planta piloto se utiliza para la investigación de una actividad y en nuestro caso hacer diferentes pruebas dentro de un laboratorio académico, cada planta piloto es mucho más flexible que una planta a escala industrial en cuanto al rango permisible de sus parámetros de operación o variables de proceso, ya que una planta industrial opera siempre en las mismas condiciones, mientras que una planta piloto, por el hecho de estar destinada a la investigación o estudio de un proceso, debe permitir trabajar en un amplio rango de valores de temperatura, presión, etc.

Al igual que los bancos de prueba el diseño de las plantas pilotos se hicieron para que tengan una movilidad y facilidad para conectarse a los bancos de pruebas,

¹⁸ Autores. Julieth Paola Lugo y Pablo Arturo Zarate

¹⁹ Autores. Julieth Paola Lugo y Pablo Arturo Zarate

para cada planta piloto se le realizaron unas mesas movibles, que permita al estudiante tener un acceso y a manipularlas fácilmente.

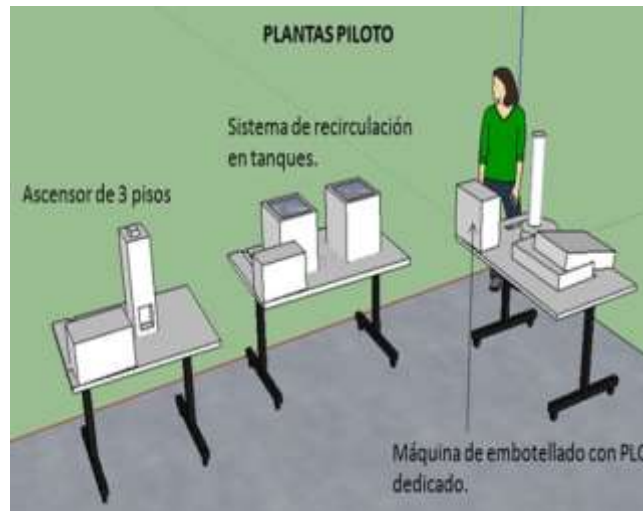


Figura 10. Esquema de las plantas pilotos.²⁰

5.2.1. TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA

La planta piloto de recirculación de agua, que tiene como función la circulación de agua entre dos tanque por medio de una bomba sumergible para cada una que transporta el agua, hacia donde el usuario y en este caso los alumnos quieren, todo controlado desde el PLC del banco de entrenamiento.

Cada tanque tiene un tamaño de 30X30x40 cm, con capacidad de 36 litros, contiene tres switch flotadores de nivel, que como su nombre lo indica, es un interruptor que cierra el circuito, mandándole una señal al PLC que le indica en qué nivel está el agua, son tres niveles bajo, medio y alto; igualmente cuenta con tres led's que nos indica visualmente en qué nivel se encuentra el agua, estos también son encendidos desde el banco de pruebas por medio de la caja de mando, las entradas y salidas de los tanques de recirculación de agua se distribuyeron así:

Salidas, que van desde el PLC hasta los tanques.

- 6 para los led's, el PLC le da una orden para que se enciendan, según las entradas de los interruptores de nivel, cada vez que un interruptor se cierra se debe prender un led diferente para cada nivel donde se encuentre.

²⁰ Autor. John William Vásquez

- 2 para los relés, el PLC le da la señal de mando que accionan los relés que van conectados a las bombas sumergibles, para que estas empiecen a funcionar.

Entradas, que van desde los tanques hasta el PLC.

- 6 para los interruptores de nivel 3 para cada tanque, estos indican en qué nivel (bajo, medio o alto) se encuentra el agua.

5.2.1.1. MONTAJE ELECTRICO

El circuito eléctrico de esta planta piloto como su cableado es muy sencillo, solo se tuvo que tener en cuenta, cual es el tanque que estamos cableando, ya que se podría confundir y las practicas no serían las esperadas.

El cableado y los circuitos eléctricos se encuentran dentro de una caja, la cual solo tiene conectores de entradas y salidas, que ayudan a interactuar entre la planta piloto y el banco de trabajo. Todo fue cableado con cable calibre 16, aunque su amperaje no llega a los 4 amperios.

Tienen dos circuitos, uno es para tomar las salidas de los 24 voltios que vienen del PLC y transformarlos a 12 voltios por medio del integrado L7812, para la alimentación de los led's, si no se hace este cambio estos podrían quemarse, otra parte del circuito manda la señal de los interruptores del nivel hacia las entradas del PLC el cual indica en qué nivel esta. El otro circuito es el de potencia el cual tiene dos relés, uno para cada bomba, para la conmutación entre la salida del PLC y la alimentación de las bombas las cuales son alimentadas con 110 voltios. (Ver plano eléctrico en el anexo 1).



Figura 11. Fotografía de la planta piloto, tanques de recirculación de agua.²¹

Los componentes y elementos que se utilizaron para el montaje eléctrico fueron:

- 2 bombas sumergibles de 110 VAC con ½" de salida
- 2 mangueras de 1 metro cada una
- Una caja eléctrica de 30X30X15
- 6 interruptores de nivel
- 6 integrados L7812
- 2 relés de 24 voltios
- 6 tiras de led's de 12 voltios de color verde, naranja, y azul.

5.2.2. PLANTA PILOTO –ASCENSOR

El ascensor es una planta piloto determinada para simular un ascensor real, este consta de tres pisos, el cual en el piso 1 y 3 tiene un interruptor final de carrera y en el piso 2 tienen dos finales de carrera, el propósito de esta planta piloto es simular a un ascensor real que tenga un tablero propio de entradas y salidas que se conecte con el banco de prueba y así desde este se controle el ascensor, como anteriormente dicho se acoplo en cada piso, interruptores final de carrera que manda una señal de entrada al PLC y este a su vez manda una señal de salida o una orden según lo programado al motor de 24V a que mueve al ascensor.

Este ascensor fue hecho de perfil cuadrado estructurado de 3/4" su tamaño es de 1.05 mts de alto por 0.3 de ancho mts, con una base 1.5 mts de largo, con un ancho de 0.6 mts hecho de perfil cuadrado de 1" con una caja de acrílico de 10x10x20 que será la cabina y un contrapeso de metal el cual hace una fuerza de. Se planteó hacer un ascensor a modelo escala de tres pisos para ser controlado por medio de un PLC utilizando entradas y salidas digitales distribuidas así:
Entradas, que van desde el ascensor hasta el PLC.

- 4 para los sensores mecánicos, que son switches de rodillo ubicados dentro de la estructura, los cuales cuando se cierra el circuito nos indica en que piso se encuentra la cabina.
- 3 para los interruptores, los cuales sirven para ordenar al ascensor donde debe ir estos mandan la señal al PLC para que este a su vez se comunique con el motor.

Salidas, que van desde el PLC hasta el ascensor.

²¹ Autores. Julieth Paola Lugo y Pablo Arturo Zarate

- 1 para el motor, el PLC le da una señal o una orden que le indique hacia qué dirección debe ir el motor ósea hacia arriba o hacia abajo.

5.2.2.1 MONTAJE ELECTRICO

El diseño eléctrico de este montaje es muy básico consta de conectar todos los elementos a su respectivo conector hembra de la caja eléctrica ya que todos los elementos utilizados son actuadores directos, que van al tablero del banco de prueba y por lo tanto su funcionamiento depende de la programación en el PLC.



Figura 12. Fotografía de la planta piloto ascensor.²²

Los componentes y elementos que se utilizaron para el montaje eléctrico fueron:

- 1 motor de 24 voltios de 126 revoluciones
- 4 interruptores finales de carrera
- 5 poleas
-

5.3. PRUEBAS Y SIMULACIONES

Las pruebas efectuadas a los cinco tableros de trabajo como a las plantas pilotos para chequear su normal funcionamiento se resumen a continuación:

- Verificación visual y eléctrica (continuidad) de las conexiones entre los diferentes dispositivos.

²² Autores. Julieth Paola Lugo y Pablo Arturo Zarate

- Verificación teórica y práctica de los requerimientos de corriente y voltaje y los valores nominales de los conductores y las terminales empleadas.
- Pruebas de esfuerzo físico a la lámina y los materiales empleados en la construcción del panel.
- Pruebas de movilidad con el fin de garantizar su versatilidad en la implementación de las prácticas del Laboratorio.

Por medio de la Simulación de algunas de las prácticas diseñadas para el laboratorio en cada uno de los tableros, se realizó la prueba final observando el normal funcionamiento de bobinas y contactos de contactores, así como de elementos de protección (fusibles, breaker), diferentes pulsadores y pilotos luminosos.

5.4. PROGRAMACION Y CONFIGURACION DEL PLC S71200 Y LA PANTALLA HMI KTP 600 DE SIEMENS

Para una eficiente programación y configuración del PLC S71200 y la pantalla SIMATIC HMI BASIC KTP 600 color de SIEMENS, se debe contar con unas buenas herramientas que nos ayuden a desempeñarnos bien, como un computador con una capacidad alta de disco, ya que el entorno que manejamos es bastante pesado. A continuación se explicara paso a paso el entorno de programación del S7-1200. El STEP7 Basic v11 por medio del PORTAL TIA, es la herramienta con la que vamos a configurar, administrar y programar nuestros S71200 y el panel HMI, todo bajo un mismo entorno de forma sencilla.

Antes de saber cómo programar y configurar el PLC S71200 y la pantalla SIMATIC HMI BASIC KTP 600 color de SIEMENS, se debe conocer las características su funcionamiento de ambos componentes para tener una mejor manipulación, como también el entorno donde se van a manejar.

5.4.1. CARACTERISTICAS DE LA PANTALLA SIMATIC HMI BASIC KTP 600 COLOR DE SIEMENS²³

El KTP600 Color básico está equipado con una oferta de TFT-pantalla de 5.7 pulgadas 256 colores. Una resolución de 320 x 240 píxeles permite la representación de las pantallas de explotación menos complejas en un tamaño conveniente con una representación del color. El panel puede ser operado por una pantalla táctil analógica resistiva y, además, por 6 teclas de función libremente configurables, que cuando se acciona proporcionan retroalimentación táctil.

²³ <http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/simatic-hmi-ktp600-basic-color> or

El KTP600 Basic color es el HMI-componente ideal para las pequeñas y medianas sistemas de controlador S7-1200. Se puede configurar con WinCC Basic (TIA Portal) o WinCC flexible Compact. El KTP600 ofrece funcionalidad básica HMI (alarmas, curvas de tendencia, recetas) con 500 etiquetas.

Estos paneles SIMATIC HMI Basic Panels han sido diseñados para operar con el PLC SIMATIC S7-1200, la gama SIMATIC de estos paneles HMI brindan una solución para aplicaciones compactas como la que nosotros trabajamos con las plantas pilotos, y es que se pueden adaptar a la perfección de las necesidades específicas de visualización: Potencia y Funcionalidad optimizada, para todos aquellos procesos que nosotros queremos trabajar.



Figura 13. Pantalla KTP 600 SIMATIC HMI de SIEMENS.²⁴

La pantalla SIMATIC HMI Basic KTP 600 lleva integrada una interfaz PROFINET, esto permite una visualización de máquinas y procesos de una manera sencilla y automática, además sirve para la comunicación con el PLC y la transferencia de datos de parametrización y configuración.

Estos paneles de SIMATIC vienen equipados con funciones básicas necesarias, como sistema de alarmas, administración de recetas, diagramas de curvas y gráficos vectoriales, también se puede administrar los usuarios en función de las necesidades de los diferentes sectores, por autenticación y contraseña.

El hecho de que sea una pantalla táctil el panel SIMATIC HMI Basic KTP 600, hace que se pueda manejar de una forma intuitiva, el uso de esta clase de pantallas graficas nos da nuevas enfoques a la visualización, como los gráficos, diagramas, textos, entradas y salidas, gracias a estas se es posible tener una visualización clara y fácil de usar en las pantallas de control. La pantalla panel

²⁴ <http://cl.rsdelivers.com/product/siemens/6av6647-0ab11-3ax0/hmi-simatic-ktp600-mono-profinet/6889168.aspx>

SIMATIC HMI Basic KTP 600, se puede configurar con el SIMATIC WinCC Basic, que es un software integrado en el programa SIMATIC STEP 7 Basic. Además de ser táctil tiene unas teclas configurables a las que se les puede asignar funciones de manejo individuales específicas.

Característica	SIMATIC HMI KTP600 Basic color
Mostrar	5,7 pulgadas de pantalla TFT, 256 colores
Resolución	320 x 240 píxeles
Elementos de control	Toque la pantalla resistiva analógica 6 teclas táctiles libremente configurables
Memoria del usuario	512 KB
Interfaces	1 x RS 485 / RS 422 con PROFIBUS DP-Variant 1 x RJ 45 Ethernet con PROFINET-Variant
Grado de protección	IP 65 (frontal si está montado) IP 20 trasera
Recorte de montaje	196 x 140 mm (W x H)
Panel frontal	214 x 158 mm (W x H)
Profundidad dispositivo	44 mm
Software de configuración	WinCC Basic (TIA Portal) / WinCC flexible Compact

Tabla 2. Datos técnicos de la pantalla SIMATIC HMI KTP600 Basic color.

5.4.2. CARACTERISTICAS DEL PLC S7-1200 DE SIEMENS²⁵



Figura 14. PLC S7-1200 de SIEMENS²⁶

²⁵ <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-1200/Pages/Default.aspx>

El S7-1200 es un controlador compacto de SIMATIC, es un modelo para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para la lógica, HMI o redes, gracias a que es compacto, de bajo costo y tiene funciones potentes, el PLC S7-1200 es idóneo para controlar tareas sencillas como las que vamos a tener en el laboratorio de automatización industrial, también el PLC S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de componentes de un sistema automatizado, este también tiene un amplio juego de instrucciones que permite controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU del PLC S7-1200 que se utiliza en el laboratorio es la 1214C, contiene un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas análogas incorporadas. La principal función de la CPU es examina las entradas y cambia los estados de salida, según la lógica del programa que tenga.

Para comunicar el PLC S7-1200 con un computador, una pantalla HMI u otro PLC, se hace por medio del puerto PROFINET de la CPU con un conector RJ-45 cuya función auto-cross-over y proporciona velocidades de transmisión de datos a 10/100 Mbit / s. Soporta hasta 16 conexiones Ethernet y los siguientes protocolos: TCP / IP nativa, ISO sobre TCP y comunicación S7. La interfaz PROFINET es compatible con la comunicación con los dispositivos de otros fabricantes que utilizan protocolos de Ethernet abiertos.

CARACTERISTICAS DE LA CPU 1214C



- La CPU compacta de alto rendimiento
- Con 24 entradas / salidas integradas
- Ampliable con: - Un Signal Board (SB)
 - Ocho módulos de señales (SM)
 - Máx. tres módulos de comunicaciones (CM)
- Seis contadores rápidos (tres con un máximo de 100 kHz,.. Tres con un máximo de 30 kHz).

5.4.3. PORTAL TIA V11²⁷

El totally integrated Automation Portal (TIA Portal) integra los productos de SIMATIC en una aplicación de software que permite aumentar productividad y eficiencia, dentro del TIA Portal, los productor TIA interactúan entre sí, ofreciendo

²⁶ Autores. Julieth Paola Lugo y Pablo Arturo Zarate

²⁷ <http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal/controller-sw-tia-portal/Pages/Default.aspx>

soporte en todas las áreas en la creación de una solución automática, una solución automática puede ser:

- Un controlador que controla el proceso con la ayuda del programa.
- Un panel de operador con el que se maneja y visualiza el proceso

En otras palabras el PLC y la pantalla HMI.

Con el TIA Portal se configura tanto el control como la visualización en un sistema de ingeniería unitario. Todos los datos se guardan en un proyecto. Los componentes de programación (STEP 7) y visualización (WinCC) no son programas independientes, sino editores de un sistema que accede a una base de datos común.

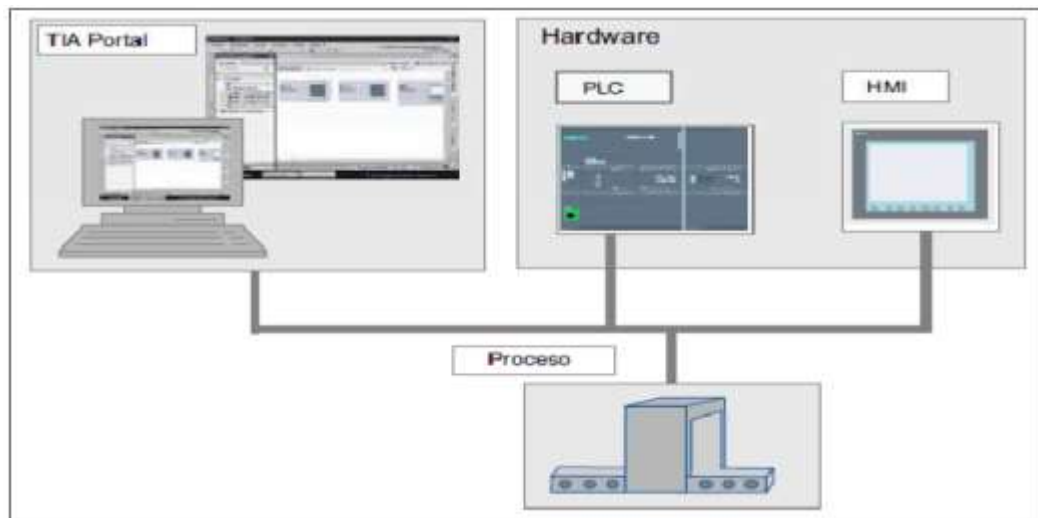


Figura 15. Interfaz de comunicación PLC, HMI y PC.

El TIA Portal le ayuda a crear una solución de automatización. Los pasos que generalmente se realizan son los siguientes.

- ✓ Creación del Proyecto
- ✓ Configuración del hardware
- ✓ Conexión en red de los dispositivos
- ✓ Programador del controlador.
- ✓ Configuración de la visualización.
- ✓ Carga de los datos de configuración.
- ✓ Uso de las funciones Online y diagnóstico

5.4.4. PASOS PARA PROGRAMAR EL PLC S71200 POR MEDIO DEL PORTAL TIA V11²⁸

Como en cualquier entorno de programación, siempre hay que tener en cuenta lo que se quiere hacer, se explicara como entrar al TIA Portal, como crear un proyecto, y la configuración, pero el programa depende de cómo los alumnos quiera que funcione las plantas pilotos o por las guías de laboratorio. El TIA Portal es un entorno intuitivo, por lo tanto si se utiliza por primera vez, será muy fácil manejarlo, es como si el mismo le indicara los pasos a seguir

COMO CREAR UN PROYECTO NUEVO

- **PASO 1. ABRIR ENTORNO TIA PORTAL.** Ejecutamos la aplicación de Step 7 Basic v11.

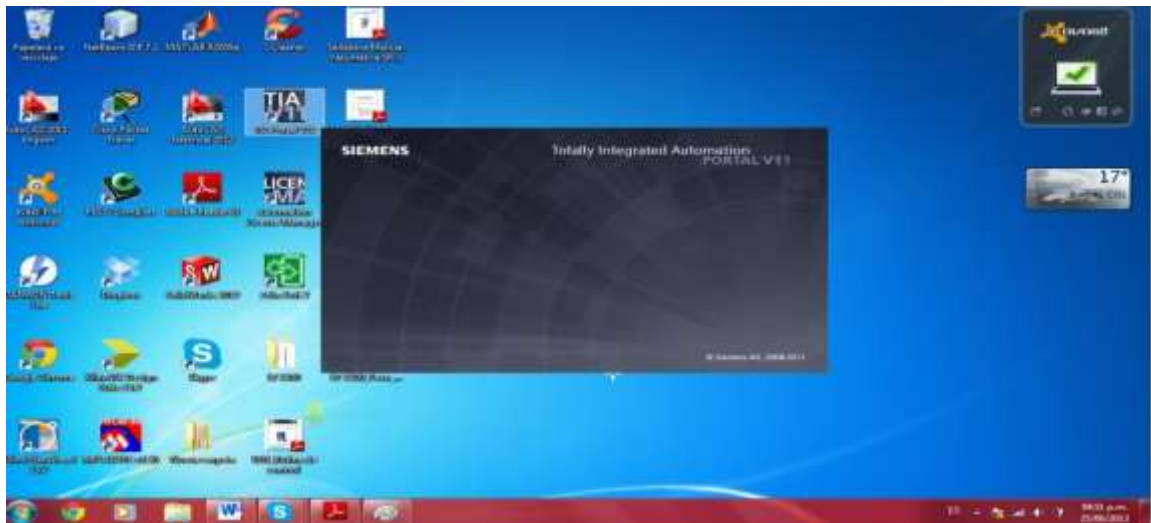


Figura 16. Imagen de la pantalla del paso 1.

- **PASO 2. CREAR UN PROYECTO NUEVO.** Dentro de la pantalla inicio, nos aparece varias opciones como: Abrir Proyecto existente, Crear Proyecto y Migrar proyecto; cómo se va hacer uno nuevo se escoge la segunda opción. Luego llenamos la información del lado derecho, nombre del proyecto, autor y un comentario en este escribimos que va a hacer el proyecto.

²⁸ Todas las imágenes que se muestran en este capítulo son por los autores de este libro.

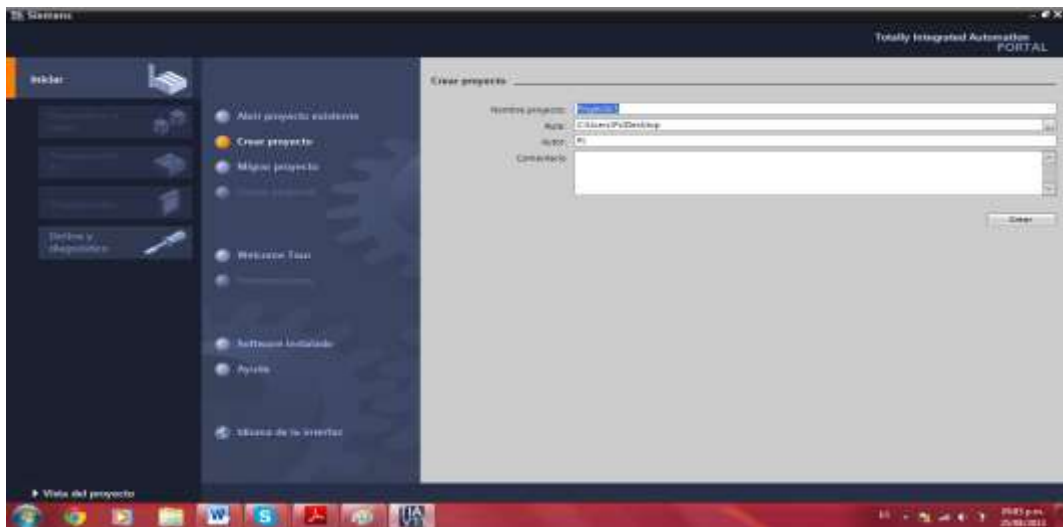


Figura 17. Imagen de la pantalla del paso 2.

- **PASO 3. CONFIGURACION DEL DISPOSITIVO.** En la pantalla aparece una especie de menú donde nos muestra tres opciones, configuración del dispositivo, escribir programa en PLC y configurar una imagen en HMI, escogemos la primera opción porque vamos a configurar que clase de PLC o HMI vamos a trabajar.

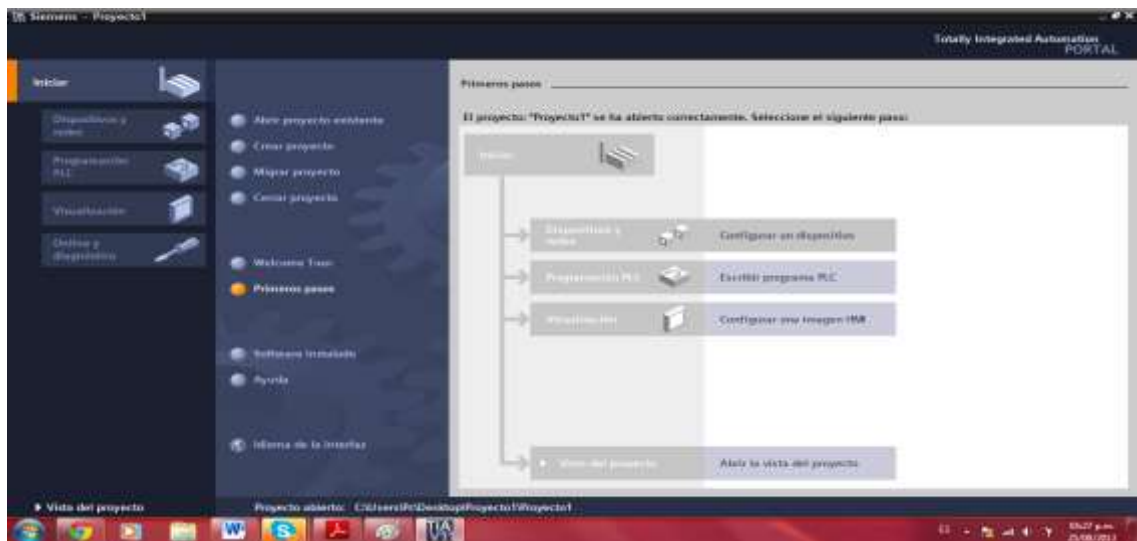


Figura 18. Imagen de la pantalla del paso 3.

- **PASO 4. SELECCIÓN DEL PLC.** Nosotros trabajamos el PLC S7-1200 pero tenemos que mirar la CPU que nosotros vamos a usar por lo tanto se mira en el PLC físico que tenemos y miramos la referencia en este caso la CPU 1214C DC/DC/DC y la escogemos.

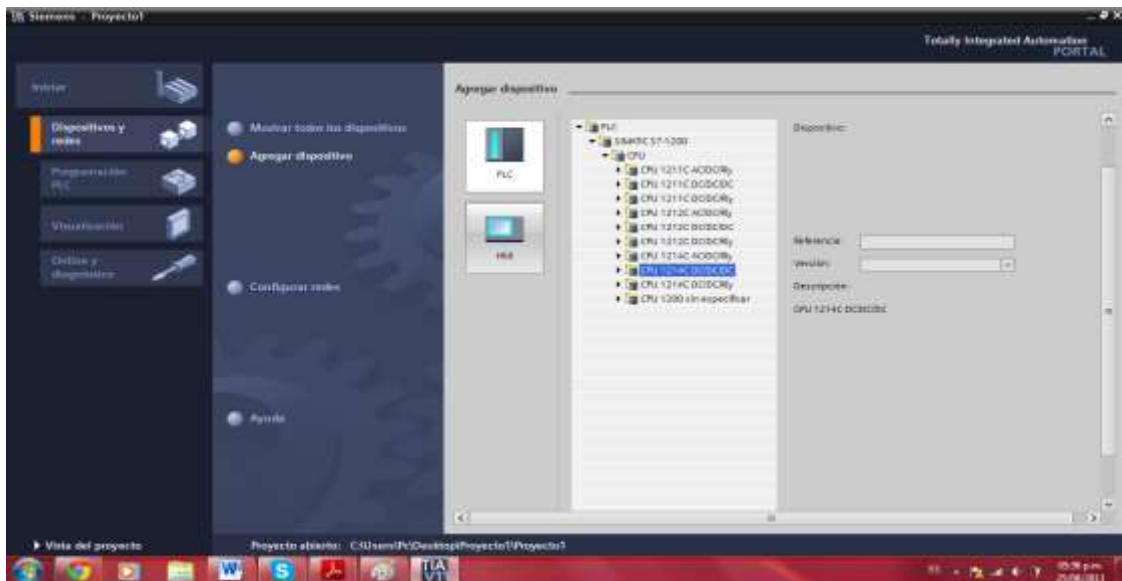


Figura 19. Imagen de la pantalla del paso 4.

- **PASO 5. CONFIGURACIÓN DE HARDWARE.** Lo que tenemos que hacer ahora es meter los módulos que tenemos en nuestro equipo físicamente: módulos de I/O, módulos de comunicación, etc... en este caso nosotros solo metemos la CPU y un módulo de salida analógica.

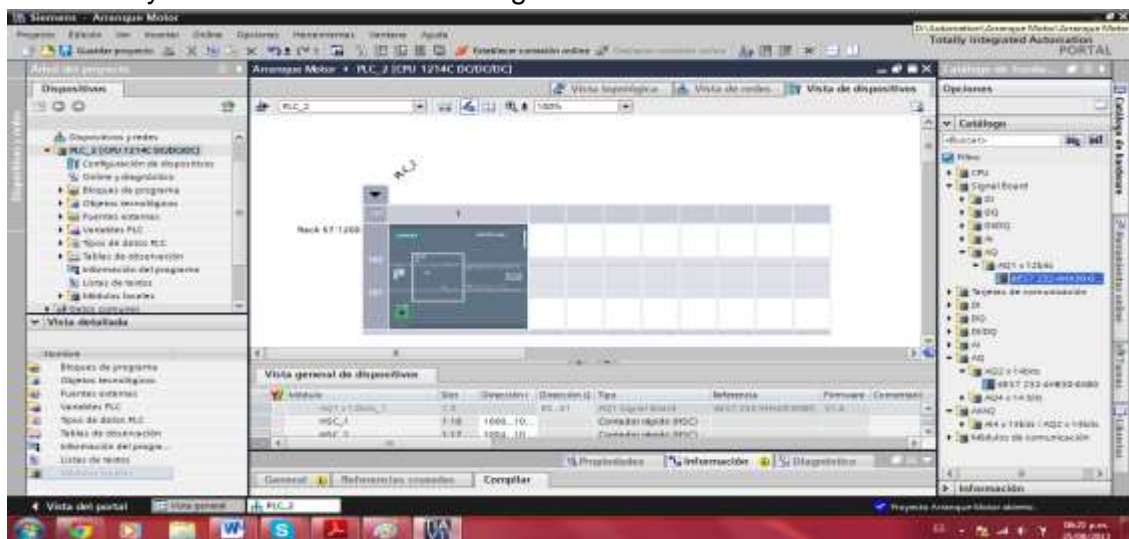


Figura 20. Imagen de la pantalla del paso 5.

- **PASO 6. TRANSFERIR CONFIGURACIÓN.** Para transferir la configuración seleccionamos la CPU y se nos habilita el icono dentro del círculo rojo “cargar en dispositivo” que es para transferir pero antes de esto comprobaremos la dirección IP del PC y del PLC.

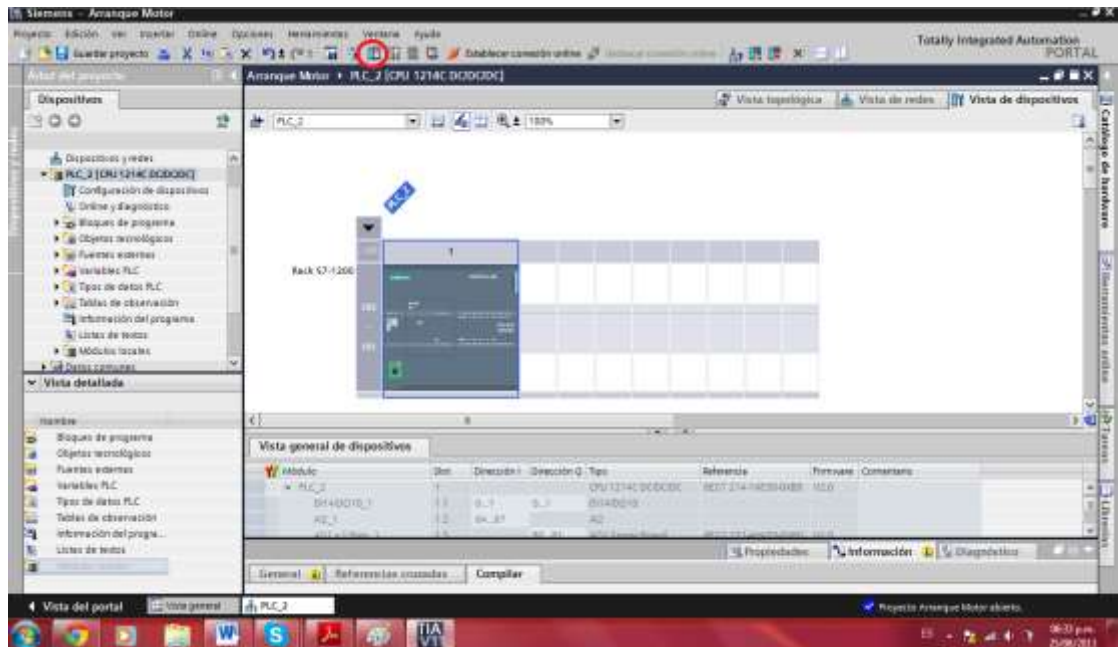


Figura 21. Imagen de la pantalla del paso 6.

Primero le damos la IP del PC tiene que ser una como 192.168.0.XXX hay que mirar que el rango no coincida con la IP del PLC o con la de la pantalla HMI. En el PLC, la dirección IP se le da sobre la CPU del PLC y en la ventana de propiedades en la parte inferior dentro de la parte inferior dentro de la opción PROFINET interface, hay damos la IP y la máscara de subred que queremos a nuestro PLC.

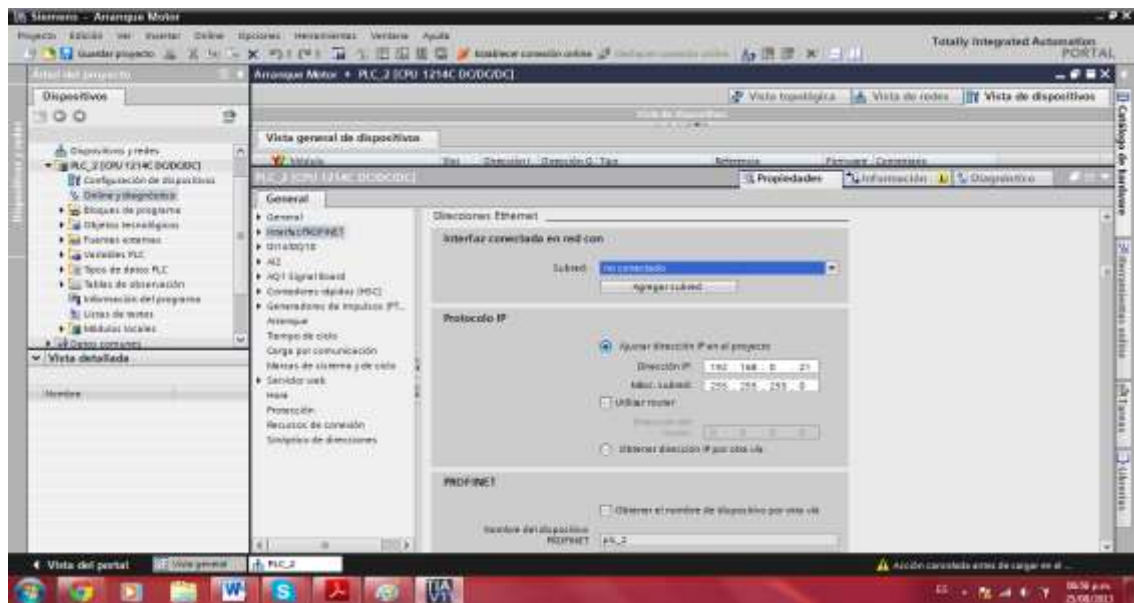


Figura 22. Imagen de la pantalla del paso 6b.

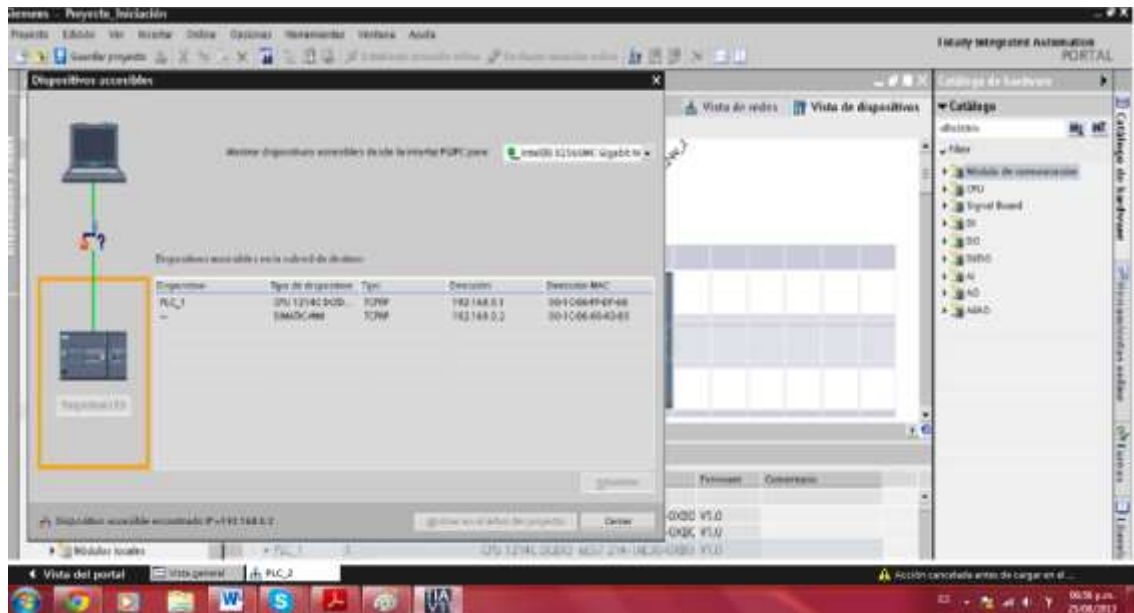


Figura 23. Imagen de la pantalla del paso 6c,

Le damos el botón transferir y nos aparece la siguiente pantalla donde deberemos seleccionar el interface de comunicación, después le damos cargar.

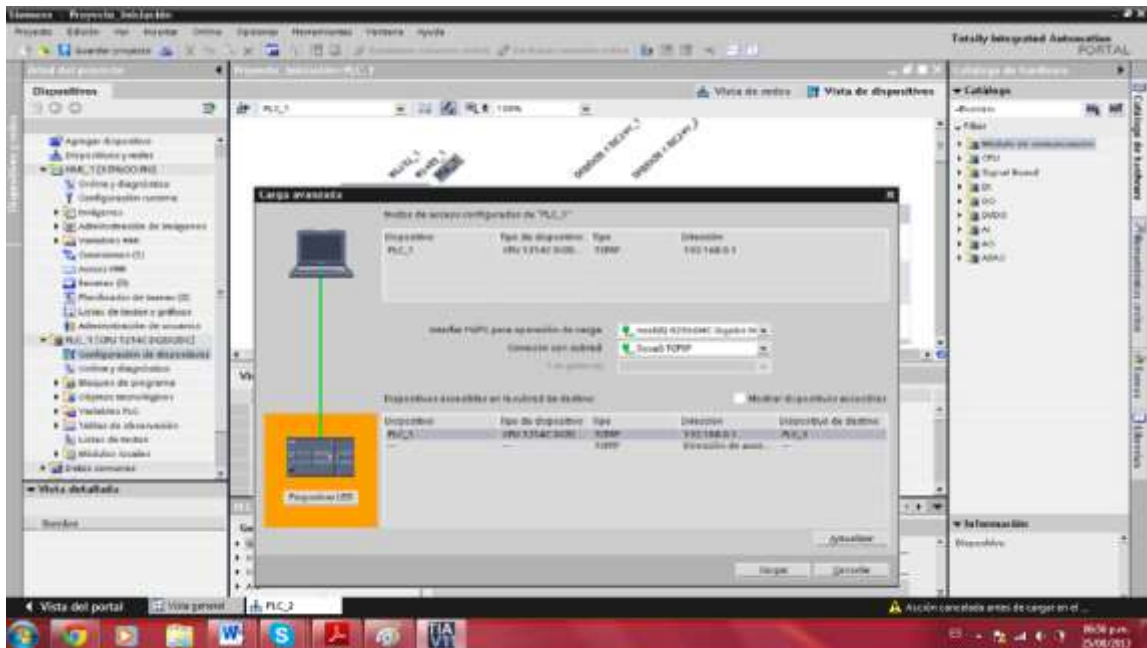


Figura 24. Imagen de la pantalla del paso 6d.

PROGRAMACION DEL PLC S7-1200

- **PASO 7. ESCRIBIR PROGRAMA PLC.** En el menú de primeros pasos escogemos la segunda opción para empezar a programar el PLC.

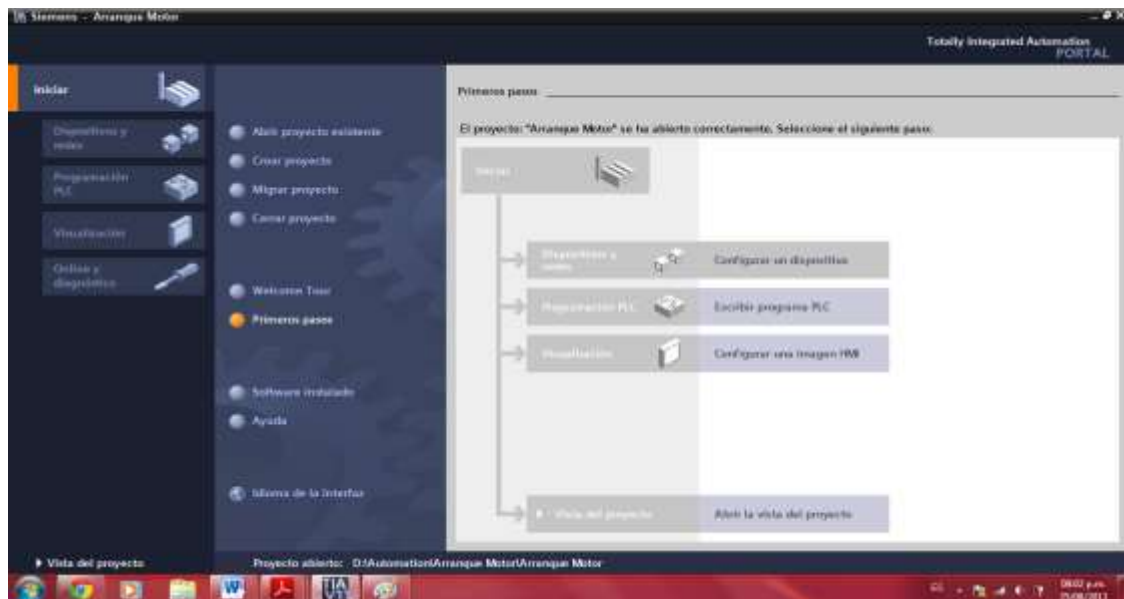


Figura 25. Imagen de la pantalla del paso 7.

- **PASO 8. EDITOR DE BLOQUES**

Ya configurado el PLC, vamos a la programación, para eso nos vamos en la ventana de árbol de la izquierda dentro de nuestro equipo en la carpeta de bloques de programa. Dentro de esta carpeta tenemos ya creado un bloque por defecto que es el main [ob1]. Pinchamos dos veces sobre este para editarlo. Si quisiéramos editar/crear otro bloque le daríamos a “agregar nuevo bloque”.

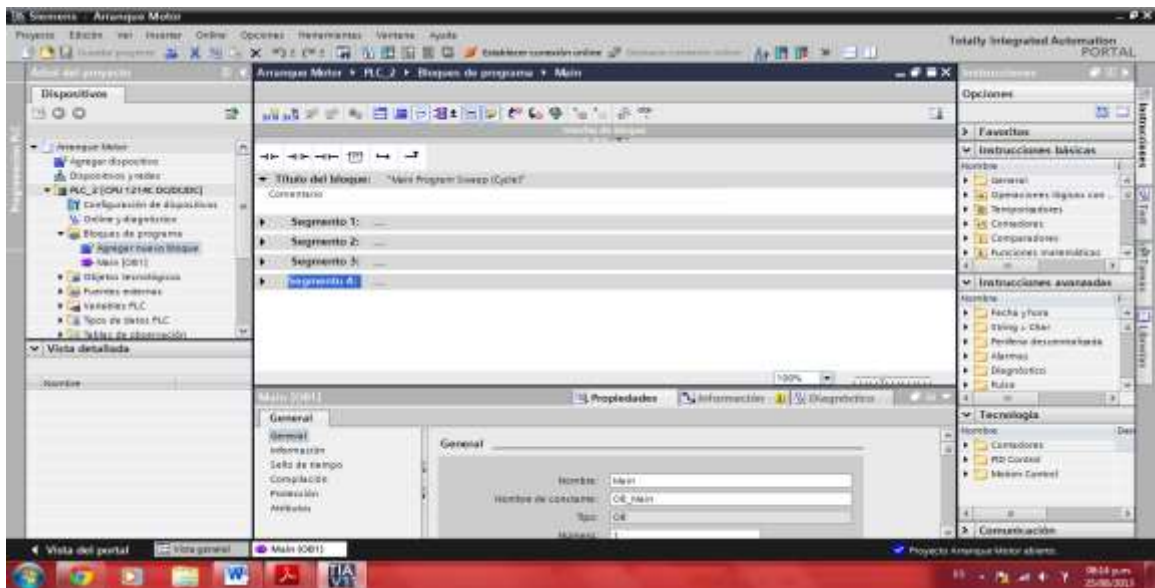


Figura 26. Imagen de la pantalla del paso 8.

En la parte derecha tenemos un listado para insertar los elementos que nos sirven para programar,

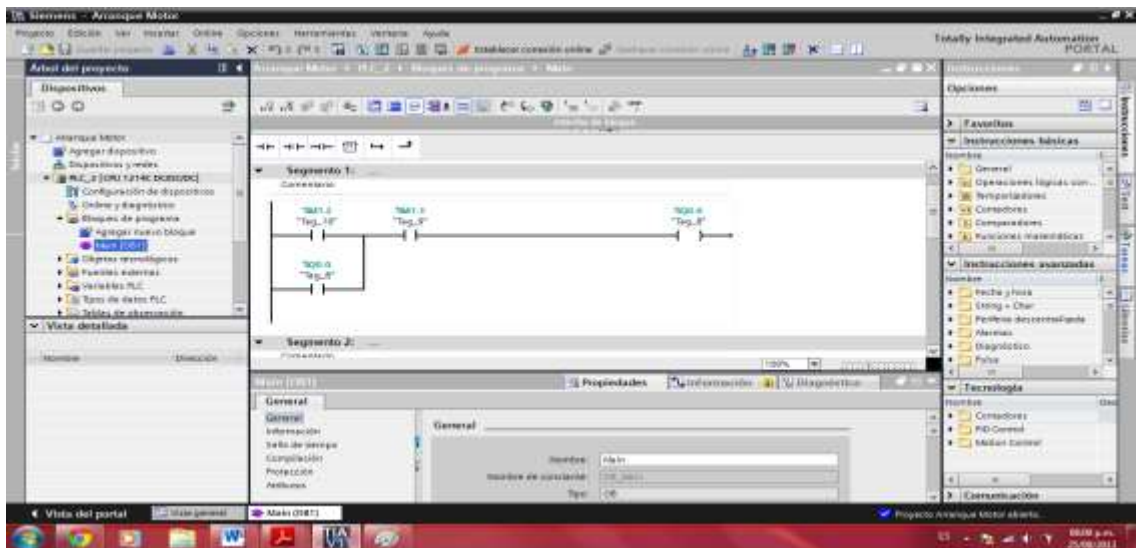


Figura 27. Imagen de la pantalla del paso 8b.

- **PASO 9. TRANSFERIR PROGRAMA AL PLC**, Una vez hecho el programa ya sea por ladder o bloques, oprimimos el botón “transferir programa” y cargar. Luego nos saldrá una ventana de verificación de transferencia. Y así ya está hecho nuestro programa completo.

PROGRAMACION DE LA PANTALLA HMI

- **PASO 10. INSERTAR PANTALLA,** Una vez acabado con el PLC nos pondremos con la parte de la pantalla HMI. Para ello, lo primero de todo, lo que tendremos que hacer es insertar la pantalla que tengamos. En la ventana de árbol le daremos a insertar nuevo equipo y cuando nos salga la siguiente ventana le daremos a SIMATIC HMI seleccionando el modelo de la pantalla en este caso la SIMATIC BASIC KTP 600 color.

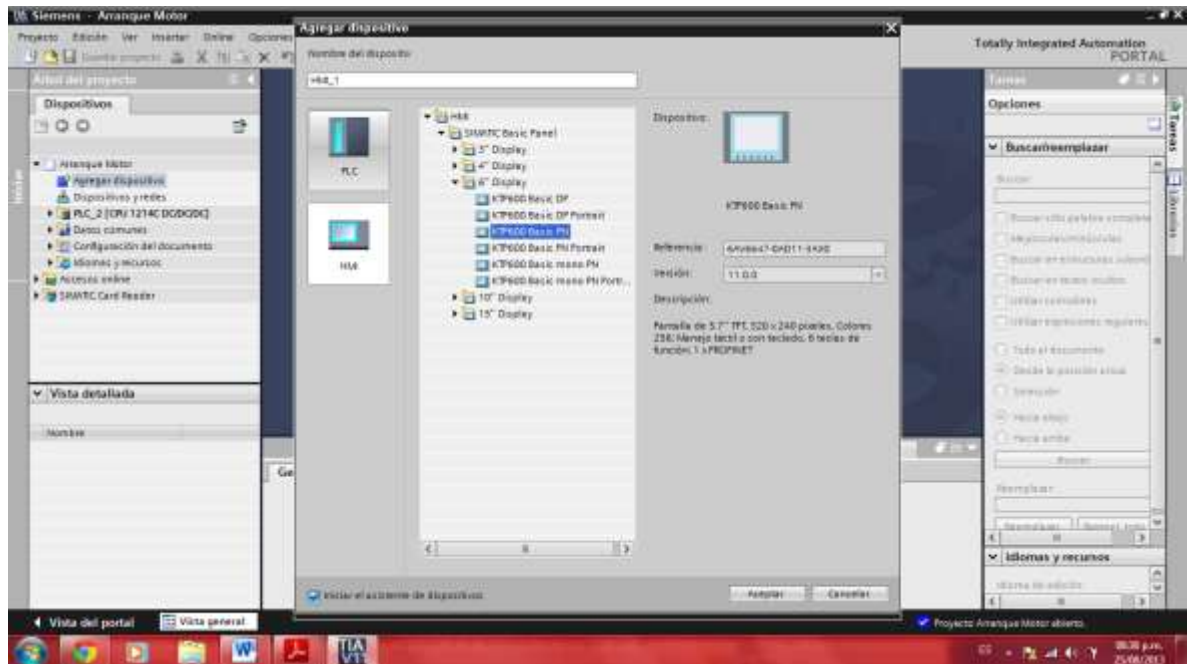


Figura 28. Imagen de la pantalla del paso 10.

- PASO 11. CONFIGURACION DEL PROYECTO,** Cuando seleccionamos el modelo de pantalla le diremos a que PLC está conectada para eso le daremos seleccionar, luego oprimimos en el PLC que ya habíamos configurado, apareciéndonos el esquema de conexión entre ambos equipos. Después le daremos siguiente.

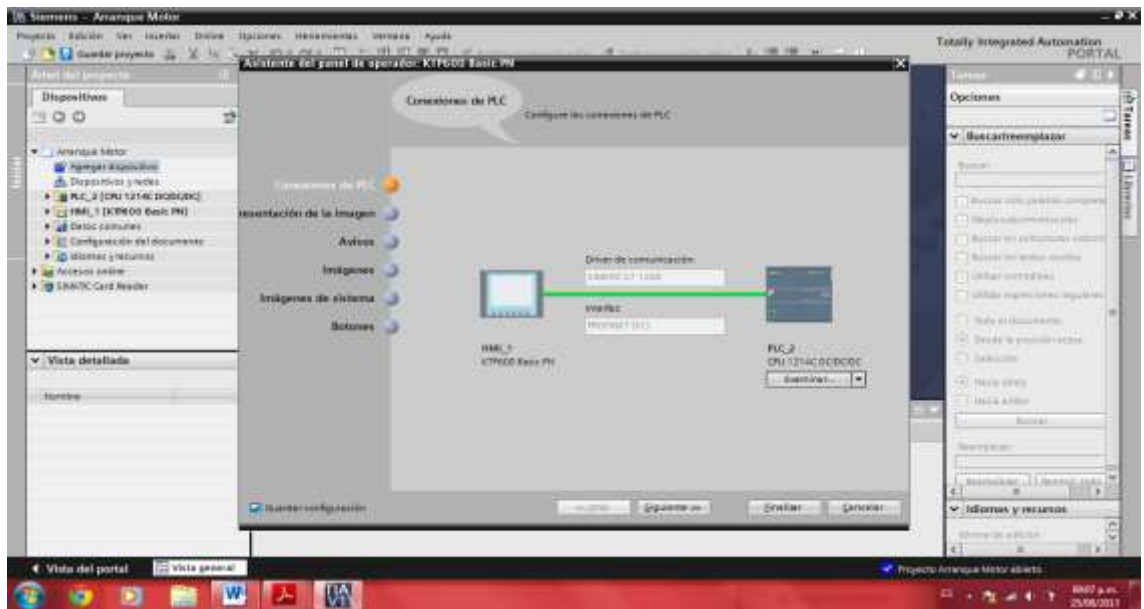


Figura 29. Imagen de la pantalla del paso 11.

El siguiente paso, es configurar las propiedades de las pantallas que vamos a visualizar, el color, fecha, logotipo y resolución.

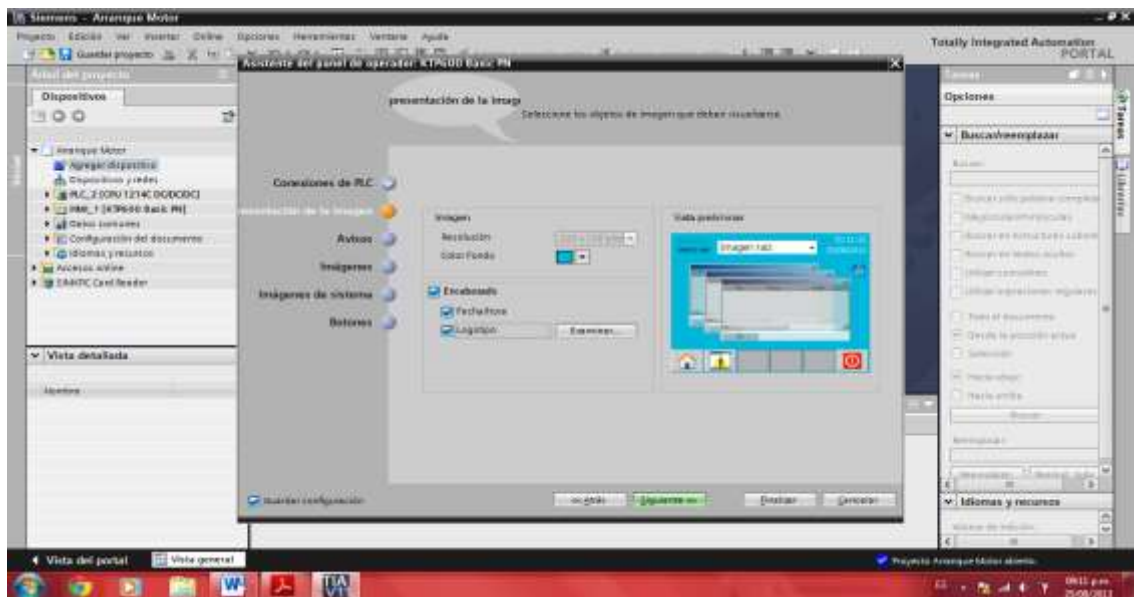


Figura 30. Imagen de la pantalla del paso 11b.

Al darle a siguiente le decimos si queremos que nos genere la pantalla de alarmas.

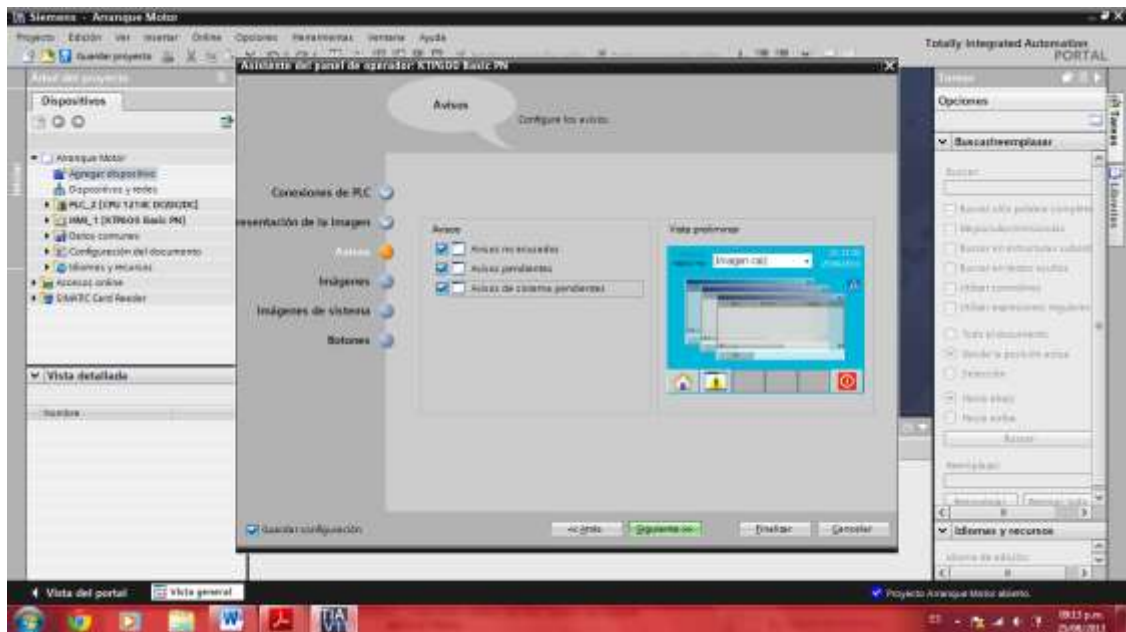


Figura 31. Imagen de la pantalla del paso 11c.

Luego está el menú de imágenes, en este se puede configurar cuantas ventanas de usuario se necesitan.

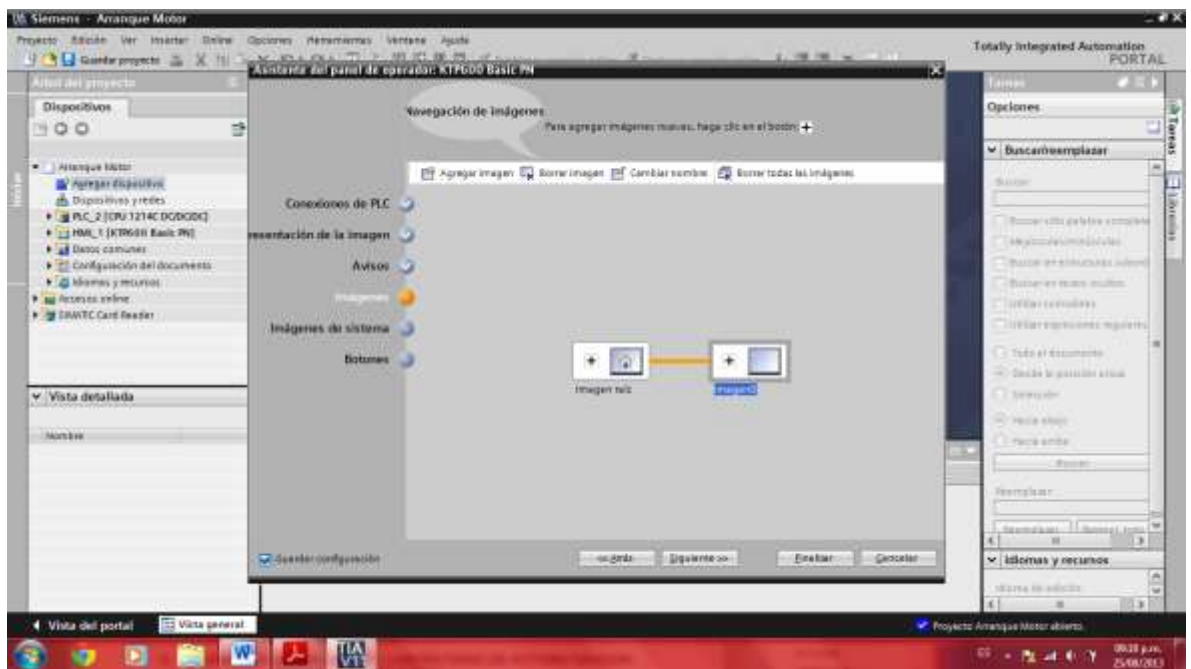


Figura 32. Imagen de la pantalla del paso 11d.

En la siguiente ventana nos dice que Pantallas de Sistema queremos que nos cree automáticamente y con qué opciones.

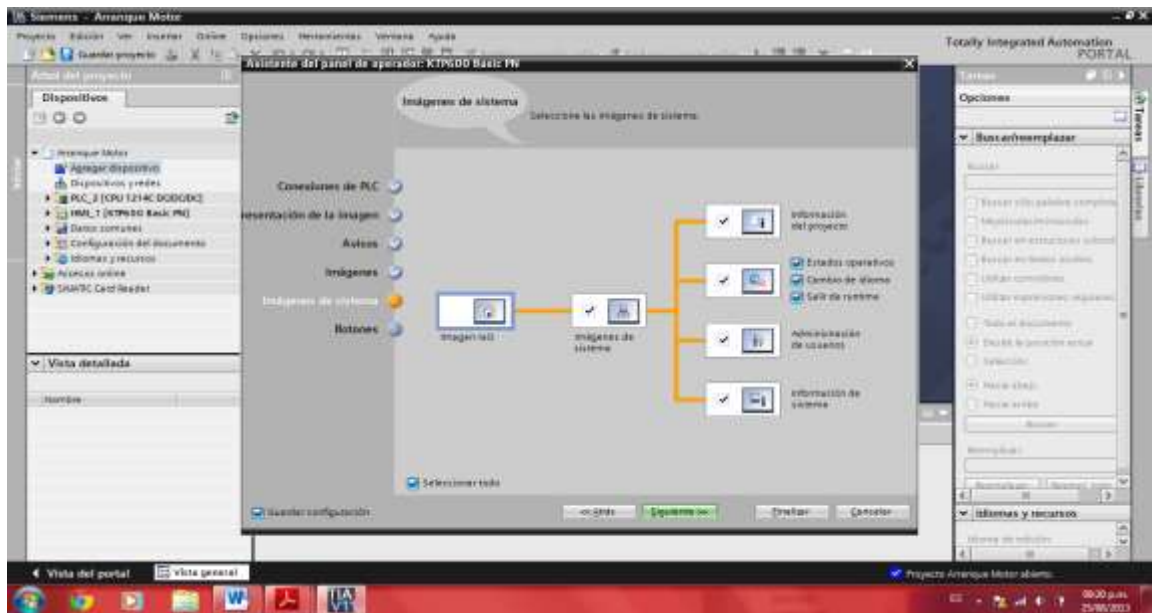


Figura 33. Imagen de la pantalla del paso 11e.

Y por último, los botones que queremos que nos meta en todas las pantallas por efecto. Después le daremos a finalizar para comenzar a editar la pantalla desde el editor de HMI.

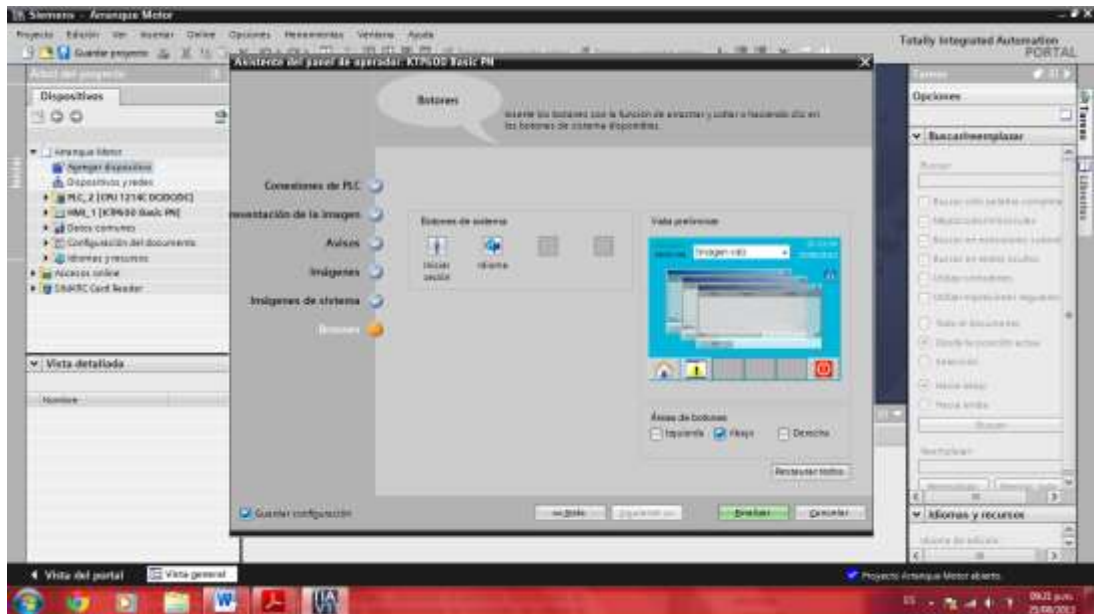


Figura 34. Imagen de la pantalla del paso 11f.

- **PASO 12. EDITAR PANTALLAS**, Una vez finalizado el asistente pasamos a hacer nuestras propias pantallas. Para empezar, como selecciono que me creará dos pantallas me voy a la ventana de árbol y selecciono dentro de la carpeta de "Imágenes" la que quiera para que me la muestre. Si no le había

dicho que me creara ninguna pantalla de usuario le doy a “Agregar Imagen”. Una vez que estoy en la imagen deseada comienzo a editarla insertando objetos de la barra de herramientas arrastrando y soltando.

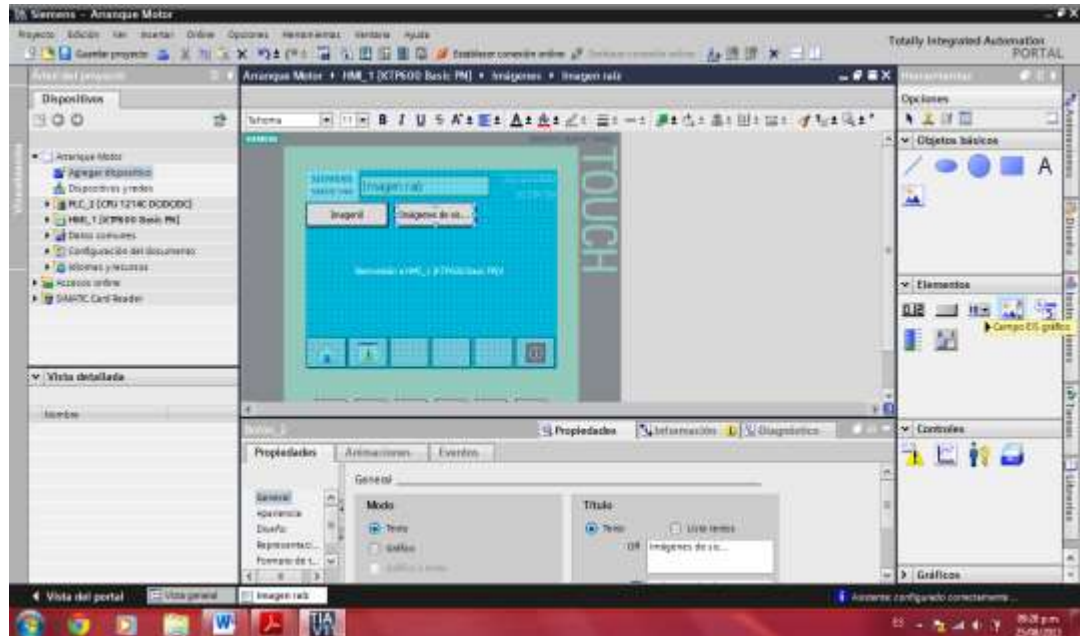


Figura 35. Imagen de la pantalla del paso 12.

- **PASO 13. TRANSFERIR PROYECTO.** Una vez que tenemos el proyecto lo transferimos a la pantalla. Para que no tengamos problemas de acceso, nos aseguramos que en la ventana de árbol de la izquierda dentro de nuestro panel HMI en Online & Diagnostico, tenemos seleccionado correctamente el interface.

Por ultimo seleccionamos nuestra pantalla y le damos transferir, en la ventana que sale le damos cargar, y ya hemos hecho un proyecto completo.

6. DIAGNOSTICO DE FALLOS DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

El laboratorio de Automatización Industrial, está clasificado como un proyecto de investigación Experimental, ya que depende de que los bancos como las plantas piloto funcionen para seguir con el análisis de fallos, cada elemento de un sistema es diseñado para desempeñar cierta función, si el elemento no cumple con la tarea para el cual fue diseñado y utilizado, entonces el proceso funcionaría en modo erróneo, incluso podría generar inconvenientes al momento de utilizar el laboratorio.

Por eso se hace un estudio de fallos, se hace un diagnostico por medio del análisis, donde se observa los posibles fallas que hay en un equipo ya sea eléctrico, electrónico o mecánico, para el proyecto utilizamos un diagnóstico de fallos total utilizando el método anteriormente nombrado en el marco teórico, se hace un estudio profundo de cada componente, elemento, cable y comunicación que puede estar fallando, con el diagnostico final de los fallos del laboratorio buscamos dar solución a una anomalía que se pueda presentar o tener en cuenta al momento de realizar los mantenimientos del laboratorio.

6.1. FALLOS EN LOS BANCO DE PRUEBAS.

En el tablero de prueba, como es un elemento didáctico, donde los alumnos van a realizar pruebas constantemente por lo tanto se corre el riesgo de que se dañen varios elementos, si los alumnos no utilizan adecuadamente el tablero de entrenamiento los posibles fallos son:

- Desconexión de los cables
- Daño del PLC.
- Daño de la fuente.
- Daño de la pantalla HMI.
- Daño de los relevos.
- Falla de los fusibles.
- Daño de los pilotos.
- Falla en los interruptores.
- Daño del breaker.
- Desconexión de los conectores macho.

Se hizo un análisis de los posibles fallos que puede tener estos tableros, para el manual de operación y mantenimiento (Ver anexo 2). En los bancos de entrenamiento se debe estar haciendo mantenimiento preventivo para que estos trabajen normalmente.

6.2. DIAGNOSTICO DE FALLOS DE LAS PLANTAS PILOTOS

En las dos plantas pilotos se acordó hacer un diagnóstico de fallos más profundo que el de los bancos de entrenamiento, debido a que se va a trabajar con estas, un modelo para implementar un programa que detecte efectivamente la causa de la avería, cuando nosotros manipulamos el sistema de cada planta piloto. Pueden existir muchas causas que provoquen una falla en una planta piloto, las más frecuentes son:

- Problemas de operación: Ocurren debido al uso incorrecto por parte de los alumnos que realizan sus prácticas. Un motivo es la falta de conocimiento apropiado del funcionamiento.
- Fallas en la alimentación: Es una de las fallas más usuales, proviene de la fuente de alimentación, en esta parte se manejan corrientes y voltajes de todo el sistema, en este caso se buscó una fuente adecuada, que le suministre la cantidad necesaria a los bancos y plantas pilotos, cuando la fuente de potencia está averiada, el sistema deja de operar por completo.
- Problemas de temporización: Es uno de los problemas más difíciles de diagnosticar se relaciona con la correcta temporización que debe tener las plantas pilotos se debe tener en cuenta parámetros como la frecuencia del reloj, los retrasos de propagación y otras características relacionadas que son de mucha importancia para la adecuada operación.
- Problemas mecánicos: Son todos aquellos que surgen debido a deterioros en componentes de tipo mecánico tales como: Interruptores, conectores, relevos y otros. Estos en sí mismos pueden ser los más frecuentes debido a que están en constante trabajo.

6.2.1. PLANTA PILOTO TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA

Los posibles fallos que se presentan en esta planta piloto, son:

- LAS BOMBAS SUMERGIBLES: Este es un componente con el que se puede manipular el sistema y que el programa debe detectar, cuando una de estas o ambas dejen de funcionar; hay tres posibles causas en que estas fallen, la primera por desconexión de los cables de alimentación o de comunicación, la segunda porque se explican en el manual de funcionamiento y mantenimiento (Anexo 2), y la tercera falla puede ser en el circuito que hace la conmutación por medio del relé.

- SWITCH FLOTADORES DE NIVEL: Estos también son elementos que nos permite maniobrar con el sistema, puede producirse el fallo por dos motivos, desconexión de los cables que van de los switch a los conectores hembra, y la segunda es que el switch quede totalmente abierto o en corto lo cual nos dará una señal incorrecta.
- TIEMPO DE LLENADO TANQUES: Es un factor con el que también se manipulo el sistema para el programa, más como fallo, es como un elemento que nos permitió detectar las fallas anteriores.

Razonamiento.

La lógica que se utilizó al hacer el programa fue así, si el tanque B normalmente dura 2 minutos en llenarse cuando el tanque A le pasa el agua, ósea cada 40 segundos se cierra un switch flotador de nivel el cual manda la señal de que ya el agua está en ese nivel al PLC, el programa toma esa señal y verifica con el tiempo que tiene en su memoria, si pasado los 40 segundos el programa no ha detectado esa señal genera una alarma de fallo, los cuales se pueden dar por dos posibles causas principales, la bomba no funciona o el switch quedo normalmente abierto.

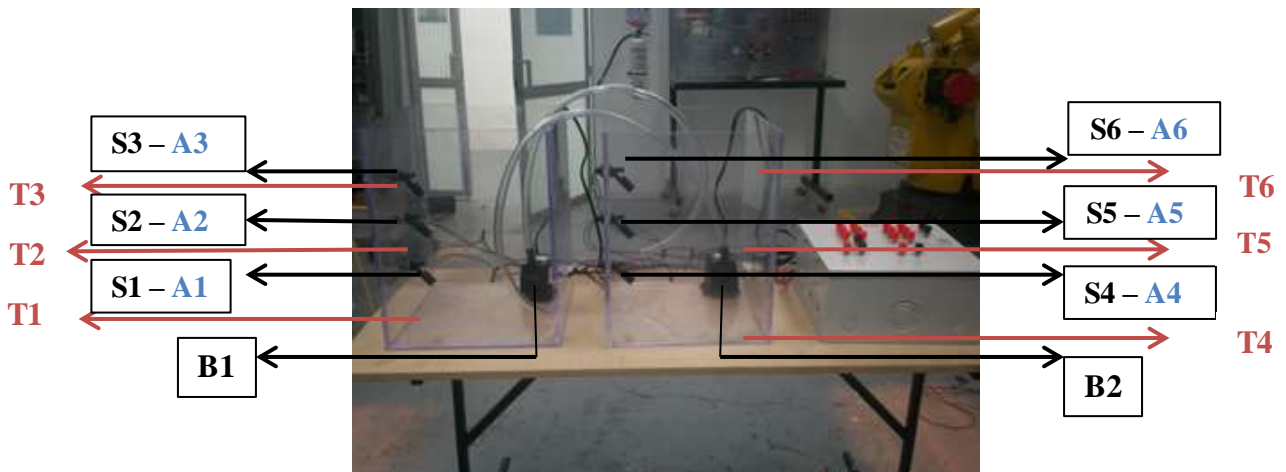


Figura 36. Imagen de los tanques, con las variables para grafset.²⁹

²⁹ Autores. Julieth Paola Lugo G, Pablo Arturo Zarate O.

6.2.2 PLANTA PILOTO ASCENSOR

Los posibles fallos que se presentan en esta planta piloto son:

- **MOTOR:** Este actuador es un elemento principal para la detección de fallos dentro del sistema ascensor, ya que es dispositivo más importante, si este esta desconectado o deja de funcionar la planta piloto queda totalmente parada.
- **SWITCH FINALES DE CARRERA:** Estos elementos también nos permite la maniobrar el sistema, se puede por dos causas principales, desconexión o que se queden o normalmente abierto o normalmente cerrado.

Razonamiento.

La realización del programa es casi similar al anterior debido a que los fallos que se presenta en el ascensor son similares a los tanques de recirculación de agua, aunque los actuadores y pre actuadores son distintos, también se utilizó el tiempo de subida y bajada como factor para detectar los fallos, si la caja transportadora sube en su totalidad en un tiempo de 20 segundos, llega al segundo piso en 10 el cual a su vez cierra los dos finales de carrera, que le mandan la señal al PLC, por lo tanto si el programa no detecta esa señal a los 10 segundos da un aviso de alarma.



Figura 37. Imagen del Ascensor, con las variables para graficet³⁰

³⁰ Autores. Julieth Paola Lugo G, Pablo Arturo Zarate O.

6.3. DIAGRAMAS DE GRAFCET PARA EL DIAGNOSTICO DE FALLOS DE LAS PLANTAS PILOTOS.

Para la detección de fallos de las plantas pilotos nosotros utilizamos las redes Petri como un método de modelación, entre varias redes Petri se escogió el grafcet ya que es un método gráfico y nos permite dar una idea más clara de lo que se quiere modelar, gracias a que es un diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando las entradas, las acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones, igualmente las salidas.

6.3.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL GRAFCET

Para realizar el programa correspondiente a un ciclo de trabajo en lenguaje GRAFCET, se deberán tener en cuenta los siguientes principios básicos:

- Se descompone el proceso en etapas que serán activadas una tras otra.
- A cada etapa se le asocia una o varias acciones que sólo serán efectivas cuando la etapa esté activa.
- Una etapa se activa cuando se cumple la condición de transición.
- El cumplimiento de una condición de transición implica la activación de la etapa siguiente y la desactivación de la etapa precedente.
- Nunca puede haber dos etapas o condiciones consecutivas, siempre deben ir colocadas de forma alterna.

En un GRAFCET podemos encontrarnos con tres tipos de secuencias:

- Lineales
- Con direccionamientos o alternativa
- Simultáneas

De estos tres tipos de secuencias se eligió la lineal para el modelamiento de fallos, debido a que secuencias lineales el ciclo lo componen una sucesión lineal de etapas. A continuación se va a realizar un diagrama de grafcet con cada razonamiento de las plantas piloto.

6.3.2. ALGORITMO DE GRAFCET PARA PLANTAS PILOTOS

6.3.2.1. GRAFCET PARA TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA

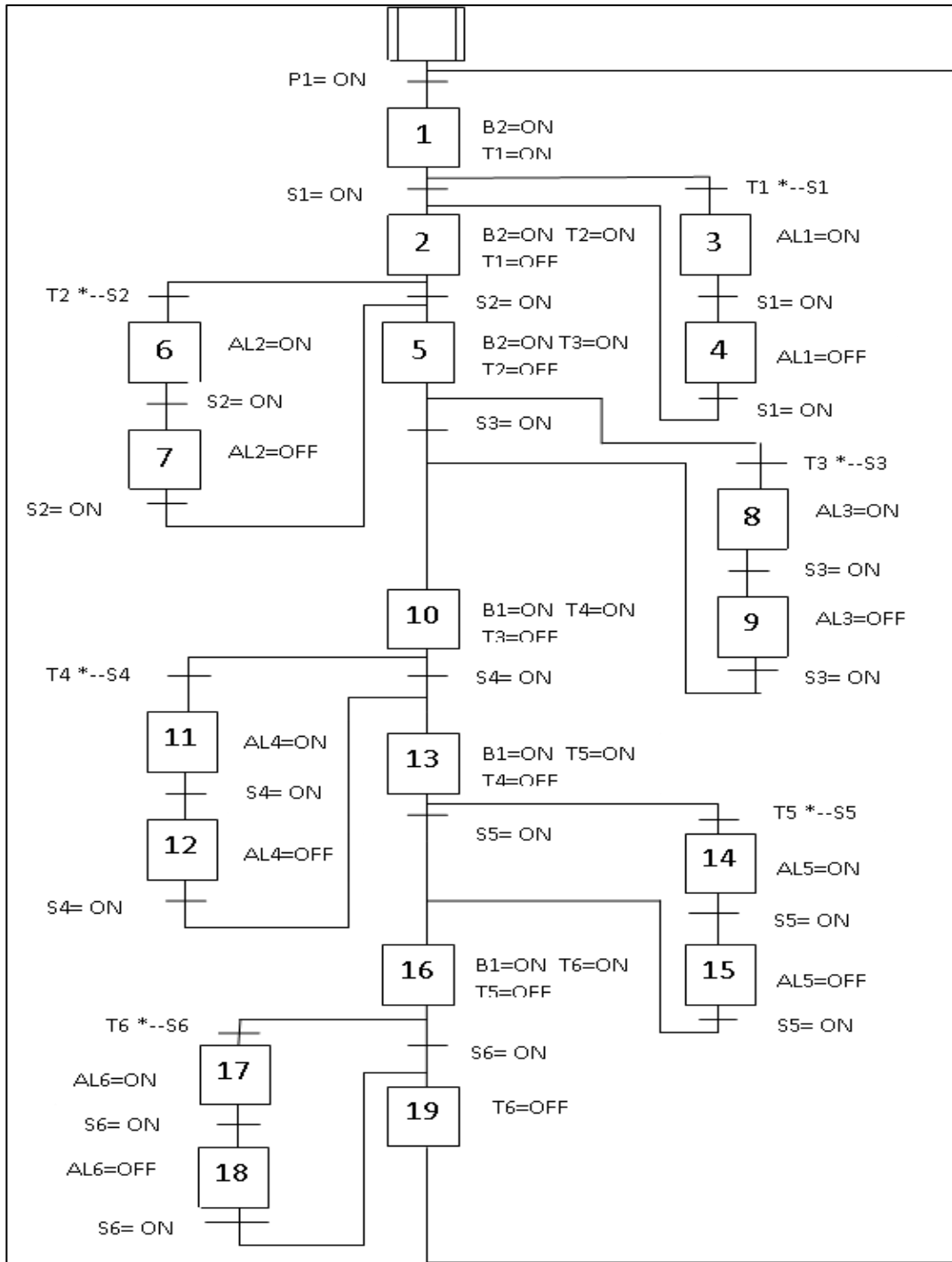


Figura 38. Algoritmo en grafcet para tanques de recirculación de agua.

6.3.2.2. GRAFCET PARA ASCENSOR

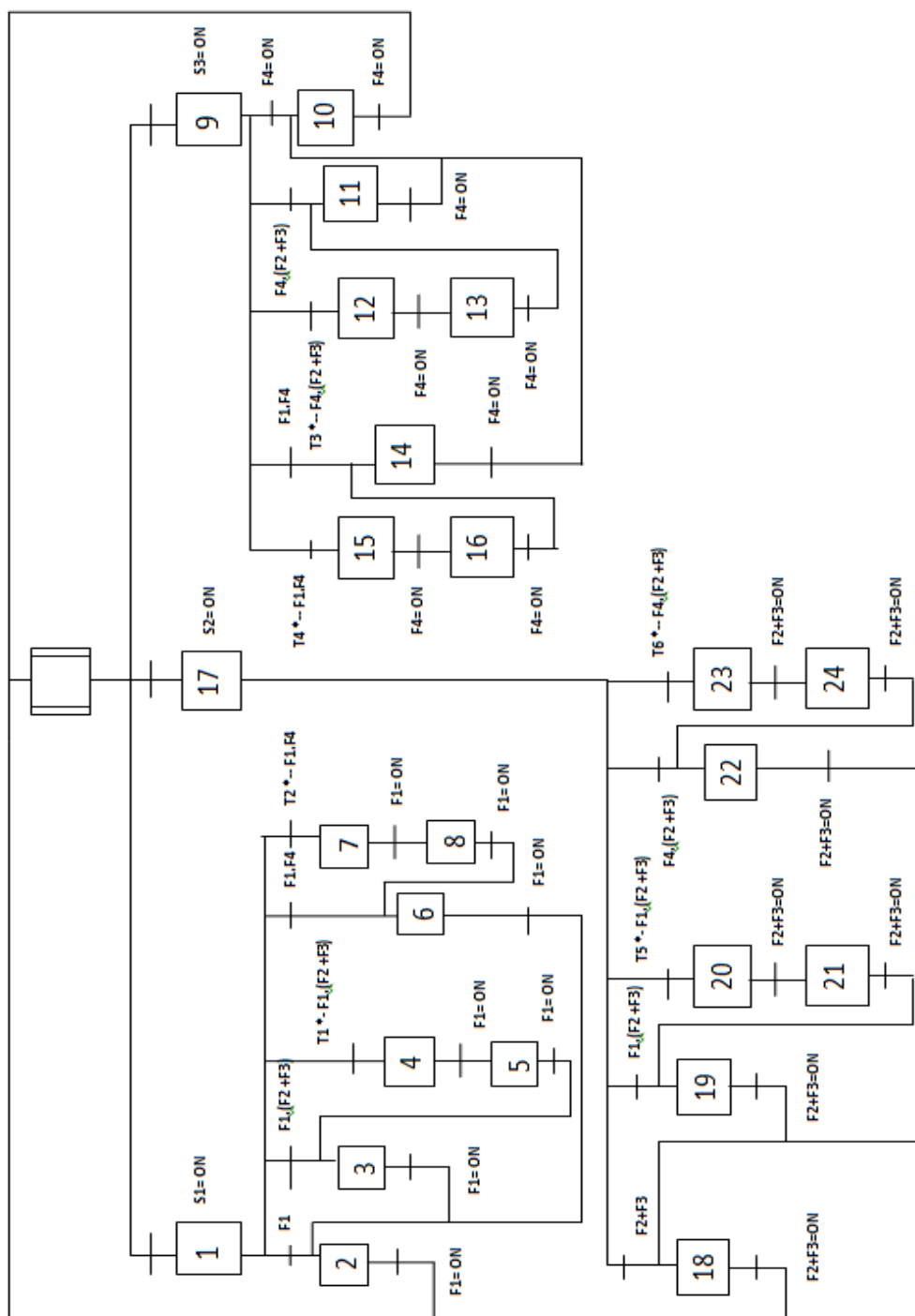
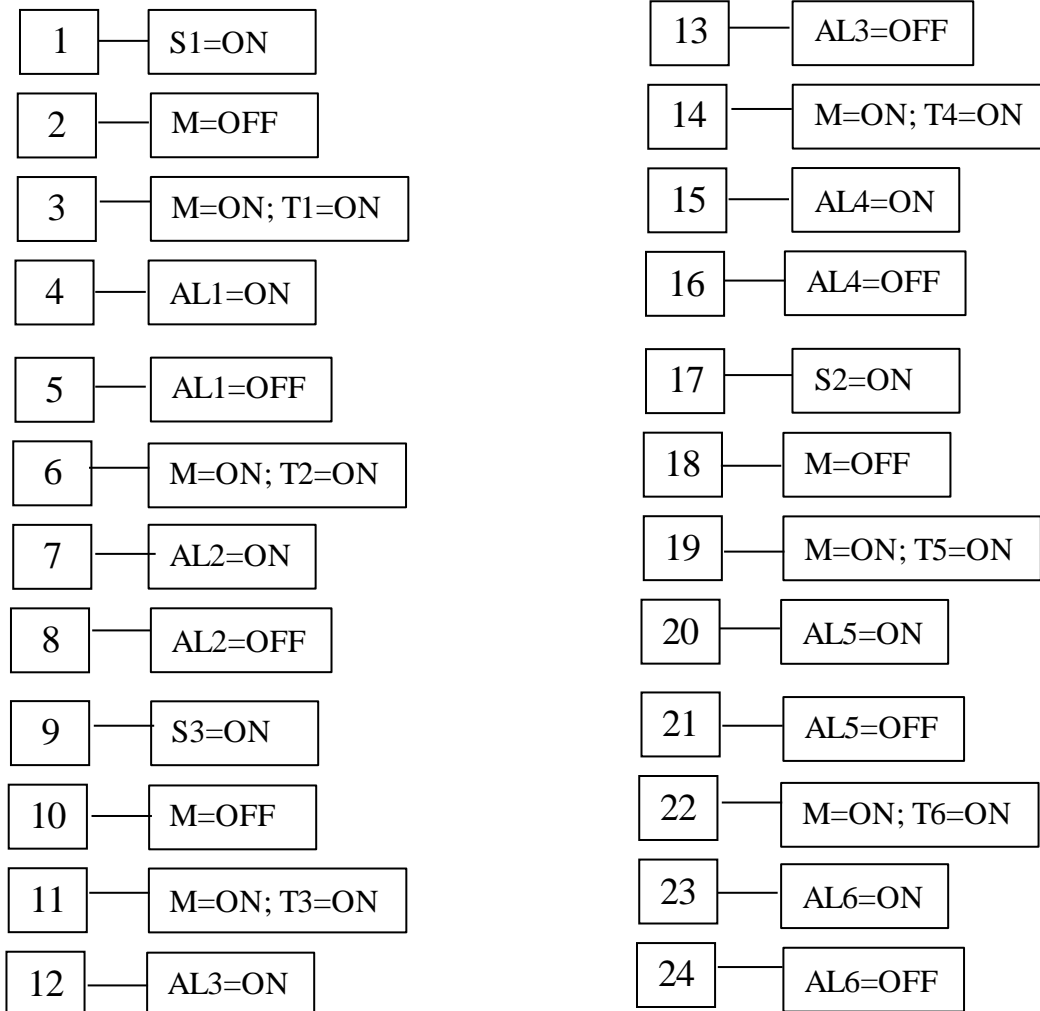


Figura 39. Algoritmo en grafcet para planta piloto Ascensor

Que instrucción tiene o es cada etapa del algoritmo en graficet para planta piloto ascensor.



7. PRESUPUESTO

MATERIALES	RECURSO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Compresor de aire 110VAC 6 bares	Técnico	1	\$ 169.900	\$ 169.900
Bombas sumergibles 110VAC 1/2" salida	Técnico	2	\$ 102.000	\$ 204.000
Microswitch	Técnico	10	\$ 2.500	\$ 22.500
Sensor Final de Carrera	Técnico	3	\$ 14.000	\$ 42.000
Sensores Capacitivos *	Técnico	2	\$ 120.000	\$ 240.000
Switch flotador conexión 3/4"	Técnico	6	\$ 45.000	\$ 270.000
Motor 24 VDC	Técnico	1	\$ 36.000	\$ 36.000
Breakers 6 A montaje en riel DIN (Fase)	Tecnico	6	\$ 12.500	\$ 75.000
Microcontrolador PIC 18f4550	Técnico	2	\$ 15.700	\$ 31.400
Microcontrolador PIC 16F887 o 16f877	Técnico	2	\$ 8.700	\$ 17.400
Baquela universal	Técnico	1	\$ 1.500	\$ 1.500
Pulsador doble	Técnico	6	\$ 9.000	\$ 54.000
Selector de 2 Posiciones	Técnico	11	\$ 6.100	\$ 67.100
Paros De Emergencia	Técnico	6	\$ 7.000	\$ 42.000
Pulsador Normalmente Abierto	Técnico	10	\$ 4.100	\$ 41.000
Pilotos (Azul, Rojo, Verde, Amarillo, Gris) 24 volt	Técnico	36	\$ 3.000	\$ 108.000
base para relés 8 pines	Técnico	10	\$ 2.100	\$ 21.000
Reles de 8 pines (para montar) 24 volt CON BASE	Técnico	10	\$ 7.500	\$ 75.000
Reles de estado sólido, 24 Vdc	Técnico	2	\$ 8.000	\$ 16.000
Fuentes de 24 volt a 5 Amp (Para Montar)* en riel DIN	Técnico	6	\$ 80.200	\$ 481.200
Conectores (Bananas) Hembra Color Negro	Técnico	320	\$ 700	\$ 224.000
Conectores (Bananas) Hembra Color Rojo	Técnico	80	\$ 700	\$ 56.000
Conectores (Bananas) Macho Color Rojo	Técnico	100	\$ 700	\$ 70.000
Conectores (Bananas) Macho Color negro	Técnico	100	\$ 700	\$ 70.000
Tomas 110 volt tipo caja	Técnico	6	\$ 3.000	\$ 18.000
Riel Din (Metros)	Técnico	5	\$ 3.500	\$ 17.500
Cable AWG Calibre 18 AZUL	Técnico	100	\$ 370	\$ 37.000
Cable AWG Calibre 18 NEGRO ROJO	Técnico	300	\$ 370	\$ 111.000
Cable para tomas (mts) (Fase, Neutro, tierra)	Técnico	10	\$ 4.000	\$ 40.000
Clavija Macho 110V	Técnico	12	\$ 1.300	\$15.600
Terminales en Punta	Técnico	3	\$ 7.300	\$ 21.900
Terminales en U	Técnico	4	\$ 5.800	\$ 23.200
Portafusibles Para Riel Din	Técnico	15	\$ 4.500	\$ 67.500

Fusibles de 1Amp	Técnico	25	\$ 1.200	\$ 30.000
Bornera Riel Din	Técnico	32	\$ 1.000	\$ 32.000
Caja eléctrica 30 cm X 30 cm X 15cm (P.P. tanques y ascensor)	Técnico	2	\$ 50.000	\$ 100.000
Tablero eléctrico 40 cm X 40 cm X 30 cm (Embotelladora)	Técnico	1	\$ 55.200	\$ 55.200
Canaleta pasa cable 1/2" (en mts)	Técnico	13	\$ 2.600	\$ 33.800
Cinta Doble Faz 1/2" (rollo)	Técnico	2	\$ 5.200	\$ 10.400
Amarres 15cm (Paquete)	Técnico	4	\$ 800	\$ 3.200
Manguera de 4 mm (mts)	Técnico	10	\$ 1.300	\$ 13.000
Tornillos 3/8*3	Técnico	62	\$ 310	\$ 19.220
Tuercas 3/8	Técnico	62	\$ 42	\$ 2.604
Arandelas 3/8	Técnico	124	\$ 54	\$ 6.696
Tornillos 3/16 largo 2" con tuerca y arandela doble	Técnico	80	\$ 1.600	\$ 128.000
Ruedas 10 cm con freno y tuerca 3/8	Técnico	32	\$ 12.000	\$ 384.000
Valvulas de 3/4	Técnico	2	\$ 16.000	\$ 32.000
Tanques en acrílico 30X30x40 cm	Técnico	2	\$ 96.000	\$ 192.000
Tubo cuadrado 1" mts	Técnico	18	\$ 14.000	\$ 252.000
Niples 3/4	Técnico	6	\$ 700	\$ 4.200
Niples 1/2	Técnico	9	\$ 1.200	\$ 10.800
Tubo cuadrado 3/4	Técnico	36	\$11.000	\$ 396.000
Metros cuadrados de malla metálica	Técnico	10	\$ 7.000	\$ 70.000
Tubo PVC 3/4	Técnico	1	\$ 3.200	\$ 3.200
Perfil angular faltante 1"	Técnico	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Perfil cuadrado 12 mm, calibre 18 estructura ascensor (Tiro de 6 m)	Técnico	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Lamina de aluminio 1,2 mt X 0,9 mt de 3mm de grosor	Técnico	4	\$ 61.000	\$244.000
Lamina de aluminio 1,2 mt X 0,8 mt de 3mm de grosor	Técnico	1	\$ 61.000	\$ 61.000
Láminas quintuplex (Una para los soportes de las 3 plantas pilotos)	Técnico	1	\$ 90.000	\$ 90.000
OTROS				
Accesorias	Humanos	2	\$ 490.000	\$ 980.000
Mano de obra (horas)	Humanos	672	\$ 22.800	\$ 15.321.600
elementos electronicos	Técnico	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Papeleria	Técnico	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Otros (transporte, comidas)	Técnico	2	\$ 600.000	\$ 1.200.000
		GRAN TOTAL	\$	22.634.620

8. CONCLUSIONES

- 1) Para el diseño y posterior implementación se buscó aprovechar al máximo los elementos ya disponibles en los laboratorios de Ingeniería mecánica y electrónica, este proyecto nos motivó realizarlo, ya que se aplicó lo aprendido durante la carrera además se fortaleció y se aprendió más conocimientos, se ejecutó de forma eficiente, cuidando y analizando cada detalle.
- 2) El diagnóstico de fallos es necesario en cualquier procedimiento automatizado para aumentar el grado de confiabilidad y disponibilidad del proceso.
- 3) El trabajo realizado demuestra la ventaja del trabajo interdisciplinario de los proyectos de investigación, donde desde las disciplinas de Mecánica, electrónica y mecatrónica se pueden desarrollar proyectos completos.
- 4) Los bancos de prueba cumplen con todos los requisitos de seguridad en la instalación de elementos eléctricos.
- 5) El tablero de entrenamiento del banco es de fácil manejo para realizar prácticas de automatización industrial.
- 6) El diseño, la implementación y la posterior verificación de los bancos de prueba como de las plantas pilotos fueron realizados teniendo como base a la preparación académica a través del pregrado.
- 7) Con la construcción de los bancos de prueba y las plantas pilotos, además de complementar los laboratorios de automatización industrial, le da la posibilidad a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos y llevarlos a la práctica de una forma dinámica.
- 8) Las pruebas realizadas los bancos de prueba dieron un resultado positivo, en cuanto a la facilidad en las conexiones posteriores, facilidad en el desplazamiento y funcionamiento normal de todos los elementos eléctricos y compatibilidad con las plantas pilotos.
- 9) La programación del PLC usado es sencilla y permite enfocarse en la lógica del programa. Si bien es cierto el uso de señales analógicas incrementa las aplicaciones de los del PLC's

- 10) En sistemas que involucran acciones de control más complejas, se debe tener en cuenta los tiempos de conversión y toma de los datos ya que se podrían tener lecturas incorrectas lo que implica acciones de control no deseadas.
- 11) Una vez que el GRACET ha sido elaborado, el mismo necesita ser implementado en lógica ladder.

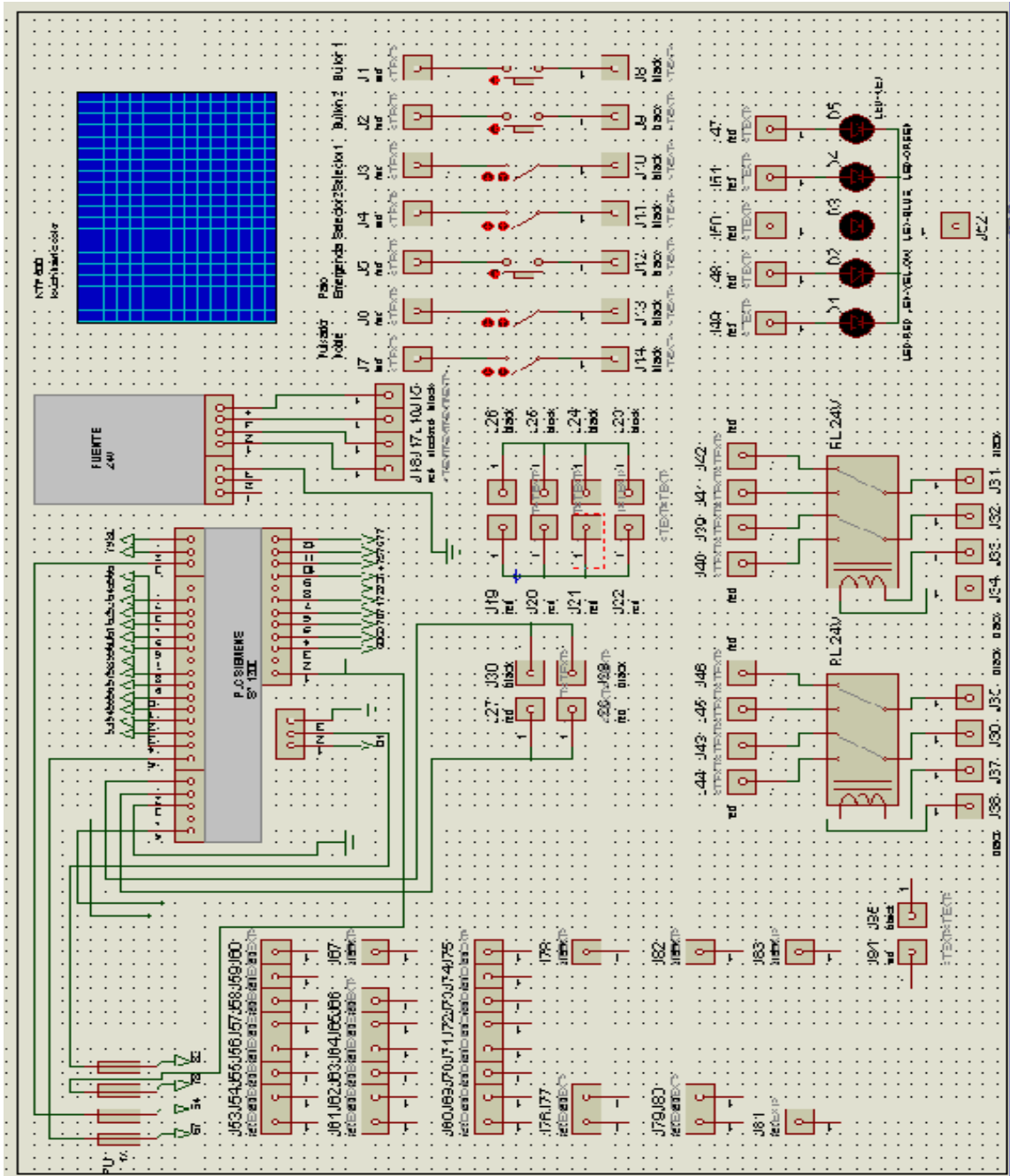
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- P.H.H A Simon – I Schuster Company, Electrónica Industrial Moderna, tercera edición.
- Distefano Stubberud William, Retroalimentación y sistemas de control, segunda edición.
http://es.wikiPedia.org/wiki/Power_Line_Communications
<http://es.pcnetworkbible.com/articulos/hardware/325-redes-domesticas-wifi-yPLC>
- <http://es.pcnetworkbible.com/articulos/hardware/325-redes-domesticas-wifi-y-PLC>
- <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Pages/S7200.aspx>
- Wiley interscience, design and development of medical electronic instrumentation, David Prutchi, Michael Norris, 2005.
- Luis Mariño Pérez, José Ángel Laredo García, Iniciación a las comunicaciones PC-PLC, 2001
- Joan Domingo Peña, Introducción a los autómatas programables – 2003
- Enrique Mandado Pérez, Jorge Marcos Acevedo, Celso Fernández Silva, Autómatas programables y sistemas de automatización – 2009.
- <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6448/02AM02de09.pdf?sequence=2>

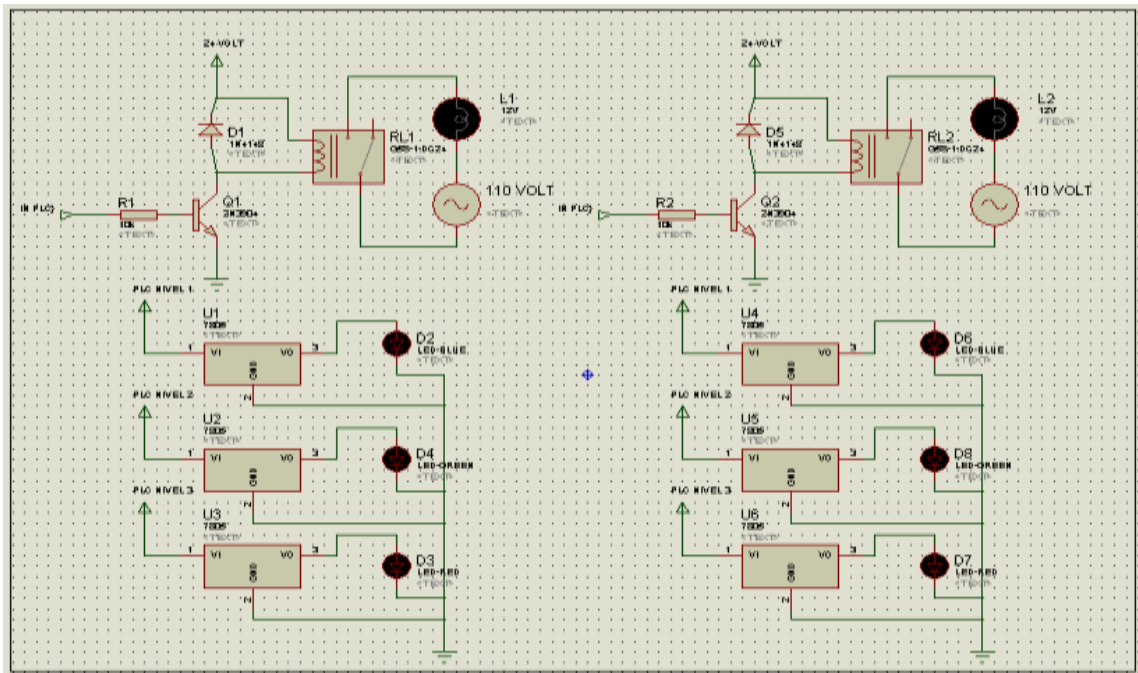
ANEXOS

ANEXO 1. PLANOS ELECTRICOS Y MECANICOS DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

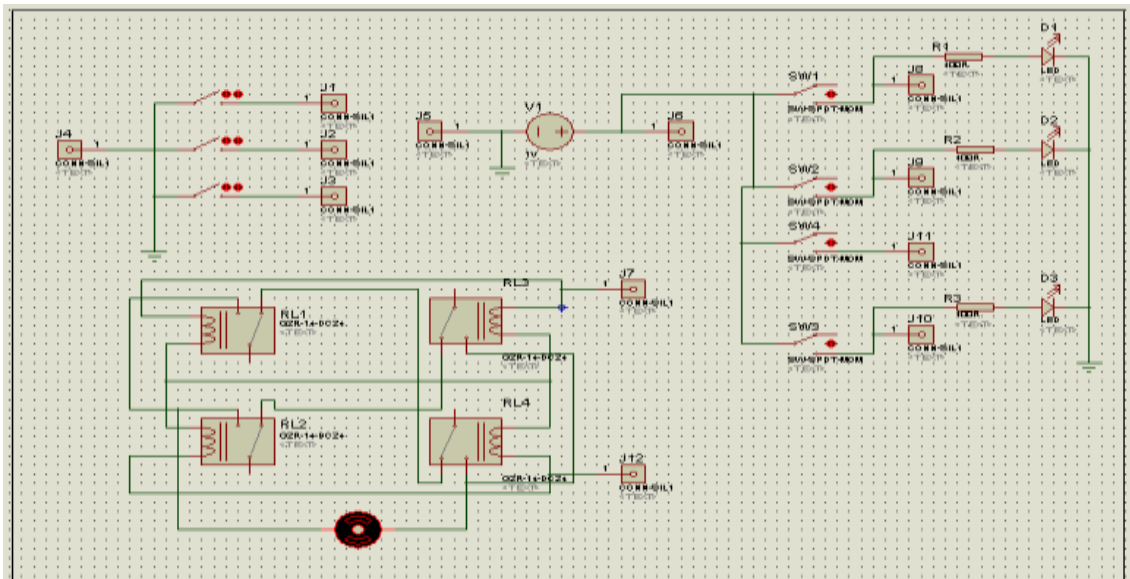
1.1. PLANO ELÉCTRICO DE BANCOS DE TRABAJO.



1.2. PLANO ELÉCTRICO DE PLANTA PILOTO DE TANQUES DE RECIRCULACIÓN DE AGUA.

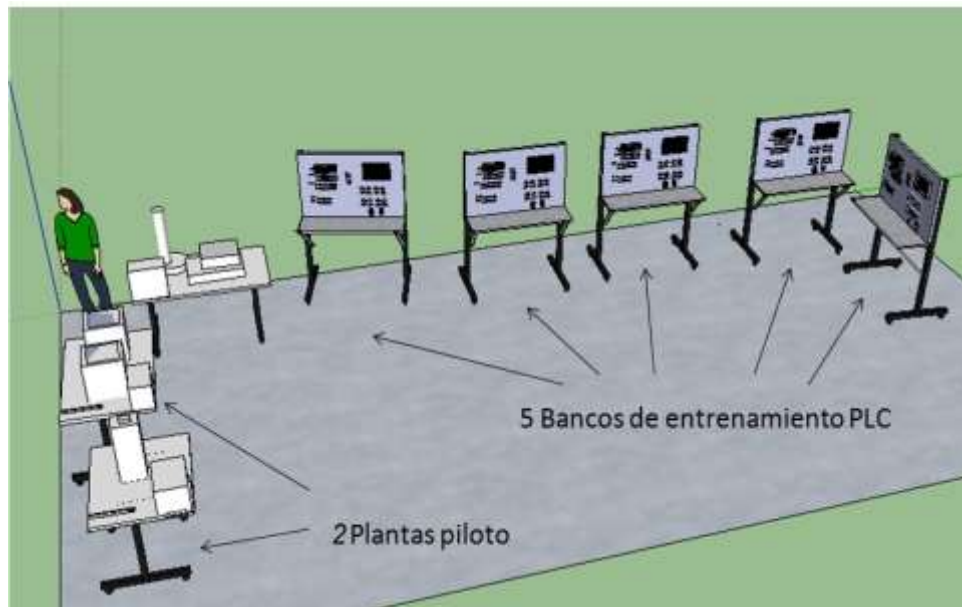


1.3. PLANO ELÉCTRICO DE PLANTA PILOTO ASCENSOR.



ANEXO 2. MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.

**MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL
LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL**



**JULIETH PAOLA LUGO GUTIERREZ
PABLO ARTURO ZARATE ORDOÑEZ**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
INGENIERIA ELECTRONICA
BOGOTA, COLOMBIA
2013**

INTRODUCCION

En esta guía se pretende dar a conocer el debido funcionamiento y mantenimiento que se debe tener al momento de utilizar el laboratorio de automatización industrial, de las medidas preventivas que se deben tener en cuenta, los procedimientos más acertados al momento de trabajar en los bancos de prueba u entrenamiento junto a las plantas pilotos, igualmente dar una ilustración en el mantenimiento que se debe hacer para que este laboratorio funcione de una manera adecuada.

Este manual de uso y mantenimiento tiene el objetivo de informar al USUARIO sobre todas las características operativas que debe conocer sobre el laboratorio de automatización industrial tanto en su parte electrónica como mecánica.

PRECAUCIONES

Al momento de hacer el diseño y montaje del laboratorio, se tomaron en cuenta varias normas de instalación tanto del retiro como de las hojas técnicas de algunos componentes como del PLC SIEMENS S71200 y la pantalla SIMATIC HMI BASIC KTP600 color, por lo tanto no presenta condiciones inseguras para los alumnos y profesores, si se tienen en cuenta las recomendaciones que daremos a conocer posteriormente en este manual.

Primero daremos a conocer las señales de peligro y advertencia que se pueden ver en este manual.



PRECAUCION



PELIGRO



IMPORTANTE

NORMAS DE SEGURIDAD



Antes de proceder del uso de los módulos didácticos, los banco de pruebas y las plantas pilotos, es necesario leer detenidamente las normas de seguridad generales para el laboratorio de automatización que se darán a continuación.

ADVERTENCIA

- El uso de los módulos didácticos del laboratorio tienen que ser manejados cuando se encuentre el profesor, no utilizarse sin presencia del docente ya que una manipulación errónea puede afectar los equipos del laboratorio.
- Solo utilizar los módulos didácticos sólo tras haber leído y entendido, este manual por completo.
Sugerencia: Tener una clase dedicada a la lectura y comprensión de este manual.
- Antes de comenzar con las pruebas o la elaboración de las guías de clase, cerciorarse que los conectores del tablero no estén en continuidad.
- Comprobar que el desarrollo de la guía que usted implementa este correcto y no produzca un corto antes de encender los módulos didácticos.

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

En esta parte vamos a dar a conocer el respectivo funcionamiento de los módulos didácticos del laboratorio de automatización.



BANCO DE TRABAJO.

El banco de trabajo o de entrenamiento, como su nombre lo indica es un tablero donde los alumnos pueden hacer sus prácticas en lógica cableada y así mismo consolidar sus conocimientos en los lenguajes de programación para el PLC, para la configuración de la pantalla HMI, y reforzar todo lo aprendido en potencia, electrónica, circuitos y diseños aplicándolo al área de automatización industrial.

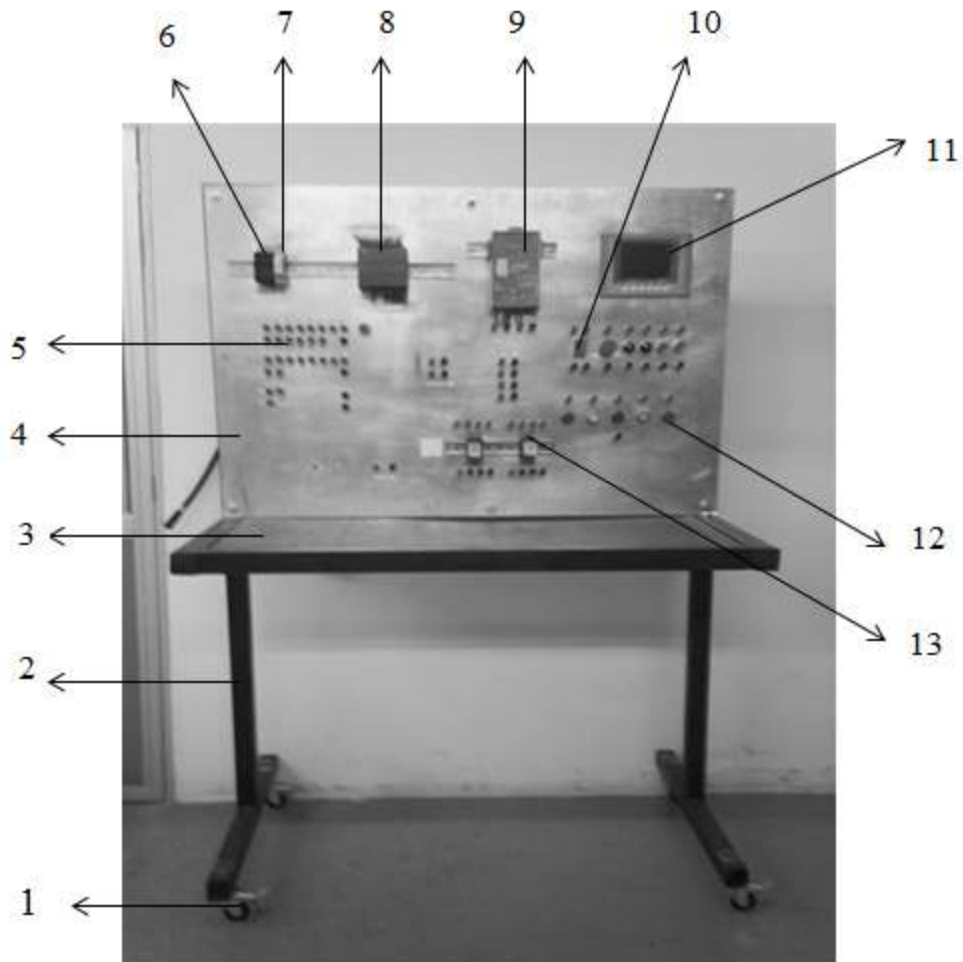
FUNCIONES: Con el tablero de pruebas se puede ejecutar las siguientes tareas:

1. Controlar una planta piloto por medio del PLC.
2. Realizar prácticas en lógica cableada.

INSTRUCCIONES: Estas son indicaciones básicas que usted debe hacer a la hora de trabajar con los bancos.

1. Conectar el banco de trabajo a una toma de voltaje de 110V.
2. Conecte el banco de trabajo, según se lo indique el profesor o su guía de prácticas.
3. Encender el banco de trabajo, con el breaker.
4. Empiece sus prácticas.

Partes y componentes que hacen parte del banco de trabajo



1. **Ruedas con freno:** Estas ruedas permiten dar movilidad a los bancos.
2. **Banco de Prueba:** Estructura metálica, soporte del tablero eléctrico.
3. **Bandeja:** En esta se coloca los elementos que podemos utilizar en el laboratorio.
4. **Tablero:** donde van colocados los componentes eléctricos PLC, pantalla y fuente.

5. **Conectores Hembra:** Son los encargados de conectar los componentes entre sí o a las plantas pilotos, por medio de conectores macho.
6. **Fusibles:** Estos elementos de protección, van conectados a los comunes del PLC.
7. **Breaker:** Elemento de protección para el tablero del banco de pruebas, cuando hay un corto este se cerrara, quitando la alimentación del tablero.
8. **PLC S7-1200 de SIEMENS:** Componente de control en el tablero.
9. **Fuente de 24 V:** Es la encargada de alimentar el tablero.
10. **Bloque de interruptores:** Elementos didácticos para la elaboración de guías, se compone de un switch doble on/off, una parada de emergencia, dos interruptores y dos pulsadores.
11. **Pantalla HMI Basic KTP 600 color:** pantalla HMI, nos permite interactuar o visualizar los programas del PLC.
12. **Bloque de pilotos:** Elementos de visualización, son cinco dos rojos uno amarillo, uno verde y uno azul.
13. **Relés:** Elementos para las prácticas, con ellos se pueden conmutar.

RECOMENDACIONES PARA LOS BANCOS DE TABLERO:



- No junte las puntas de los conectores, cuando estén alimentadas, podría realizarse un corto.
- Antes de empezar las prácticas de laboratorio, verifique que los conectores hembra no estén sin ajustar, se desajustan debido al movimiento de los bancos.
- No desconectar los cables en la parte de atrás del tablero, se pueden afectar el funcionamiento de este.

PLANTAS PILOTOS



Una planta piloto es un modelo a escala de un proceso el cual puede tener fines de enseñanza y orientarlos a la identificación de procesos de instrumentación, de elementos de control, diseño entre otros, debido a ello las plantas piloto resultan un acercamiento a resultados en datos de la ejecución del proceso.

ASCENSOR

Esta planta es una aplicación simplificada de operación de un ascensor real con fines de enseñanza por ello se tomaron los componentes mecánicos que configuran un ascensor elementalmente,

Los componentes dimensionados y/o seleccionados son los siguientes:

- Cabina del ascensor.
- Bastidor de contrapeso.
- Guías de cabina y de contrapeso.
- Componentes del sistema símil de suspensión.
- Motor eléctrico de tracción o elevación.

Está delimitado a 3 niveles con un recorrido guiado y con la identificación de su posición en 3 puntos sobre sus guías en la estructura a través de microswitches ubicados; cuenta con un sistema de suspensión símil de múltiples poleas tipo diferencial formado por una polea de tracción, poleas y cableado que sostiene y transmite el movimiento a cabina y contrapeso todo esto ajeno a cargas previstas, características del recinto (cabina) en cuanto a espacio disponible y distribución por personas a transportar como sería lo indicado en una aplicación real pero que se tuvo en cuenta y es cercana y suficiente a un propósito de aprendizaje, así pues su cableado se realiza por adherencia sustituyendo un cableado metálico por uno de material en caucho debido a la necesidad de darle la condición indicada necesaria a la tracción que efectuara el grupo motor y polea tractora además de utilizar los elementos comercialmente disponibles.

Su motor tiene la capacidad de suministrar una velocidad angular de 163 rpm para un recorrido de 81.79cm , luego se planteó una velocidad lineal de transporte cercana a 10cm/s debido a ello se implemente una reducción por poleas de 1:5 obteniendo una velocidad final de 8.179 cm/s y realizando el recorrido en 8.1 segundos.

Esta va conectada por medio de la caja eléctrica al banco de trabajo; el funcionamiento básico de esta planta es controlar la cabina dependiendo de la ubicación que se quiere tener, por medio del botón que se presione, esta solo va en dos direcciones, hacia arriba o hacia abajo. Se pueden generar rutinas más complejas las cuales funciona dependiendo del programa en el PLC.

FUNCIONES: Con la planta piloto ascensores, se puede hacer la siguientes funciones.

1. Simular un ascensor real.
2. Controlar el piso que se quiere desde el PLC. (Motor)

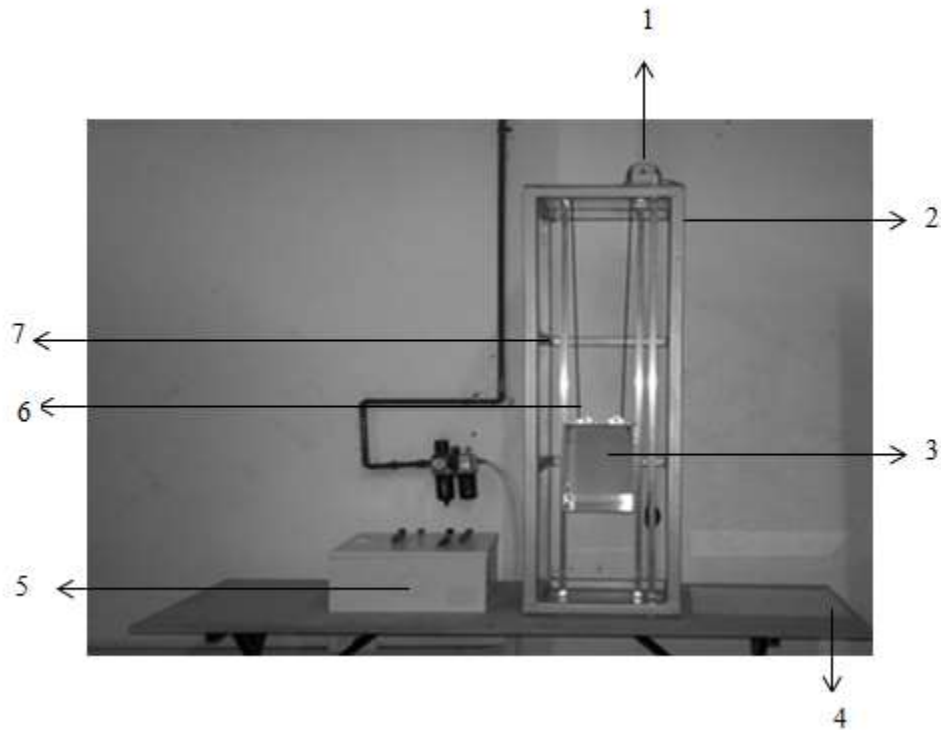
INSTRUCCIONES: Indicaciones básicas para el uso de la planta piloto ascensor.

- Conectar el banco de trabajo a una toma de voltaje de 110V.
- Conectar el ascensor al banco de prueba, según se lo indique el profesor o su guía de prácticas.
- Encender el banco de trabajo, con el breaker.
- Empiece sus prácticas.

RECOMENDACIONES PARA LA PLANTA PILOTO ASCENSOR

- Tener presente las conexiones entre la caja y el tablero.
- No abrir la caja eléctrica donde se encuentra los circuitos, pueden afectar su funcionamiento al desconectar algún cable.

Partes y componentes que hacen parte de la planta piloto Ascensor.



- 1. Motor:** Es el actuador de esta planta piloto, es el que vamos a controlar desde el PLC.
- 2. Estructura:** Es la estructura del ascensor, su parte mecánica.
- 3. Cabina del ascensor:** Es lo visible del control del ascensor, con ella se sabe si se mueve o no el motor.
- 4. Mesa:** Soporte de la estructura del ascensor.
- 5. Caja Eléctrica:** Es la caja de control del ascensor, en donde están el circuito puente h y los conectores que van hacia el tablero del banco de pruebas.
- 6. Poleas:** Estas poleas permiten el movimiento de la caja hacia arriba y abajo
- 7. Switch Finales de Carrera:** Estos interruptores, nos envían la información del piso donde se localiza la caja.

TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA



La planta piloto de recirculación de agua, que tiene como función la circulación de agua entre dos tanque por medio de una bomba sumergible para cada una que transporta el agua, hacia donde el usuario y en este caso los alumnos quieren, todo controlado desde el PLC del banco de entrenamiento.

Cada tanque tiene un tamaño de 30X30x40 cm, con capacidad de 36 litros, contiene tres switch flotadores de nivel, que como su nombre lo indica, es un interruptor que cierra el circuito, mandándole una señal al PLC que le indica en qué nivel está el agua, son tres niveles bajo, medio y alto; igualmente cuenta con tres led's que nos indica visualmente en qué nivel se encuentra el agua, estos también son encendidos desde el banco de pruebas por medio de la caja eléctrica.

FUNCIONES: Con la planta piloto tanques de recirculación de agua, se puede hacer la siguientes funciones.

1. Pasar el agua de un tanque a otro por medio de las bombas sumergibles.

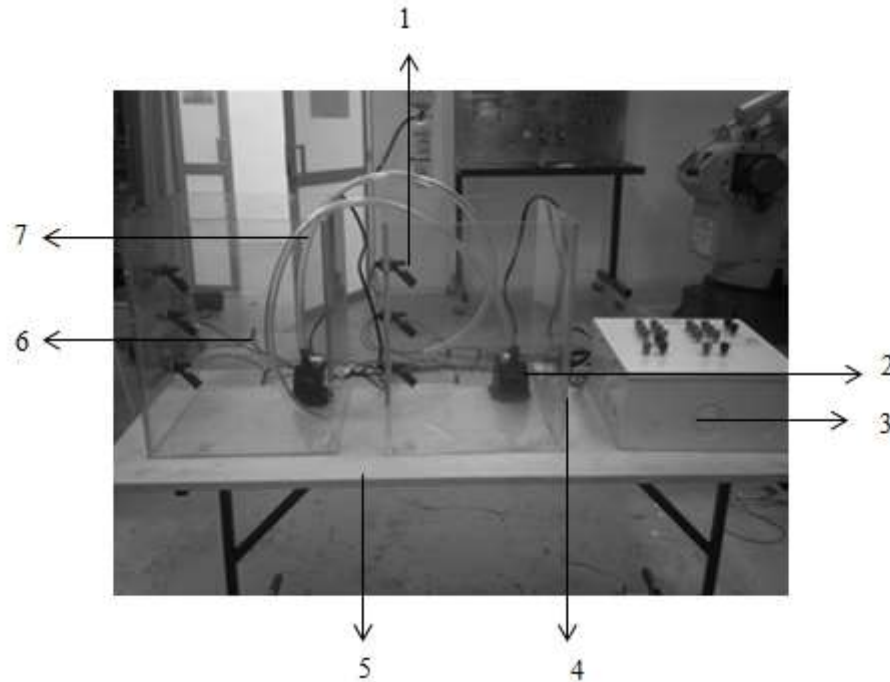
INSTRUCCIONES

- Conectar el banco de trabajo a una toma de voltaje de 110V.
- Conectar los tanques de recirculación de agua al banco de prueba, según se lo indique el profesor o su guía de prácticas.
- Encender el banco de trabajo, con el breaker.
- Empiece sus prácticas.

RECOMENDACIONES PARA LA PLANTA PILOTO ASCENSOR

- Tener presente las conexiones entre la caja y el tablero.
- No abrir la caja eléctrica donde se encuentra los circuitos, pueden afectar su funcionamiento al desconectar algún cable.
- Como es una planta con líquido evitar mojar la caja eléctrica.

Partes y componentes que hacen parte de la planta tanques de recirculación de agua.



- 1. Switch Flotador de Nivel:** Este switch a medida que el agua llega a su posición sube se cierra e indica el nivel, en que se encuentra.
- 2. Bombas:** Tiene como función succionar el agua genera la fuerza suficiente para pasar el agua hacia el otro tanque.
- 3. Caja Eléctrica:** Es la caja de conexión hacia el tablero, dentro de esta caja se encuentra los circuitos de conmutación entre AC y DC que maneja la planta, y el circuito de alimentación de los led's.
- 4. Led's indicadores:** se encienden cuando el agua llega a un switch flotador, es un color para cada nivel, e indican que el agua está allí, son opcionales.
- 5. Mesa:** Soporte de la estructura los tanques de recirculación de agua.
- 6. Tanques:** Es donde almacenamos el agua.
- 7. Mangueras:** Permiten el transporte del agua de un tanque a otro.



PRECAUCIONES PARA LOS BANCOS DE TRABAJO Y PLANTAS PILOTOS

- Mantenga limpio el sitio de trabajo.
- No comer ni beber en el Laboratorio.
- No usar en el cuerpo piezas de metal, como cadenas, relojes, anillos, etc. ya que podrían ocasionar un corto circuito.
- No trabaje en el laboratorio, cuando tenga las ropas o las manos húmedas.
- Para evitar daños o posibles riesgos de incendios, tener alejadas las partes eléctricas del agua.
- Conozca la ubicación del extinguidor de incendios y manta no inflamable más cercanos a su sitio de trabajo
- Verifique que el banco de trabajo como las plantas pilotos estén desconectadas del suministro eléctrico antes de moverlas.
- No poner elementos pesados encima de las plantas pilotos, pueden afectar su funcionamiento.
- Procurar el orden en todo momento al realizar una práctica; y abandonar el taller una vez que se haya terminado la práctica.
- Guardar los instrumentos, dispositivos, tarjetas y accesorios en general al momento de terminar la práctica.
- No conecte la alimentación AC en las salidas y entradas del PLC, igualmente a la alimentación DC.

- Nunca ponga un fusible en un tablero de distribución sin antes cortar la corriente y verificar el origen del desperfecto.
- Recoger el cabello para las alumnas y los jóvenes con cabello largo.
- No es permitido que un estudiante cierre un circuito, antes que no revise bien toda la instalación o montaje.
- Para evitar averías en las bombas sumergibles de los tanques, mantener el agua limpia y fuera de elementos que las bloquen.
- Después de cada práctica no dejar agua dentro de los tanques desocuparlos en el balde del laboratorio.
- Tapar el balde del laboratorio para mantener el agua limpia y nos pueda servir después, hay que ahorrar agua.
- Tapar los tanques de agua de la planta piloto para que no le entre polvo.
- Tras abrir la caja eléctrica quedan accesibles determinadas piezas que pueden llevar tensión peligrosa si se entra en contacto con ellas. Antes de abrir la, desconéctela de la corriente eléctrica.
- La radiación de alta frecuencia, p. ej., de teléfonos móviles, puede ocasionar situaciones no deseadas durante el funcionamiento del equipo en especial EN LA PANTALLA HMI.

MANTENIMIENTO PARA LOS MODULOS DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

- Realizar por lo menos cada seis meses una inspección de los contactos de los componente instalados en el banco, cableado utilizando el multímetro en continuidad esto con el fin de asegurarse que no se encuentren en contacto y se puedan generar un corto a la hora de trabajar en el banco.
- Mantener el área de trabajo del banco limpia y libre de polvo, con el fin de prolongar la vida útil de los elementos instalados del mismo.
- Cuando se funda un fusible, al remplazarlo, el nuevo debe ser del mismo tipo y tener los mismos valores límites de voltaje y corriente que el que se retira.
- Verificar el cableado de los bancos de prueba como de las plantas piloto.
- Comprobar los conectores banana, cada ocho días.
- Lavar los tanques cada seis meses solo con agua, no es necesario desconectar los elementos de la planta piloto.

ANEXO 3. ARTICULO DEL MONTAJE DE LOS MODULOS DIDACTICOS.

DISEÑO Y MONTAJE DE BANCOS DE PRUEBA Y PLANTAS PILOTOS PARA LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Vásquez John William, Lugo Julieth Paola, Zarate Pablo Arturo, Briceño Jhon Jairo
Escuela Colombiana De Carreras Industriales – ECCI
Bogotá, Colombia

Jw.vasquez10@uniandes.edu.co
juliepaodr48@hotmail.com
pabloa.zarate@hotmail.com
jjbr910@hotmail.com

Resumen— El presente artículo presenta el diseño y montaje de un laboratorio de automatización industrial para la Escuela Colombiana De Carreras Industriales ECCI que tendrá bancos de prueba que servirán como tableros de entrenamiento para el aprendizaje del área de automatización, así como tres plantas pilotos que simularan procesos industrial que ayudaran a los alumnos practicar y aprender de una maneja más didáctica la materia y prepararse para la vida laboral. Así como la realización de pruebas para el análisis del diagnóstico de fallos en sistemas operativos basados en secuencias operacionales.

Palabras claves – Bancos de Prueba, Planta Piloto, Automatización, diagnóstico, fallos

Abstract--- This article presents the design and Assembly of a laboratory of industrial automation for Escuela Colombiana De Carreras Industriales ECCI which will test benches that serve as boards of training to learn the automation area, will also have plants pilots that simulate an industrial process that would help students practice and learn from one handles more didactic material and prepare for working life. And testing for the analysis of fault diagnosis on operating systems based operational sequences.

Keywords – Test Benches, Pilot Plants, Automation , fault diagnostic

I. INTRODUCCIÓN

La idea de realizar principalmente un laboratorio de automatización industrial y control en la Escuela Colombiana De Carreras –industriales ECCI surgió básicamente en reconocer las falencias que los alumnos de Ingeniería electrónica, Ingeniería mecánica y la Especialización de Automatización Industrial

Tienen al enfrentarse a la vida laboral, este proyecto básicamente consta de un laboratorio de entrenamiento donde hay bancos de prueba y tres

Plantas pilotos las cuales en este artículo se explicara el procedimiento que se tuvo en cuenta para el diseño y construcción de estos.

El proceso de aprendizaje en el área de automatización con actividades prácticas proporciona la oportunidad a estudiantes para obtener conocimientos firmes en el montaje y mando de elementos de instrumentación, neumáticos, hidráulicos en fin, el alumno logra una formación completa del área de automatización y control.

Así como dentro de los diferentes estudios realizados para la realización de diagnóstico de fallos, se trabaja en simulaciones y herramientas informáticas. Para este caso, en el análisis de los sistemas de Eventos Discretos DES se contará con

la infraestructura necesaria que permita realizar y validar modelos de diagnóstico pudiendo provocar el fallo y verificar que el sistema de acuerdo a su configuración detecte efectivamente la causa de la avería.

II. IMPORTANCIA DE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

La necesidad de elevar la producción, las ganancias y mejorar la calidad del producto final como la seguridad de los empleados hicieron que la automatización industrial fuera la mejor opción para las empresas, la automatización es un sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas peligrosas para los seres humanos, la automatización ofrece dar al sistema la destreza de llevar a cabo una actividad por sí mismo, para el desarrollo y la programación que tiene cada sistema automático se exige tener profesionales capacitados en el manejo de dispositivos de control, instrumentación, potencia y neumática, la enseñanza de la automatización industrial es primordial para el crecimiento de la industria y por lo tanto de un país.

El adiestramiento en la automatización industrial no solo se lleva a cabo con conocimientos teóricos también estos se deben fortalecer con la práctica, que no solo se debe esperar al momento de comenzar una vida laboral, sino que se debe estar entrenando en un lugar donde se pueda errar y aprender de la experiencia sin la presión de que se pueda equivocar y poder perder su empleo, esta clase de aprendizaje ayuda a afianzar los conocimientos de una manera didáctica lo cual termina siendo un buen método de estudio.

A. *la importancia de la enseñanza de la automatización.*

A medida que aumenta los procesos de elaboración, y cada vez se quiere que el tiempo de producción sea cada vez menor para aumentar las ganancias, las empresas buscan ingenieros capaces, que tengan gran conocimiento en el área de la automatización y control industrial, se requiere personal capacitado de enfrentar cualquier inconveniente en el sistema, y solucionarlo de una manera eficiente, en un tiempo mínimo.

La automatización desempeña hoy en día un papel importante en cualquier campo de la industria,

razón por la que ha pasado a ser un tema fundamental en la formación profesional.

Con la construcción de estos bancos y plantas pilotos se buscan aprender de una manera didáctica y a fortalecer todos los conocimientos teóricos, el hecho de que sea unos tableros didácticos deja en los alumnos una forma de aprender más simple, ya que interactúan con los elementos aumentando su entendimiento. Este es el modelo que se quiso establecer en la ECCEI.

Aprender haciéndolo y orientación al proceso son dos principios clave para conseguir con éxito hasta los más detallados objetivos didácticos para la enseñanza de la automatización industrial, **aprender haciendo** los alumnos miran conectan simulan y diseñan y visualiza en un solo entorno, **orientación al proceso** con la ayuda de un profesor y guías de laboratorio ellos adquieren conocimientos teóricos como prácticos.

Este modelo ha sido llevado por universidades de todo el mundo que tienen un gran modelo de educación. El modelo de enseñanza tiene como objetivo crear un entorno donde los alumnos se hagan posibles preguntas como si ya estuvieran enfrentándose a la vida laboral, ¿QUE TENGO QUE HACER?, ¿COMO LO VOY A HACER?, ¿QUE HERRAMIENTAS TENGO? Afianzando su manera de proceder y aumentando su capacidad de diseño.

Como menciona Torres y Redondo (2006), *cuando un estudiante es provisto con medios para experimentar y aplicar la teoría al mundo real, no sólo mejora el entendimiento de los conceptos teóricos, sino también le da confianza para enfrentar situaciones complejas.*

Como resultado, sólo se logró aumentar el interés y motivación de los estudiantes hacia el curso, igualmente que adquirieran conocimientos acerca de la estructura básica, modo de funcionamiento y aplicación de sistemas en la ingeniería de procesos.



III. CARACTERÍSTICAS PARA EL MONTAJE DEL LABORATORIO

Para la realización de este proyecto se tuvieron que hacer una planificación para que el diseño y construcción del laboratorio de automatización industrial tuviera éxito. Se hizo un estudio de los elementos, materiales, costos.

Para el diseño y construcción de los bancos de prueba y las plantas pilotos se dividió en dos partes el montaje mecánico y eléctrico, y se estableció pautas para un mejor funcionamiento.

- **MOVILIDAD:** Este aspecto, es el que más se tuvo en cuenta para el diseño de nuestros bancos y plantas, la facilidad de desplazamiento es una condición para que se pueda tener una mejor maniobra.
- **CONEXIÓN:** Esta característica se basó en la posibilidad que los alumnos puedan ejercitarse en lógica cableada, también se buscó la facilidad de conectar los elementos de una forma práctica. y que se puedan identificar fácilmente cada componente.
- **ESTÉTICA:** Esta característica se pensó para ver los componentes dentro del tablero como en las plantas de una forma organizada visualmente agradable.
- **EXPANSIBILIDAD:** Es una característica del proyecto que le permite crecer para atender las ampliaciones futuras del laboratorio, por ejemplo mas plantas pilotos.

IV. DISEÑO Y MONTAJE DE LOS BANCOS DE PRUEBA

Un banco de prueba es un tablero de entrenamiento donde se realizan experimentos, se practica y se ensambla un prototipo del proyecto que se quiere realizar a futuro, con los bancos de prueba se apoya a la investigación, al estudio y al análisis del diseño favoreciendo el desarrollo de la lógica en programación y cableado, que en este caso es una habilidad que se quiere dispersar en los alumnos y que facilita el aprendizaje de una forma más dinámica.

El diseño de los bancos de prueba se dividió en dos partes mecánica y eléctrica; en los dos casos se tuvo como pauta la movilidad y la facilidad de conectar elementos que se utilizaran para conectarse a diferentes plantas pilotos y componentes externos, estos bancos presenta todos los componentes necesarios para realizar Simulaciones en procesos industriales que suministran gran variabilidad y funcionalidad.



Fig. 1. Esquema del banco de prueba usado en el laboratorio.

A. Montaje Mecánico

Este banco de entrenamiento está hecho por una estructura en acero estructural de 2"x2" de color negro de 1,20 mts de ancho y 1,75 mts de largo, con una mesa de apoyo de 1,20 de largo y 0.5 m de profundo dispone de una malla de espesor de 1.2 mm que sirve para colocar elementos de trabajo que se puedan utilizar dentro de una práctica, también lo constituye una lámina de aluminio de 3mm que mide 1,20 de ancho y 90 cm de largo la cual contiene los componentes electrónicos que conforman el tablero de entrenamiento. El proceso para montar los bancos de entrenamiento fue con operación de trabajo

manual, se utilizaron herramientas básicas en la mayoría del ensamblaje de estos.



Fig. 2. Fotografía del banco de prueba, estructura mecánica.

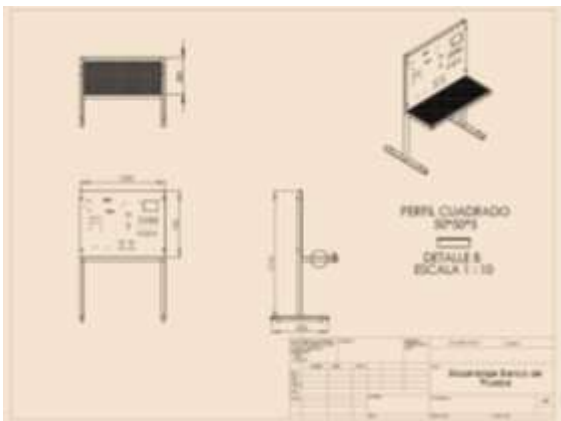


Fig. 3. Plano mecánico del banco de prueba.

Al momento de montar los bancos de prueba se tuvieron inconvenientes mecánicos como en todos los proyectos, pero que se fueron solucionando con ingenio, el resultado fueron bancos resistentes, fáciles al desplazamiento.

B. Montaje Eléctrico

El tablero de entrenamiento de los bancos se diseñó bajo un patrón y fue la comodidad y practicidad de conectar los componentes entre si y las diferentes plantas pilotos para hacer los futuras prácticas en el laboratorio desarrollando la lógica cableada de los alumnos, este tablero tiene un tamaño de 1.20x85 para que los componentes ubicados dentro de este estén bien distribuidos, para una mejor manipulación. Los componentes que conforman el tablero de entrenamiento son elementos básicos como: interruptores, pulsadores, bananas, relés, breaker, fusible, una

fuelle de 24 voltios, una pantalla touch KTP 600 Basic Color PN y un PLC S7 1200 estos dos últimos de Siemens.

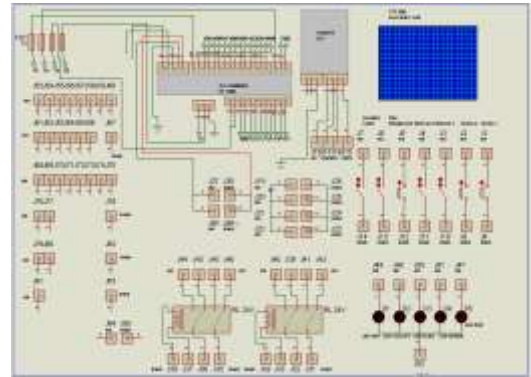


Fig. 4. Plano Eléctrico del banco de prueba

La instalación de los componentes en el tablero de entrenamiento se soportó en las normas de seguridad eléctrica RETIE y la hoja de datos del PLC S71200 y la pantalla HMI BASIC KTP600 de siemens, para evitar daños a futuro y proteger los componentes anteriormente nombrados, se efectuó un análisis de posibles riesgos eléctricos: como que la base del tablero o los bancos no estén bien aislados y puedan llegar a tener contacto eléctrico con los componentes instalados, y halla paso de corriente eléctrica al cuerpo humano. También se consideró la ruta del cableado de los dispositivos montados en el tablero de entrenamiento, evitando tener las líneas de señales de baja tensión y los cables de comunicación en un mismo canal junto con los cables AC y DC de alta energía y conmutación rápida. También se buscó en la adecuación que haya espacio suficiente para la refrigeración y el cableado ya que la refrigeración de los dispositivos S71200 se realiza por convección natural. Para que la refrigeración sea correcta es preciso dejar un espacio mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los dispositivos. Asimismo, se deben prever como mínimo 25 mm de profundidad entre el frente de los módulos y el interior de la carcasa.

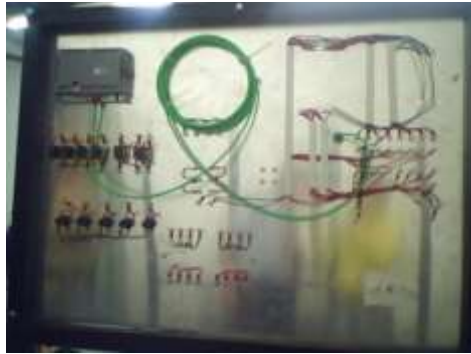


Fig. 5. Fotografía del banco de prueba, cableado.

C. Distribución de los componentes en el tablero

Como se dijo anteriormente la ubicación de estos elementos se tuvo en cuenta para la fácil conexión entre ellos y las plantas pilotos, es por eso que se ubicó al PLC, pantalla HMI y fuente en la parte superior para una mejor vista y que quede afuera de las conexiones entre el tablero y las plantas pilotos, en la parte media izquierda esta los conectores hembra, que son las salidas y entradas del PLC, tanto analógicas como digitales. En la parte inferior va la alimentación AC (110 V) por medio de conectores para alimentar cualquier componente o planta. En el centro va la alimentación dc del tablero tanto de la que viene de la fuente como de la que da el PLC, en el centro inferior vienen los relés de estado sólido. En la parte derecha central esta conectados los pulsadores y selectores y en la derecha inferior los pilotos. Para escoger los componentes que conforman el tablero se estableció el funcionamiento que va a tener, la mayoría de selección se determinó bajo las características o datos técnicos del PLC SIMATIC s71200 de siemens por ejemplo como esta se alimenta de 24 voltios la fuente que se escoge tiene que ser de 24 voltios.

Este PLC fue escogido por la universidad, pero tuvimos que encontrar cuales son los criterios en su selección; por qué es un PLC de alta gama, compacto, es de bajo costo y tiene entradas y salidas tanto analógicas como digitales, suficientes para varias funciones, cuenta con una capacidad de ampliación para entradas y salidas y comunicación.



Fig. 6. Fotografía del banco de prueba, diagrama de componentes.



Fig. 7. Fotografía del banco de prueba terminado.

V. DISEÑO Y MONTAJE DE LAS PLANTAS PILOTOS

Una planta piloto es una planta de proceso a escala reducida. Al diseñar, construir y operar una planta piloto se obtiene información sobre un determinado proceso físico o químico, que permita determinar si el proceso puede funcionar y es económicamente viable, así se pueden establecer los parámetros de operación óptimos de dicho proceso industrial para el posterior diseño y construcción de la planta a escala industrial. Una planta piloto se utiliza para la investigación de una actividad y en nuestro caso hacer diferentes pruebas dentro de un laboratorio académico, cada planta piloto es mucho más flexible que una planta a escala industrial en cuanto al rango permisible de sus parámetros de operación o variables de proceso, ya que una planta industrial opera siempre en las mismas condiciones, mientras que una planta piloto, por el hecho de estar destinada a la investigación o estudio de un

proceso, debe permitir trabajar en un amplio rango de valores de temperatura, presión, etc.

Al igual que los bancos de prueba el diseño de las plantas piloto se hicieron para que tengan una movilidad y facilidad para conectarse a los bancos de pruebas, para cada planta piloto se le realizaron unas mesas móviles, que permita al estudiante tener un acceso y a manipularlas fácilmente.

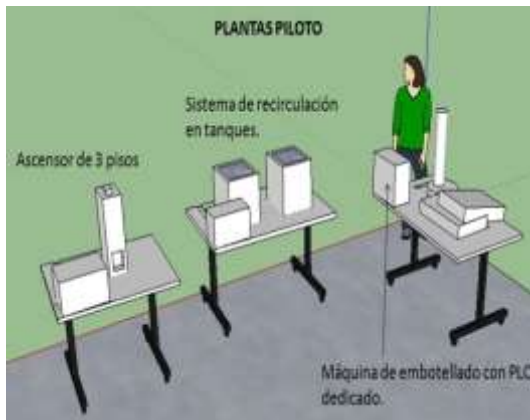


Fig. 8. Esquema de las plantas piloto.

A. Planta Piloto Ascensor

El ascensor es una planta piloto determinada para simular un ascensor real, este consta de tres pisos, el cual cada uno tiene un interruptor final de carrera, el propósito de esta planta piloto es simular a un ascensor real que tenga un tablero propio de entradas y salidas que se conecte con el banco de prueba y así desde este se controle el ascensor, como anteriormente dicho se acopla en cada piso, un interruptor final de carrera que manda una señal de entrada al PLC y este a su vez manda una señal de salida u orden al motor de 24V que mueve al ascensor.

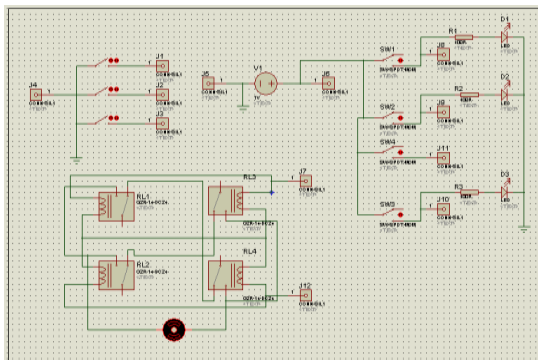


Fig. 9. Plano Eléctrico del ascensor.

El ascensor fue hecho por perfil cuadrado estructurado de 3/4" su tamaño es de 1.05 mts de alto por 0.3 de ancho mts, con una base 1.5 mts de largo, con un ancho de 0.6 mts hecho de perfil cuadrado de 1".

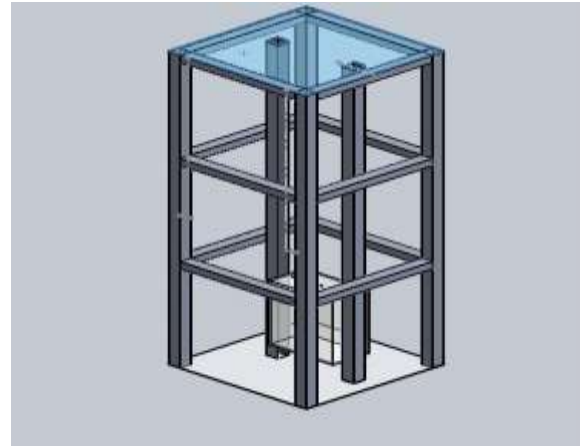


Fig. 10. Plano mecánico de la planta piloto ascensor.

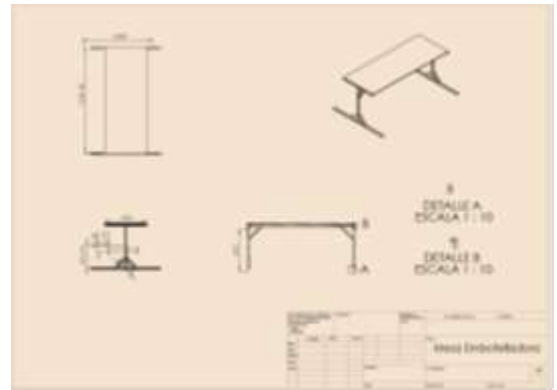


Fig. 11. Plano mecánico de la base del ascensor.



Fig. 12. Fotografía del ascensor.

B. Planta Piloto Tanques de circulación de agua.

La planta piloto de recirculación de agua, que tiene como función la circulación de agua entre dos tanques por medio de una bomba sumergible para cada una que transporta el agua, hacia donde el usuario y en este caso los alumnos quieren, todo controlado desde el PLC del banco de entrenamiento.

Cada tanque tiene un tamaño de 30X30x40 cm, y contiene tres switch flotadores de nivel, que como su nombre lo indica, es un interruptor que cierra el circuito, mandándole una señal al PLC que le indica en qué nivel está el agua, son tres niveles bajo, medio y alto; igualmente cuenta con tres led's que nos indica visualmente en qué nivel se encuentra el agua, estos también son encendidos desde el banco de pruebas.

El circuito eléctrico de esta planta piloto como su cableado es muy sencillo, solo hay que tener en cuenta, cual es el tanque que estamos cableando, ya que se podría confundir y las practicas no serían las esperadas.

El cableado y los circuitos eléctricos se encuentran dentro de una caja, la cual solo tiene conectores de entradas y salidas, que ayudan a interactuar entre la planta piloto y el banco de trabajo. Todo fue cableado con cable calibre 16, aunque su amperaje no llega a los 4 amperios.

Tienen dos circuitos, uno es para tomar las salidas de los 24 voltios que vienen del PLC y transformarlos a 5 voltios por medio del integrado 7805, para la alimentación de los led's, si no se hace este cambio estos podrían quemarse, también estos mandan la señal de los interruptores del nivel hacia las entradas del PLC. El otro circuito es el de potencia el cual tiene dos relés, uno para cada bomba, para la conmutación entre la salida del PLC y la alimentación de las bombas las cuales son alimentadas con 110 voltios.

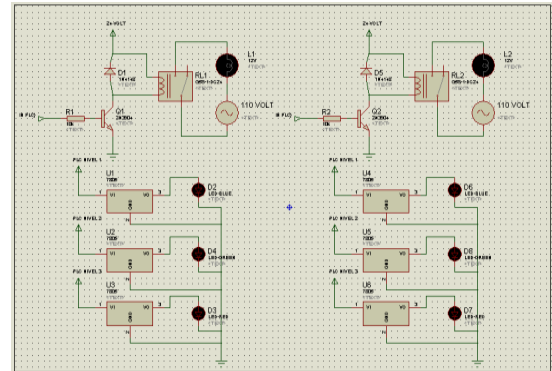


Fig. 14. Plano eléctrico de la planta piloto tanques de recirculación de agua.



Fig. 15. Fotografía de la planta piloto tanques de recirculación de agua

Estas plantas pilotos ayudan a tener un mejor entendimiento de la operación del PLC y de la forma en que funciona la automatización en la industria las variables que se pueden controlar con cada practica que se realiza.

VII. CONCLUSIONES

El trabajo realizado demuestra la ventaja del trabajo interdisciplinario de los proyectos de investigación, donde desde las disciplinas de Mecánica, electrónica y mecatrónica se pueden desarrollar proyectos completos.

Se validó y verificó la planeación y diseño de forma estratégica para obtener resultados verificables como procesos de investigación, donde se involucran estudiantes dirigidos por un tutor.

Laboratorios y herramientas óptimas para el inicio de estudio del diagnóstico de fallos en sistemas basados en eventos discretos.

Los bancos de prueba cumplen con todos los requisitos de seguridad en la instalación de elementos eléctricos.

El tablero de entrenamiento del banco es de fácil manejo para realizar prácticas de automatización industrial.

El diseño, la implementación y la posterior verificación de los bancos de prueba como de las plantas pilotos fueron realizados teniendo como base a la preparación académica a través del pregrado.

Con la construcción de los bancos de prueba y las plantas pilotos, además de complementar los laboratorios de automatización industrial, le da la posibilidad a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos y llevarlos a la práctica de una forma dinámica.

Las pruebas realizadas los bancos de prueba dieron una resultado positivo, en cuanto a la facilidad en las conexiones posteriores, facilidad en el desplazamiento y funcionamiento normal de todos los elementos eléctricos y compatibilidad con las plantas pilotos.

REFERENCIAS

- [1] El ABC de alumbrados y las instalaciones eléctricas de baja tensión, Gilberto Enríquez Herper. Ed. Limusa, México: 2004.
- [2] El control automático en la industria, Andres Garcia Higuera. Ed. Ediciones de la universidad de castilla la mancha, España: 2005.
- [3] BOLTON, W. Instrumentation and control systems. 2004. Editorial Elsevier. New York, USA.
- [4] IDÁRRAGA, Santiago . NIÑO, Andres. [Online].Available.<http://eav.upb.edu.co/banco/sites/default/files/file/TESISTABLEROSENTRENADORES.pdf>
- [5] SIEMENS. Manual de referencia del PLC SIEMENS S7 – 1200 CPU 226. Alemania: Siemens S.A, 2000. 520p

ANEXO 4. ARTICULO DEL DIAGNOSTICO DE FALLO

DIAGNOSTICO DE FALLOS EN UN SISTEMA AUTOMATICO

Vásquez John William, Lugo Julieth Paola, Zarate Pablo Arturo

Escuela Colombiana De Carreras Industriales – ECCI Bogotá, Colombia

Jw.vasquez10@uniandes.edu.co
juliepaodr48@hotmail.com
pabloa.zarate@hotmail.com

Resumen— El presente artículo describe los diferentes elementos que componen un diagnóstico de fallos en un sistema automático. Teniendo en cuenta esto se propondrá un método de diagnóstico de fallos para dos plantas piloto (Ascensor y tanques de recirculación de agua).

Palabras claves – Planta Piloto, Automatización, Diagnostico de Fallos.

Abstract--- This article presents an overview of the different elements that integrate a diagnosis of faults in an automatic system. Considering this will propose a fault diagnosis method for two pilot plants (Lift and Tanks).

Keywords –PLC, Pilot Plants, fault diagnostic

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las empresas que presentan algún proceso de automatización para sus procesos de producción se presenta una oportunidad de control y mejora haciendo un mayor énfasis en la detección de las posibles fallas que se puedan presentar, el diagnóstico de fallas es necesario en cualquier proceso automatizado para aumentar el grado de confiabilidad y disponibilidad de los procesos industriales con este control sobre las potenciales fallas se puede optimizar los tiempos de respuesta en casos de una eventualidad y de esta forma no afectar la producción y los resultados esperados por la empresa.

En este documento se pretende dar a conocer los diferentes conceptos que se deben tener en cuenta dentro para un diagnóstico de fallos. Adicionalmente se presenta una propuesta de detección de fallos para dos plantas piloto (Ascensor y tanques de recirculación de agua) modelado con redes de Petri de una manera general, igualmente un algoritmo en grafcet el cual se utiliza para la detección de fallos de una manera específica.

II. CONCEPTOS

Para dar base al modelado de detección de fallos es importante conocer ciertos conceptos permiten entender el procedimiento realizado

A. *Autómatas finitos*

Es un sistema de transiciones compuesto de un número finito de estados y de transiciones etiquetadas entre los estados. Una etiqueta se construye a partir de un alfabeto y se asocia a cada transición. Permite describir un sistema donde el estado evoluciona a lo largo del tiempo.

B. *Máquinas de estado*

Es a una abstracción computacional que describe el comportamiento de un sistema reactivo mediante un número determinado de estados y un

número determinado de transiciones entre dicho Estados. Las transiciones de un estado a otro se generan en respuesta a eventos de entrada externos e internos; a su vez estas transiciones y/o subsiguientes estados pueden generar otros eventos de salida.

C. Sistema de eventos discretos (SED)

Es un sistema de estados discretos dirigido por eventos, es decir, su evolución de estados depende únicamente de la ocurrencia de eventos discretos asíncronos en el tiempo. Las características típicas de los SED incluyen concurrencia, comportamiento asíncrono, selección no determinista, exclusión mutua, y restricciones de tiempo real. Este tipo de sistemas se puede modelar haciendo una representación de este de forma que facilite el entendimiento de la forma de funcionamiento que este presenta. Dentro del modelamiento de los sistemas de eventos discretos se encuentra las redes de Petri (RdP), con el cual se tiene un método claro para identificar los fallos que pueden identificar el sistema.

III. REDES DE PETRI

Las Redes de Petri (RdP) son una herramienta de modelado gráfico y matemático aplicada a muchos sistemas. Con RdP se puede estudiar y describir información de sistemas de procesamiento que son caracterizados por ser concurrentes, paralelos, asíncronos, distribuidos, no determinativos y/o estocásticos. Como herramienta gráfica las RdP pueden ser usadas como una ayuda de comunicación visual similar a las cartas de flujo, diagramas de bloques y redes. Adicionalmente las marcas son usadas en estas redes para simular la dinámica y actividades recurrentes en sistemas. Como herramienta matemática es posible hacer ecuaciones de estado, ecuaciones algebraicas y otros modelos que gobiernan el comportamiento de sistemas. Las Redes de Petri pueden ser usadas tanto por teóricos como por practicantes, dando un medio de comunicación entre ellos permitiendo generar modelos más realistas.

Las Redes de Petri están conformadas por lugares, transiciones, arcos dirigidos y marcas.

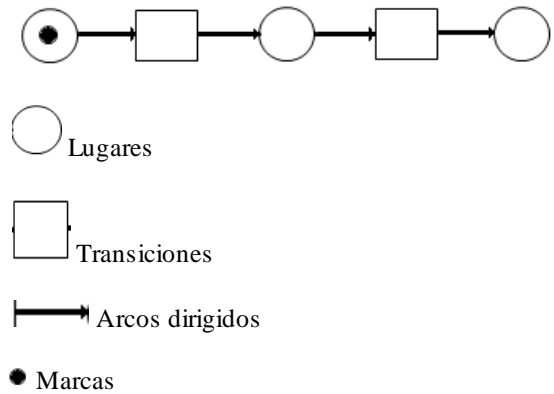


Figura 1. Ejemplo Red de Petri.

La ecuación de estado de una red de Petri es:

$$\mathbf{M}_k = \mathbf{M}_{k-1} + \mathbf{CU}_k$$

Dónde:

C: Matriz de incidencia.

M_k: Marcado obtenido al realizar K-ésimo disparo.

CU_k: Vector de disparos.

Mediante redes de Petri se pueden modelar una gran variedad de sistemas. Estas redes son idóneas para representar aquellos sistemas que tienen un comportamiento asíncrono, distribuido, paralelo y/o no deterministas. Las redes de Petri permiten reflejar la ejecución concurrente de distintos procesos, representar la disponibilidad de recursos, representar la imposición de restricciones de acceso a zonas compartidas, representar la evolución dinámica del sistema, representar la causalidad, los conflictos, las confusiones, etc.

IV. GRAFCET

GRAFCET (GRAFica de Control de Etapas de Transición) es un diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones, GRAFCET es un método gráfico de modelación y diseño de automatismos que se fundamenta en la teoría de Redes de Petri.

Dentro de las ventajas que introduce este método, están la metodología y la estructura que lo representa, ya que con esto es posible obtener gran claridad, legibilidad y síntesis a la hora de controlar procesos o sistemas a eventos discretos.

Un GRAFCET se comporta como una Red de Petri viva, binaria por tal motivo, los elementos que componen el GRAFCET se aproximan en gran medida a los de una Red de Petri.

Para realizar el programa correspondiente a un ciclo de trabajo en lenguaje GRAFCET, se deberán tener en cuenta los siguientes principios básicos:

- Descomponer el proceso en etapas que serán activadas una tras otra.
- A cada etapa se le asocia una o varias acciones que sólo serán efectivas cuando la etapa esté activa.
- Una etapa se activa cuando se cumple la condición de transición.
- El cumplimiento de una condición de transición implica la activación de la etapa siguiente y la desactivación de la etapa precedente.
- Nunca puede haber dos etapas o condiciones consecutivas, siempre deben ir colocadas de forma alterna.

V. DIAGNOSTICO DE FALLOS DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.

El laboratorio de Automatización Industrial, está clasificado como un proyecto de investigación Experimental, ya que depende de que los bancos como las plantas piloto funcionen para seguir con el análisis de fallos, cada elemento de un sistema es diseñado para desempeñar cierta función, si el elemento no cumple con la tarea para el cual fue diseñado y utilizado, entonces el proceso funcionaría en modo erróneo, incluso podría generar inconvenientes al momento de utilizar el laboratorio.

Por eso se hace un estudio de fallos, se hace un diagnóstico por medio del análisis, donde se observa los posibles fallos que hay en un equipo ya sea eléctrico, electrónico o mecánico, para el proyecto utilizamos un diagnóstico de fallos total utilizando el método anteriormente nombrado en el marco teórico, se hace un estudio profundo de cada componente, elemento, cable y comunicación que puede estar fallando, con el diagnóstico final de los fallos del laboratorio buscamos dar solución a una anomalía que se

pueda presentar o tener en cuenta al momento de realizar los mantenimientos del laboratorio.

A. Fallos en los banco de pruebas.

En el tablero de prueba, como es un elemento didáctico, donde los alumnos van a realizar pruebas constantemente por lo tanto se corre el riesgo de que se dañen varios elementos, si los alumnos no utilizan adecuadamente el tablero de entrenamiento los posibles fallos son:

- Desconexión de los cables
- Daño del PLC.
- Daño de la fuente.
- Daño de la pantalla HMI.
- Daño de los relevos.
- Falla de los fusibles.
- Daño de los pilotos.
- Falla en los interruptores.
- Daño del breaker.
- Desconexión de los conectores macho.

Se hizo un análisis de los posibles fallos que puede tener estos tableros, para el manual de operación y mantenimiento (Ver anexo 2). En los bancos de entrenamiento se debe estar haciendo mantenimiento preventivo para que estos trabajen normalmente.

B. Diagnóstico de fallos de las plantas pilotos

En las dos plantas pilotos se acordó hacer un diagnóstico de fallos más profundo que el de los bancos de entrenamiento, debido a que se va a trabajar con estas, un modelo para implementar un programa que detecte efectivamente la causa de la avería, cuando nosotros manipulamos el sistema de cada planta piloto. Pueden existir muchas causas que provoque una falla en una planta piloto, las más frecuentes son:

- Problemas de operación: Ocurren debido al uso incorrecto por parte de los alumnos que realizan sus prácticas. Un motivo es la falta de conocimiento apropiado del funcionamiento.
- Fallas en la alimentación: Es una de las fallas más usuales, proviene de la fuente de alimentación, en esta parte se

manejan corrientes y voltajes de todo el sistema, en este caso se buscó una fuente adecuada, que le suministre la cantidad necesaria a los bancos y plantas Pilotos, cuando la fuente de potencia esta averiada, el sistema deja de operar por completo.

- Problemas de temporización: Es uno de los problemas más difícil de diagnosticar se relaciona con la correcta temporización que debe tener las plantas pilotos se debe tener en cuenta parámetros como la frecuencia del reloj, los retrasos de propagación y otras características relacionadas que son de mucha importancia para la adecuada operación.
- Problemas mecánicos: Son todos aquellos que surgen debido a deterioros en componentes de tipo mecánico tales como: Interruptores, conectores, relevos y otros. Estos en si son pueden ser los más frecuentes debido a que están en contante trabajo.

VI. MODELO DIAGNOSTICO DE FALLOS PLANTAS PILOTO.

A. Modelamiento en Redes de Petri ascensor.

El funcionamiento normal del ascensor asumiendo que la cabina se encuentre en el primer piso, consiste en mover la cabina de este para que se ubique en el piso que se le indique en los pulsadores de control que se denominaran como BP1 (Piso 1), BP2 (Piso 2) y BP3 (Piso 3). En cada piso se tiene un sensor el cual identifica en que piso se encuentra la cabina. Dentro de los errores contemplados se puede presentar que los sensores se queden abiertos SA haciendo esto que el motor no se detenga en el piso indicado (MNSD) ya que no se reconoce que ha llegado al destino establecido o que los sensores se queden cerrados SC lo cual haría que el motor no se mueva (MNSM) ya que se puede entender que ya se encuentra en el piso al cual se puede solicitar moverse.

Dentro de las redes de Petri se tiene la siguiente distribución:

Lugares	Estado sensores
P1	Sensor Piso Bajo activo
	Sensor Piso Medio inactivo
	Sensor Piso Alto inactivo
P2	Sensor Piso Bajo inactivo
	Sensor Piso Medio activo
	Sensor Piso Alto inactivo
P3	Sensor Piso Bajo inactivo
	Sensor Piso Medio inactivo
	Sensor Piso Alto activo

Tabla 1. Estado sensores ascensor.

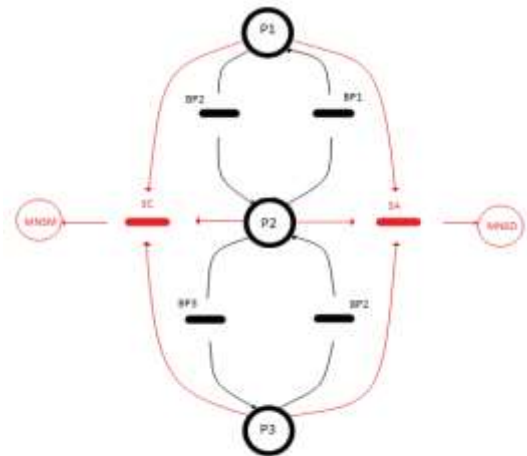


Figura 2. Red de Petri ascensor.

B. Modelamiento Redes de Petri tanques de recirculación de agua.

Esta planta se comporta básicamente como un control de nivel, compuesta por dos tanques los cuales tienen tres sensores cada una. En su estado inicial un tanque se encuentra completamente lleno, y el otro se encuentra vacío. Al poner en funcionamiento la planta, la bomba que se encuentra en el tanque con el líquido empieza a pasárselo al tanque que se encuentra vacío, esto de acuerdo a lo que se tenga programado en el PLC. Dentro de la operación de la planta se puede presentar un fallo en los sensores de nivel ya que pueden quedarse abiertos (SA) provocando esto que no se pueda identificar en qué momento llegue a determinado nivel, lo cual haría que la

bomba que esté pasando el líquido no se detenga (BCA). Adicional se puede presentar un fallo en el cual alguno de los sensores o todos, se queden cerrados (SC) generando esto que ninguna de las bombas inicien su funcionamiento (BNA) ya que el autómata programable puede interpretar que ya se encuentra en el nivel al cual se requiere ubicar el líquido en el tanque.

Lugares	Estado sensores tanque B	Estado inicial Tanque
P0	Sensor Nivel Bajo Inactivo	Vacío
	Sensor Nivel Medio inactivo	
	Sensor Nivel Alto inactivo	
P1	Sensor Nivel Bajo activo	
	Sensor Nivel Medio inactivo	
	Sensor Nivel Alto inactivo	
P2	Sensor Nivel Bajo activo	
	Sensor Nivel Medio activo	
	Sensor Nivel Alto inactivo	
P3	Sensor Nivel Bajo activo	
	Sensor Nivel Medio activo	
	Sensor Nivel Medio activo	

Tabla 2. Estado sensores tanque B.

Lugares	Estado sensores tanque A	Estado inicial Tanque
P0	Sensor Nivel Bajo activo	Lleno
	Sensor Nivel Medio activo	
	Sensor Nivel Alto activo	
P1	Sensor Nivel Bajo activo	
	Sensor Nivel Medio activo	
	Sensor Nivel Alto inactivo	
P2	Sensor Nivel Bajo activo	
	Sensor Nivel Medio inactivo	
	Sensor Nivel Alto inactivo	
P3	Sensor Nivel Bajo inactivo	
	Sensor Nivel Medio inactivo	
	Sensor Nivel Medio inactivo	

Tabla 3. Estado sensores tanque A.

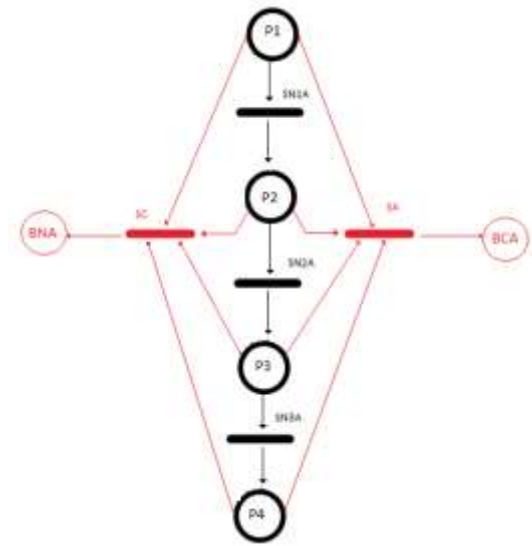


Figura 3. Red de Petri tanques de recirculación de agua.

VII. ALGORITMO EN GRAFCET PARA EL DIAGNOSTICO DE FALLOS DE LAS PLANTAS PILOTO

Para la detección de fallos de las plantas piloto nosotros utilizamos las redes Petri como un método de modelación, entre varias redes Petri se escogió el grafcet ya que es un método gráfico y nos permite dar una idea más clara de lo que se quiere modelar, gracias a que es un diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando las entradas, las acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones, igualmente las salidas.

De los tres tipos de secuencias se eligió la lineal para el modelamiento de fallos, debido a que secuencias lineales el ciclo lo componen una sucesión lineal de etapas. A continuación se va a realizar un diagrama de grafcet con cada razonamiento de las plantas piloto.

A. Algoritmo en grafcet para planta piloto Ascensor.

Los fallos que se presenta en el ascensor se utilizó el tiempo de subida y bajada como factor para detectar los fallos, si la caja transportadora sube en su totalidad en un tiempo de 20 segundos, llega

al segundo piso en 10 el cual a su vez cierra los dos finales de carrera, que le mandan la señal al PLC, por lo tanto si el programa no detecta esa señal a los 10 segundos da un aviso de alarma.

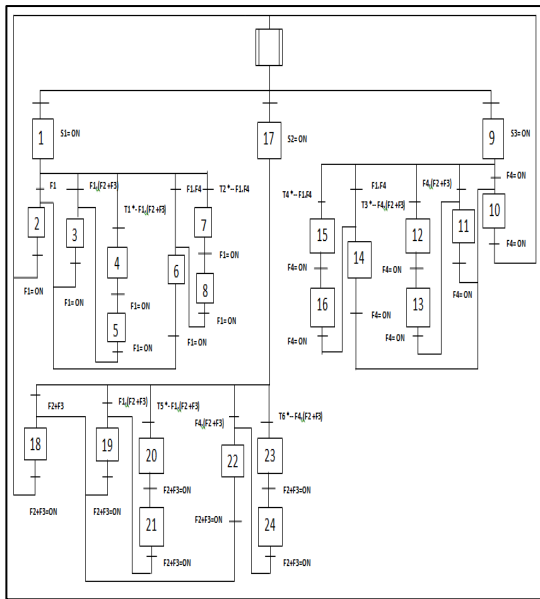


Figura 4. Grafcet del ascensor.

B. Algoritmo en grafcet para tanques de recirculación de agua.

La lógica que se utilizó al hacer el programa fue así, si el tanque B normalmente dura 2 minutos en llenarse cuando el tanque A le pasa el agua, ósea cada 40 segundos se cierra un switch flotador de nivel el cual manda la señal de que ya el agua está en ese nivel al PLC, el programa toma esa señal y verifica con el tiempo que tiene en su memoria, si pasado los 40 segundos el programa no ha detectado esa señal genera una alarma de fallo, los cuales se pueden dar por dos posibles causas principales, la bomba no funciona o el switch quedo normalmente abierto.

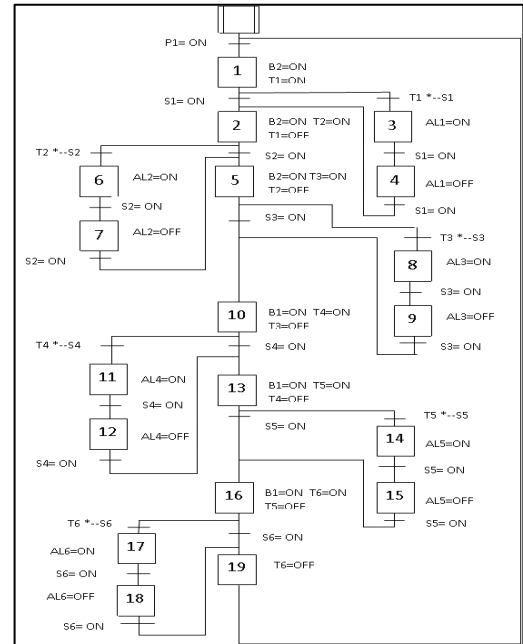


Figura 5. Grafcet de los tanques de recirculación de agua.

VI. CONCLUSION

El desarrollo que se ha tenido en la detección de fallos en los sistemas automáticos ha abierto las puertas para un mejoramiento en la seguridad para los operarios, como para la reducción de costos empleados en solucionar daños causados por no detectar a tiempo defectos en la operación. En este trabajo se presentó un modelo de detección de fallos en dos plantas piloto, pasando de la explicación del funcionamiento normal de las plantas hasta la identificación de las posibles fallas que se pueden presentar para de esta forma verla reflejada directamente en la red de Petri. Se considera las redes de Petri una gran herramienta para la detección de fallos consiguiendo resultados eficientes a la hora de aplicarlo en la industria.

REFERENCIAS

[1] http://www.eis.uva.es/~jossan/doct/sed/fich/SED_RdP.pdf
 [2] [http://www.tecbolivia.com/index.php/articulos-y-tutoriales-microcontroladores/13-introduccion-a-las-maquinas-de-estado-finito.\(s.f.\)](http://www.tecbolivia.com/index.php/articulos-y-tutoriales-microcontroladores/13-introduccion-a-las-maquinas-de-estado-finito.(s.f.))
 [3] Paper IEEE - Petri Nets: Propieties, Analysis and Applications, TADAO MUR

ANEXO 5. GUIAS DE LABORATORIO

***GUIAS DE LABORATORIO PARA
LA CLASE DE AUTOMATIZACION
INDUSTRIAL***



***JULIETH PAOLA LUGO GUTIERREZ
PABLO ARTURO ZARATE ORDOÑEZ***

***ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
INGENIERIA ELECTRONICA
BOGOTA, COLOMBIA
2013***

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

PRESENTACION

La aparición y desarrollo de los controladores lógicos programables, ha marcado un nuevo devenir en la sociedad industrial actual, que cambia constantemente en lo que se conoce de los automatismos, se puede establecer que la forma de entenderlos, parte de dos conceptos principales, que son: la lógica cableada y la lógica programada.

En la lógica cableada intervienen disciplinas como la neumática, la electroneumática, la hidráulica, la electrónica y la electricidad, son uniones físicas que se realizan mediante cables eléctricos, relés electromagnéticos, interruptores, pulsadores, etc.

Igualmente a medida que se adquiere más práctica y conocimiento, se empezara a estudiar la lógica de contactos, en la cual el elemento fundamental es el interruptor electromagnético denominado relé, junto con pulsadores, interruptores y contactores., así como el lenguaje de programación en plano de contactos y en bloques.

Al realizar estas guías de laboratorio se pretende hacer una pauta de lo que un alumno debe hacer en una práctica dentro de su clase, y el objetivo que tiene que alcanzar y comprender, para adquirir habilidad y conocimiento en el área de la automatización industrial y especialmente en los controladores lógicos programables.

Resultados de aprendizaje

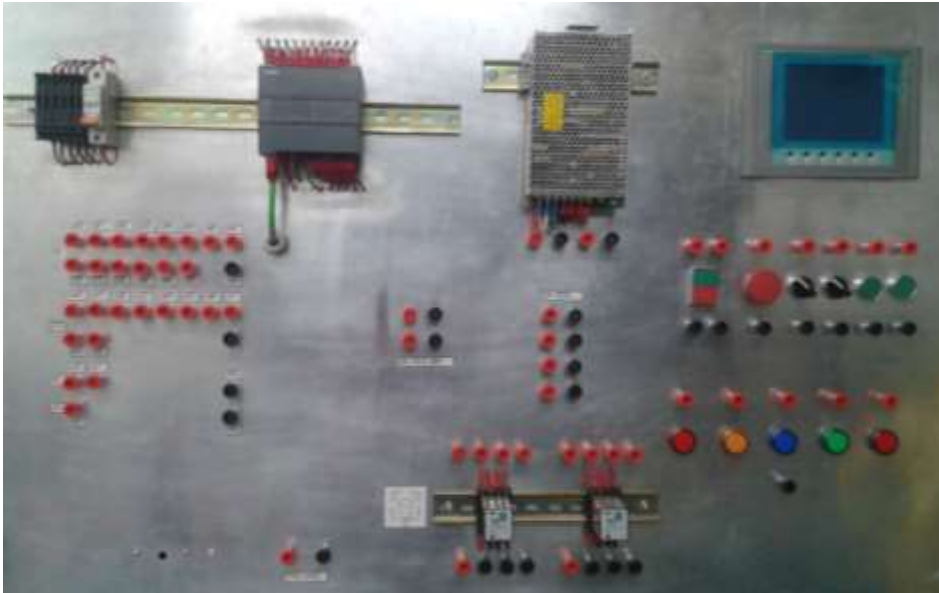
- ✓ Aplicar diferentes lenguajes de programación de un PLC
- ✓ Brindar soluciones a la automatización de sistemas de eventos discretos.

Conocimientos de concepto y principios

- Algebra de Boole.
- Programación de controladores lógicos programables.
- Fundamentos de: electrotecnia, electrónica, neumática, hidráulica.
- Lenguajes de programación de un PLC.

Algunas partes que el alumno debe conocer del tablero de pruebas, antes de comenzar hacer sus prácticas.

- Banco de trabajo



- Pulsadores:



- Paro emergencia:



- Switch:



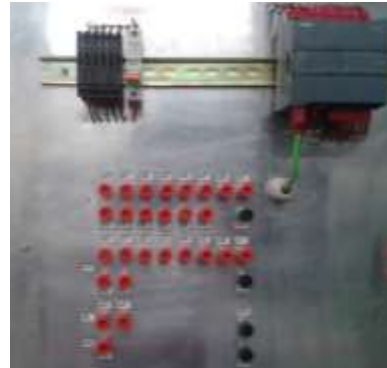
- Pulsador On/Off



- Pilotos:



- Salidas PLC



- Fuente:



- Relés



- PLC – Salida 24 V DC



- Salida 120 V AC



	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

ENCENDER LOS BANCOS DE TRABAJO

Competencia a Desarrollar.

- Conocer el banco de trabajo y de sus componentes.
- Analizar y verificar el funcionamiento del banco de trabajo.

1. Objetivos

Objetivo General.

- Conocer el banco de trabajo y todos los componentes.

Objetivos Específicos.

- Encender el banco de trabajo y verificar sus conexiones.
- Identificar los componentes eléctricos que tiene el banco de trabajo.
- Observar el funcionamiento y la utilidad de los componentes.

2. Marco teórico

Un banco de prueba es un tablero de entrenamiento donde se realizan experimentos, se practica y se ensambla un prototipo del proyecto que se quiere realizar a futuro, con los bancos de prueba se apoya a la investigación, al estudio y al análisis del diseño favoreciendo el desarrollo de la lógica en programación y cableado, facilitando el aprendizaje de una forma más dinámica.



	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

3. Materiales y Equipos

- Multímetro.
- Conectores macho.

4. Procedimiento

1. Verificación de conexiones en frio, no debe escender el banco de trabajo.
 - I. Identifique los componentes y sus conectores hembra, así al hacer la verificación sabrá a que pertenece.
 - II. Ponga el multímetro en la función continuidad, y mida las conexiones que hay entre los conectores hembra y el tablero, si hay continuidad cambiar el conector.
 - III. Mida con el multímetro desde el conector hembra, a su respectiva conexión del componente, si no hay continuidad verifique el cable.
2. Para encender el banco de trabajo debes seguir los siguientes pasos:
 - I. Asegurarse que todos los portafusibles contengan el fusible correspondiente.
 - II. Conectar el tablero a un toma de 110 V, para esto se utiliza la extensión ubicada en el respaldo del tablero.
 - III. Subir el breaker ubicado en la parte superior derecha del tablero, se encenderá el PLC y el led de la fuente.
3. Verificación de conexiones con el tablero encendido.
 - I. Ponga el multímetro en la función voltaje DC, medir las salidas de la fuente, debe medir 24 voltios.
 - II. Conectar de la fuente a los pilotos y verificar que prendan.
 - III. Ponga el multímetro en la función voltaje AC, mida la salida AC que encuentre en el banco.

5. Informe

Al finalizar la práctica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Cuantos componentes encontró en el banco de trabajo.
- Haga un cuadro que indique el componente y la función que usted encontró que tiene dentro del banco del trabajo.
- Si hubo averías indique cuales fueron y que solución les daría.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

INTERRUPTORES

TEMA: Lógica cableada.

Por naturaleza, la lógica cableada es lógica de conmutación donde los elementos de tipo “todo o nada” son implementados mediante contactores, relés y sus contactos asociados. (Guarnizo: 2008).

Competencia a Desarrollar.

- Desarrollar la lógica cableada de los alumnos, encendiendo un piloto con un pulsador.

1. Objetivos

Objetivo General

- Encender un piloto con un pulsador.

Objetivos Específicos.

- Comprender el termino de lógica cableada.
- Conectar y explicar el circuito sugerido.
- Diseñar un circuito donde aplique el termino de lógica cableada

2. Marco teórico

Interruptores

Un interruptor es un operador eléctrico cuya función es abrir o cerrar un circuito de forma permanente. Al accionarlo, hacemos que varíe su posición, abriendo un circuito que estaba cerrado o cerrando uno que estaba abierto, y permanece así hasta que lo volvamos a accionar.

Algunos interruptores se accionan automáticamente. Este es el caso de los interruptores diferenciales que se colocan como protección y desconectan el circuito rápidamente cuando se produce una fuga o derivación de corriente, por ejemplo al tocar un cable que esta mal aislado.

Guía Número:	2
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

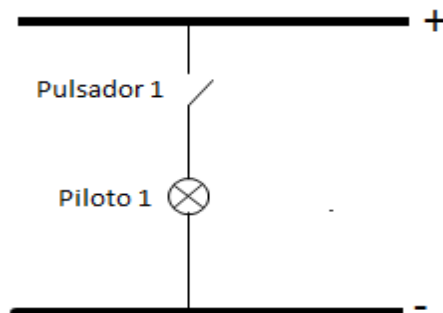
La mayoría de los aparatos eléctricos llevan uno o varios interruptores para permitir el paso de la corriente y regular su funcionamiento.

3. Materiales y Equipos

- a) Módulo de pulsadores (1)
- b) Módulo de pilotos (1)
- c) Cables conectores de banana – banana

4. Procedimiento

- I. Simular el siguiente circuito en el programa sugerido en clase.
- II. Implementar el siguiente circuito en el tablero.



- III. Implementar el mismo circuito utilizando todos los interruptores que encuentre en el tablero y observe que hace cada uno.
- IV. Diseñe un circuito donde incluya un paro de emergencia de forma que este pueda deshabilitar el circuito completo.

5. Informe

Al finalizar la practica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Haga un pequeño resumen explicando que es lógica cableada.
- Presente la simulación del circuito sugerido y explique que hace cada componente dentro del circuito.
- Indique que parámetros utilizo para diseñar el circuito propuesto.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

RELES DE ESTADO SOLIDO

TEMA: Lógica cableada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer el funcionamiento y uso que tiene los reles de estado solido.

1. Objetivos

Objetivo General

- Implementar un circuito donde se encienda piloto con un pulsador, haciendo uso de un relé de estado solido.

Objetivos Específicos.

- Comprender el comportamiento del rele de estado solido.
- Conectar y explicar el circuito sugerido.

2. Marco teórico

Relé de estado sólido

El **relé** o **relevador** es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una **bobina** y un **electroimán**, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optoacoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia. Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico, además de poder conmutar altos amperajes que en el caso del relé electromecánico destruirían en poco tiempo los contactos. Estos relés permiten una velocidad de conmutación muy superior a la de los relés electromecánicos.

Guía Número:	3
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

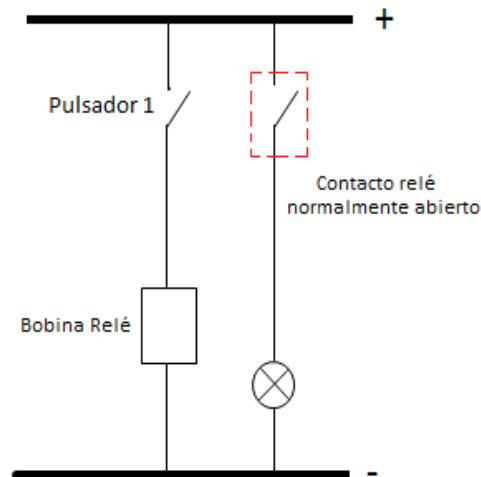
	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

3. Materiales y Equipos

- Módulo de pulsadores (1)
- Módulo de pilotos (1)
- Módulo de Relé (1)
- Cables conectores de banana – banana

4. Procedimiento

- I. Simular el siguiente circuito en el programa sugerido en clase.
- II. Implementar el siguiente circuito en el tablero.



5. Informe

Al finalizar la practica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Haga un pequeño resumen explicando que hace el rele de estado solido,
- Presente la simulación del circuito sugerido y explique que hace cada componente dentro del circuito.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

RELES DE ESTADO SOLIDO

TEMA: Lógica cableada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer el funcionamiento y uso que tiene los reles de estado solido.

1. Objetivos

Objetivo General

- Utilizando los pulsadores On/Off diseñar un circuito donde un mismo piloto se encienda con el botón En (Verde) y se apague con el botón Off (rojo).

Objetivos Específicos.

- Comprender el comportamiento del rele de estado solido.
- Conectar y explicar el circuito sugerido.

2. Materiales y Equipos

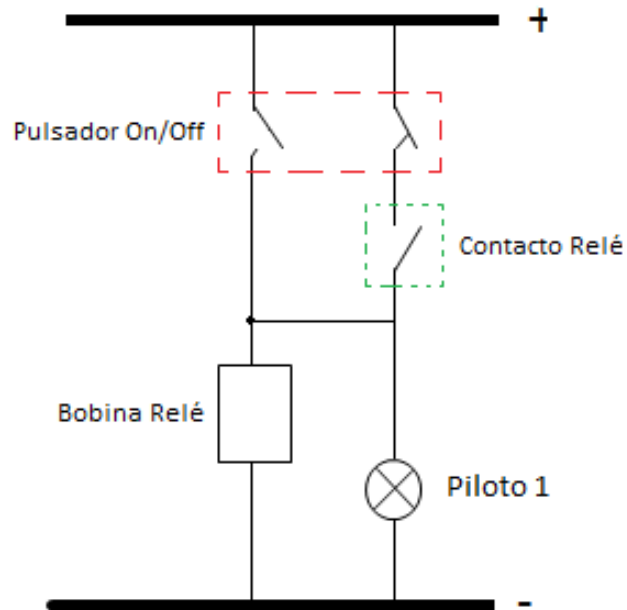
- Módulo de pulsadores (1)
- Módulo de pilotos (1)
- Módulo de Relé (1)
- Cables conectores de banana – banana

3. Procedimiento

- I. Simular el siguiente circuito en el programa sugerido en clase.
- II. Implementar el siguiente circuito en el tablero.

Guía Número:	4
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013



4. Informe

Al finalizar la practica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Haga un pequeño resumen explicando que hace el rele de estado solido,
- Presente la simulación del circuito sugerido y explique que hace cada componente dentro del circuito.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

RELES DE ESTADO SOLIDO

TEMA: Lógica cableada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer el funcionamiento y uso que tiene los reles de estado solido.

1. Objetivos

Objetivo General

- Implementar un sistema para encendido y apagado de 4 pilotos.

Objetivos Específicos.

- Comprender el comportamiento del rele de estado solido.
- Conectar y explicar el circuito sugerido.

I. Materiales y Equipos

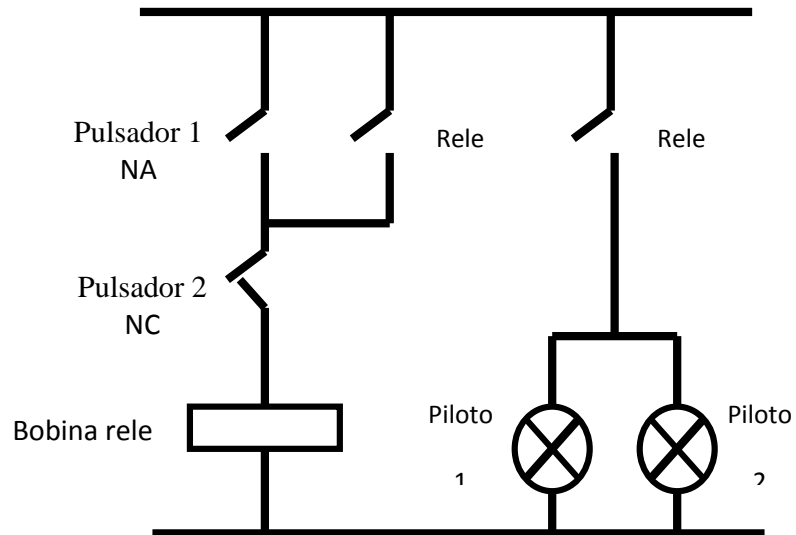
- Módulo de pulsadores (1)
- Módulo de pilotos (1)
- Módulo de Relé (1)
- Cables conectores de banana – banana

II. Procedimiento

- I. Simular el siguiente circuito en el programa sugerido en clase.
- II. Implementar el siguiente circuito en el tablero.
- III. Diseñar un sistema que encienda dos pilotos con un pulsador y con otro pulsador los apague y encienda otro dos alternativamente.

Guía Número:	5
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013



III. Informe

Al finalizar la practica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente la simulación del circuito sugerido y explique cómo funciona.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

ENCLAVAMIENTO

TEMA: Lógica cableada.

Competencia a Desarrollar.

- Aprender el termino de enclavamiento y reconocer cuando se debe utilizar.

1. Objetivos

Objetivo General

- Implementar un enclavamiento con dos reles.

Objetivos Específicos.

- Se enciendan dos pilotos con un pulsador, haciendo que estos se queden encendidos aun después de dejar de pulsarlo.
- Con otro pulsador encender otros dos pilotos y al tiempo se apaguen los pilotos encendidos en paso anterior.

2. Marco teórico

Enclavamiento Electrico.

Un enclavamiento eléctrico es un dispositivo que controla la condición de estado de cierto mecanismo para habilitar o no un accionamiento, comúnmente utilizando solenoides electromagnéticos estimulados por señales de tensión. Esto es común en equipos en donde se desee lograr una condición de seguridad para su accionamiento, como, por ejemplo, el cierre de un interruptor tensionado de un lado del circuito.

Otras aplicaciones de estos enclavamientos tienen la finalidad de asociar los dispositivos eléctricos con la lógica de circuitos para obtener mayor confiabilidad en la operación y minimizar los riesgos eléctricos.

Guía Número:	6
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

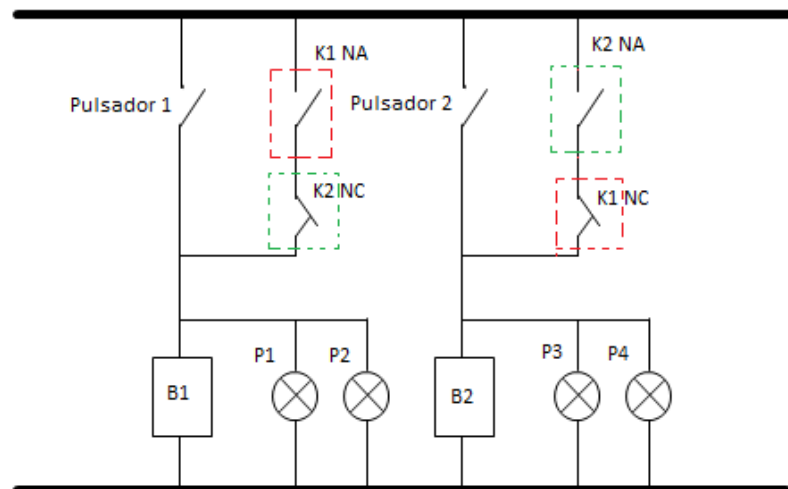
	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

3. Materiales y Equipos

- a) Módulo de pulsadores (2)
- b) Módulo de pilotos (4)
- c) Módulo de Relé (2)
- d) Cables conectores de banana – banana.

4. Procedimiento

- I. Simular el siguiente circuito en el programa sugerido en clase.
- II. Implementar el siguiente circuito en el tablero.
- III. Diseñar un sistema que encienda dos pilotos con un pulsador y con otro pulsador los apague y encienda otro dos alternativamente.



5. Informe

Al finalizar la practica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente la simulación del circuito sugerido y explique cómo funciona.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

COMPUERTAS LOGICAS

TEMA: Lógica cableada.

Competencia a Desarrollar.

- Fortalecer los conceptos de compuertas lógicas y utilizarlos para diseñar un circuito electrico.

1. Objetivos

Objetivo General

- Implementar las compuertas AND, OR, y NOT con interruptores y pilotos, tener en cuenta sus respectivas tablas de verdad.

Objetivos Específicos.

- Utilizar las tablas de verdad de cada compuerta e implementar un circuito que nos muestre su función.

2. Marco teórico

Compuerta lógica.

Es un **dispositivo electrónico** con una función **booleana**. Suman, multiplican, niegan o afirman, incluyen o excluyen según sus propiedades lógicas. Se pueden aplicar a tecnología electrónica, eléctrica, mecánica, hidráulica y neumática. Las compuertas son bloques del hardware que producen señales en binario 1 ó 0 cuando se satisfacen los requisitos de entrada lógica. Las diversas compuertas lógicas se encuentran comúnmente en sistemas de computadoras digitales. Cada compuerta tiene un símbolo gráfico diferente y su operación puede describirse por medio de una función algebraica. Las relaciones entrada - salida de las variables binarias para cada compuerta pueden representarse en forma tabular en una tabla de verdad.

A continuación se detallan los nombres, símbolos, gráficos, funciones algebraicas, y tablas de verdad de las compuertas más usadas.

Guía Número:	7
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

Compuerta AND:

Cada compuerta tiene dos variables de entrada designadas por A y B y una salida binaria designada por x. La compuerta AND produce la multiplicación lógica AND esto es la salida es 1 si la entrada A y la entrada B están ambas en el binario 1 de otra manera, la salida es 0. Estas condiciones también son especificadas en la tabla de verdad para la compuerta AND. La tabla muestra que la salida x es 1 solamente cuando ambas entradas A y B están en 1. El símbolo de operación algebraico de la función AND es el mismo que el símbolo de la multiplicación de la aritmética ordinaria (*). Las compuertas AND pueden tener más de dos entradas y por definición, la salida es 1 si todas las entradas son 1.

Compuerta OR:

La compuerta OR produce la función sumadora, esto es, la salida es 1 si la entrada A o la entrada B o ambas entradas son 1; de otra manera, la salida es 0. El símbolo algebraico de la función OR (+), es igual a la operación de aritmética de suma.

Las compuertas OR pueden tener más de dos entradas y por definición la salida es 1 si cualquier entrada es 1.

Compuerta NOT:

El circuito NOT es un inversor que invierte el nivel lógico de una señal binaria. Produce el NOT, o función complementaria. El símbolo algebraico utilizado para el complemento es una barra sobre el símbolo de la variable binaria. Si la variable binaria posee un valor 0, la compuerta NOT cambia su estado al valor 1 y viceversa. El círculo pequeño en la salida de un símbolo gráfico de un inversor designa un inversor lógico. Es decir cambia los valores binarios 1 a 0 y viceversa.

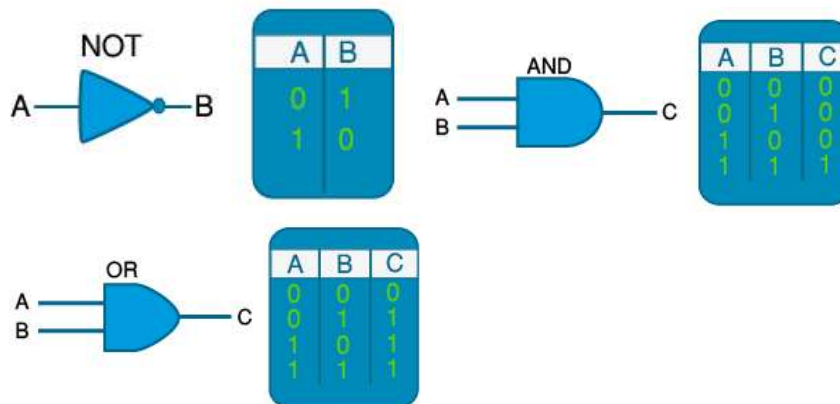
3. Materiales y Equipos

- a) Módulo de pulsadores (3)
- b) Módulo de pilotos (5)
- c) Cables conectores de banana – banana.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

4. Procedimiento

- I. Observe las tablas de verdad antes de implementar los circuitos.
- II. Diseñe y haga una simulación en el programa sugerido en clase.
- III. Implementar los circuitos en el tablero.



5. Informe

Al finalizar la practica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente la simulación del circuito diseñado y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

PLANTA PILOTO TANQUES CIRCULACION DE AGUA.

TEMA: Lógica cableada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer e identificar las partes que contiene la planta piloto de tanques de circulación de agua.

1. Objetivos

Objetivo General

- Conectar el tablero a la planta piloto de tanques de recirculación de agua, por medio de los interruptores y pilotos verificar el funcionamiento de esta, ejemplo bombas e interruptores flotadores de nivel.

Objetivos Específicos.

- Escender los leds de cada tanque utilizando los pulsadores del banco de trabajo.
- Escender las bombas de cada tanque utilizando los pulsadores del banco de trabajo.
- Observar la funcionalidad de cada componente dentro de la planta piloto.

2. Marco teórico

planta piloto

es una planta de proceso a escala reducida. El fin que se persigue al diseñar, construir y operar una planta piloto es obtener información sobre un determinado proceso físico o químico, que permita determinar si el proceso es técnica y económicamente viable, así como establecer los parámetros de operación óptimos de dicho proceso para el posterior diseño y construcción de la planta a escala industrial.

La investigación para el estudio de nuevos procesos físico-químicos, o para la mejora de procesos ya existente se lleva a cabo en plantas a escala piloto, reduciéndose así los costes asociados a la inversión y a los gastos fijos de operación inherentes a una planta industrial.

Guía Número:	8
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

El término “Planta Piloto” abarca un amplio rango de escalas, desde plantas a escala laboratorio hasta plantas a escala semi-industrial. Los avances tecnológicos en distintas áreas (electrónica, comunicaciones, micromecanizado, etc.) han hecho posible que hoy día se disponga de instrumentación y dispositivos adecuados para el diseño y construcción de plantas a escala muy reducida, plantas a microescala, capaces de operar en idénticas condiciones de presión y temperatura que las plantas industriales. Estos avances ha conducido igualmente a que estas plantas a microescala cuenten con sistemas de adquisición de datos, supervisión y control (sistemas **SCADA**) y puedan ser automatizadas, de manera que la producción experimental se multiplique y se reduzca, así, considerablemente el tiempo necesario para el estudio y la optimización de un proceso físico-químico concreto.

3. Materiales y Equipos

- a) Módulo de pulsadores (2)
- b) Módulo de pilotos (5)
- c) Planta Piloto Tanques de recirculación de agua. (1)
- d) Bombas Sumergibles (2)
- e) Interruptores Flotadores de Nivel (6)
- f) Cables conectores de banana – banana.

4. Procedimiento

- I. Diseñar y hacer una simulación en el programa sugerido en clase.
- II. Implementar los circuitos en el tablero.

5. Informe

Al finalizar la practica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente la simulación del circuito diseñado y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

PLANTA PILOTO ASCENSOR.

TEMA: Lógica cableada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer e identificar las partes que contiene la planta piloto ascensor.

1. Objetivos

Objetivo General

- Conectar el tablero a la planta piloto ascensor, por medio de los interruptores y pilotos verificar el funcionamiento de esta, ejemplo motor e interruptores finales de carrera.

Objetivos Específicos.

- Encender cuatro pilotos cada uno cuando llegue a cada piso o el motor este girando observe la funcionalidad de cada componente

2. Materiales y Equipos

- g) Módulo de pulsadores (1)
- h) Módulo de pilotos (5)
- i) Planta Piloto Ascensor (1)
- j) Motor DC 24 V (1)
- k) Interruptores finales de carrera (4)
- l) Cables conectores de banana – banana.

3. Procedimiento

- I. Diseñe y haga una simulación en el programa sugerido en clase.
- II. Implementar los circuitos en el tablero.

Guía Número:	9
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

4. Informe

Al finalizar la practica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente la simulación del circuito diseñado y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

LADDER

TEMA: Lógica programada.

«El lenguaje de contactos expresa las relaciones entre señales binarias como una sucesión de contactos en serie y en paralelo» (Balcells & Romeral, 1997, p. 204).

Competencia a Desarrollar.

- Conocer un lenguaje de programación mas conocido para programar PLC, llamado LADDER.

Guía Número:	10
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

1. Objetivos

Objetivo General

- Conocer el lenguaje escalera LADDER, realizar y simular un programa con compuertas lógicas.

Objetivos Específicos.



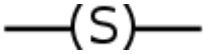

- Implementar y probar un programa en LADDER utilizando las funciones, NOT, AND, OR.

2. Marco teórico

LADDER.

También denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programable debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje. Para programar un autómata con **LADDER**, además de estar familiarizado con las reglas de los [circuitos de conmutación](#), es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje. A continuación se describen de modo general los más comunes.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa; esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y, usada junto con la bobina RESET, dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina JUMP	Permite saltarse instrucciones del programa e ir directamente a la etiqueta que se desee. Sirve para realizar subprogramas.

3. Materiales y Equipos

Un computador con los programas instalados del SETP 7.

4. Procedimiento

- Por medio de programación implementar las compuertas AND, OR, EXOR, NOT.
- Simular en el programa.
- En el tablero Comprobar que si funciona.

5. Informe

Al finalizar la práctica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente el programa diseñado y la simulación y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.
- Haga un resumen de las diferentes clases de lenguaje de programación

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

LADDER

TEMA: Lógica programada.

«El lenguaje de contactos expresa las relaciones entre señales binarias como una sucesión de contactos en serie y en paralelo» (Balcells & Romeral, 1997, p. 204).

Competencia a Desarrollar.

- Conocer un lenguaje de programación mas conocido para programar PLC, llamado LADDER.

1. Objetivos

Objetivo General

- Encendido y apagado de pilotos con PLC.

Objetivos Específicos.

- Realizar un programa en Ladder donde se pueda visualizar el encendido y apagado de los pilotos del banco de pruebas desde el PLC.

2. Materiales y Equipos

Un computador con los programas instalados del SETP 7.

3. Procedimiento

- Por medio de programación implementar las compuertas AND, OR, EXOR, NOT.
- Simular en el programa.
- En el tablero Comprobar que si funciona.

4. Informe

Al finalizar la práctica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente el programa diseñado y la simulación y explique cómo funciona.

Guía Número:	11
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

PROGRAMACION PLANTA PILOTO ASCENSOR

TEMA: Lógica programada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer un lenguaje de programación mas conocido para programar PLC, llamado LADDER.

1. Objetivos

Objetivo General

- Conectar el tablero y la planta piloto ascensor programar PLC con instrucciones en la cual el ascensor genere una rutina donde se den los siguientes pasos.

Objetivos Específicos.

- Realizar un programa en Ladder una rutina donde se pueda visualizar el funcionamiento de la planta piloto ascensor.

2. Materiales y Equipos

Un computador con los programas instalados del SETP 7.

3. Procedimiento

- I. Iniciar funcionamiento planta piloto ascensor. Para esto se tiene que conectar los bancos de trabajo con los tableros de control de la planta piloto. La conexión se tiene que realizar de la siguiente forma:
 - a) Conectar salida **Q0** del banco con la entrada **GMD** del tablero de control.
 - b) Conectar salida **Q1** del banco con la entrada **GMI** del tablero de control.
 - c) Conectar entrada **I0** del banco con la salida **PISO 1** del tablero de control.
 - d) Conectar entrada **I1** del banco con la salida **PISO 2** del tablero de control.
 - e) Conectar entrada **I2** del banco con la salida **PISO 3** del tablero de control.
 - f) Conectar entrada **I3** del banco con la salida **S. ALTO** del tablero de control.
 - g) Conectar entrada **I4** del banco con la salida **S. MEDIO A** del tablero de control.

Guía Número:	12
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

- h) Conectar entrada **I5** del banco con la salida **S. MEDIO B** del tablero de control.
- i) Conectar entrada **I6** del banco con la salida **S. BAJO** del tablero de control.
- j) Conectar el positivo y el negativo de una de las salidas de la fuente de 24 V (No se debe conectar de la salida de la fuente del PLC) a las entradas (V+) y (V-) del tablero de control respectivamente.
- k) Conectar una salida del negativo de la fuente del PLC con la entrada **COMUN** del tablero de control.
- l) Conectar **M1** (Común del PLC) al positivo de la fuente del PLC.
- m) Conectar **M+** y el **M-** (Común Salidas del PLC) al positivo y negativo respectivamente de la fuente del PLC.
- n) Cargar en PLC programa de prueba.
- o) Después de asegurarse la correcta conexión del cableado encender el banco de trabajo.

El programa cargado en el PLC tiene el siguiente funcionamiento:

- Si se presiona el pulsador **Piso 1** el ascensor se moverá al piso 1. En caso de ya estar en este piso no realizara ningún movimiento.
- Si se presiona el pulsador **Piso 2** el ascensor se moverá al piso 2. En caso de ya estar en este piso no realizara ningún movimiento.
- Si se presiona el pulsador **Piso 3** el ascensor se moverá al piso 3. En caso de ya estar en este piso no realizara ningún movimiento.

4. Informe

Al finalizar la práctica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente el programa diseñado y la simulación y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.

Guía Número:	13
-------------------------	-----------

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

PROGRAMACION PLANTA PILOTO TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA

TEMA: Lógica programada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer un lenguaje de programación mas conocido para programar PLC, llamado LADDER.

Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.
----------------	--

1. Objetivos

Objetivo General

- Diseñar circuito y programar PLC con instrucciones en la cual los tanques de recirculacion de agua genere una rutina donde se den los siguientes pasos.

Objetivos Específicos.

- Realizar un programa en Ladder una rutina donde se pueda visualizar el funcionamiento de la planta piloto tanques de recirculacion de agua.

2. Materiales y Equipos

Un computador con los programas instalados del SETP 7.

3. Procedimiento

- I. Iniciar funcionamiento planta piloto tanques de recirculación. Para esto se tiene que conectar los bancos de trabajo con los tableros de control de la planta piloto. La conexión se tiene que realizar de la siguiente forma:
 - a) Conectar salida **Q0** del banco con la entrada **BOMBA 1** del tablero de control.
 - b) Conectar salida **Q1** del banco con la entrada **BOMBA 2** del tablero de control.
 - c) Conectar salida **Q2** del banco con la entrada **LED T.1 – N. ALTO** del tablero de control.
 - d) Conectar salida **Q3** del banco con la entrada **LED T.1 – N. MEDIO** del tablero de control.
 - e) Conectar salida **Q4** del banco con la entrada **LED T.1 – N. BAJO** del tablero de control.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

- f) Conectar salida **Q5** del banco con la entrada **LED T.2 – N. BAJO** del tablero de control.
- g) Conectar salida **Q6** del banco con la entrada **LED T.2 – N. MEDIO** del tablero de control.
- h) Conectar salida **Q7** del banco con la entrada **LED T.2 – N. ALTO** del tablero de control.
- i) Conectar entrada **I0** del banco con la salida **TANQUE 1 - N. ALTO** del tablero de control.
- j) Conectar entrada **I1** del banco con la salida **TANQUE 1 - N. MEDIO** del tablero de control.
- k) Conectar entrada **I2** del banco con la salida **TANQUE 1 - N. BAJO** del tablero de control.
- l) Conectar entrada **I3** del banco con la salida **TANQUE 2 - N. ALTO** del tablero de control.
- m) Conectar entrada **I4** del banco con la salida **TANQUE 2 - N. MEDIO** del tablero de control.
- n) Conectar entrada **I5** del banco con la salida **TANQUE 1 - N. BAJO** del tablero de control.
- o) Conectar el positivo y el negativo de una de las salidas de la fuente de 24 V (No se debe conectar de la salida de la fuente del PLC) a las entradas (V+) y (V-) del tablero de control respectivamente.
- p) Conectar **M1** (Común del PLC) al negativo de la fuente del PLC.
- q) Conectar **M+** y el **M-** (Común Salidas del PLC) al positivo y negativo respectivamente de la fuente del PLC.
- r) Conectar la salida de **110 VAC** del banco con la entrada de **110 VAC** tablero de control
- s) Cargar en PLC programa de prueba.
- t) Después de asegurarse la correcta conexión del cableado encender el banco de trabajo.

El programa cargado en el PLC tiene el siguiente funcionamiento:

- Inicialmente un tanque (tanque A) debe estar completamente lleno (Activo sensor nivel alto).
- La bomba del tanque que se encuentra lleno se activa y empieza a pasarle agua al otro tanque (Tanque B).
- En el momento que el agua en el tanque B llegue al nivel alto se activara la bomba de este tanque y empezara a pasarle agua al otro tanque (Tanque A).
- Este proceso es cíclico y solo se detiene hasta que se apague el banco de trabajo.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

4. Informe

Al finalizar la práctica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente el programa diseñado y la simulación y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

PROGRAMACION PLANTA PILOTO ASCENSOR

TEMA: Lógica programada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer un lenguaje de programación mas conocido para programar PLC, llamado LADDER.

1. Objetivos

Objetivo General

- Diseñar circuito y programar PLC con instrucciones en la cual el ascensor genere una rutina donde se den los siguientes pasos.

Objetivos Específicos.

- Realizar un programa en Ladder una rutina donde se pueda visualizar el funcionamiento de la planta piloto ascensor.

2. Materiales y Equipos

Un computador con los programas instalados del SETP 7.

3. Procedimiento

- I. Diseñar un programa donde se implemente la siguiente rutina.
 - Mover cabina del piso 1 al piso 3
 - Mover cabina del piso 3 al piso 2
 - Mover cabina del piso 2 al piso 3
 - Mover cabina del piso 3 al piso 1

Guía Número:	14
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

- II. Simular en el programa.
- III. Conectar el tablero con el ascensor y comprobar que si funciona.

4. Informe

Al finalizar la práctica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente el programa diseñado y la simulación y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

PROGRAMACION PLANTA PILOTO TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA.

TEMA: Lógica programada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer un lenguaje de programación mas conocido para programar PLC, llamado LADDER.

1. Objetivos

Objetivo General

- Diseñar el circuito y programar PLC donde se programen 2 rutinas para controlar los tanques.

Objetivos Específicos.

- Realizar un programa en Ladder una rutina donde se pueda visualizar el funcionamiento de la planta piloto tanques de recirculacion de agua.

2. Materiales y Equipos

Un computador con los programas instalados del SETP 7.

3. Procedimiento

- I. Diseñar un programa donde se implemente la siguiente rutina.
 - Rutina 1: Al llegar en el Tanque **A** líquido a su nivel 2 pasar el líquido al tanque **B**.
 - Rutina 2: Al llegar en el Tanque **A** líquido a su nivel 3 pasar el líquido al tanque **B**.
- II. Simular en el programa.
- III. Conectar el tablero con el ascensor y comprobar que si funciona.

Guía Número:	15
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

4. Informe

Al finalizar la práctica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente el programa diseñado y la simulación y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

PROGRAMACION PLANTA PILOTO TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA.

TEMA: Lógica programada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer un lenguaje de programación mas conocido para programar PLC, llamado LADDER.

1. Objetivos

Objetivo General

- Diseñar el circuito y programar PLC donde se programen una rutina para controlar los tanques.

Objetivos Específicos.

- Realizar un programa en Ladder una rutina donde se pueda visualizar el funcionamiento de la planta piloto tanques de recirculacion de agua.

2. Materiales y Equipos

Un computador con los programas instalados del SETP 7.

3. Procedimiento

- I. Diseñar un programa donde se implemente la siguiente rutina.
 - a. Del tanque **A** pasar liquido al tanque **B**.
 - b. Al detectarse que en el tanque **B** el líquido llevo al segundo nivel encender un piloto en los bancos de trabajo y apagar la bomba del Tanque **A**.
- II. Simular en el programa.
- III. Conectar el tablero con el ascensor y comprobar que si funciona.

*Nota: Estado inicial de los tanques Tanque **A** lleno, tanque **B** vacío.*

Guía Número:	16
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

4. Informe

Al finalizar la práctica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente el programa diseñado y la simulación y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

**PROGRAMACION PLANTA PILOTO
TANQUES DE RECIRCULACION DE AGUA.**

TEMA: Lógica programada.

Competencia a Desarrollar.

- Conocer un lenguaje de programación mas conocido para programar PLC, llamado LADDER.

1. Objetivos

Objetivo General

- Diseñar el circuito y programar PLC donde se programen una rutina para controlar los tanques.

Objetivos Específicos.

- Realizar un programa en Ladder una rutina donde se pueda visualizar el funcionamiento de la planta piloto tanques de recirculacion de agua.

2. Materiales y Equipos

Un computador con los programas instalados del SETP 7.

3. Procedimiento

- I. Diseñar un programa donde se implemente la siguiente rutina.
 - a. Bomba en tanque **B** pase líquido al tanque **A**.
 - b. Al llegar al nivel 2 del tanque **A** encienda un piloto en el banco de trabajo.
 - c. Al llegar al nivel 3 del tanque **A** apague la bomba del tanque **B**, apague el piloto encendido anteriormente y encienda un nuevo piloto.
 - d. 5 segundos después del paso anterior encender la bomba del tanque **A** y pasar líquido al tanque **B**.

Guía Número:	17
Área(s)	Automatización Industrial, Control, Instrumentación, Neumática, Robótica.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

e. Al llegar al nivel 2 del tanque **B** apagar la bomba del tanque **A** y apagar el piloto encendido.

II. Simular en el programa.

III. Conectar el tablero con el ascensor y comprobar que si funciona.

Nota: Estado inicial de los tanques Tanque B lleno, tanque A vacío.

4. Informe

Al finalizar la práctica realice un informe que tenga lo siguiente.

- Presente el programa diseñado y la simulación y explique cómo funciona.
- Saque sus propias conclusiones.

	GUIAS DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL		Código: FR-DO-OXX Versión: 1
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 23 Noviembre 2013	Fecha de versión: 23 Noviembre 2013

TABLA DE HOMOLOGACION DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC

Esta tabla es presentada para guiar a los alumnos sobre la marcación del tablero en la conexión entre los conectores hembra y los pines de entradas y salidas del PLC Siemens.

MARCACION TABLERO PLC	
MARCA	DESCRIPCION
IA0	ENTRADA DIGITAL A CERO
IA1	ENTRADA DIGITAL A UNO
IA2	ENTRADA DIGITAL A DOS
IA3	ENTRADA DIGITAL A TRES
IA4	ENTRADA DIGITAL A CUATRO
IA5	ENTRADA DIGITAL A CINCO
IA6	ENTRADA DIGITAL A SEIS
IA7	ENTRADA DIGITAL A SIETE
IB0	ENTRADA DIGITAL B CERO
IB1	ENTRADA DIGITAL B UNO
IB2	ENTRADA DIGITAL B DOS
IB3	ENTRADA DIGITAL B TRES
IB4	ENTRADA DIGITAL B CUATRO
IB5	ENTRADA DIGITAL B CINCO
M1	COMUN ENTRADAS DIGITALES
QA0	SALIDA DIGITAL A CERO
QA1	SALIDA DIGITAL A UNO
QA2	SALIDA DIGITAL A DOS
QA3	SALIDA DIGITAL A TRES
QA4	SALIDA DIGITAL A CUATRO
QA5	SALIDA DIGITAL A CINCO
QA6	SALIDA DIGITAL A SEIS
QA7	SALIDA DIGITAL A SIETE
QB0	SALIDA DIGITAL B CERO
QB1	SALIDA DIGITAL B UNO
M+	COMUN POSITIVO SALIDAS DIGITALES
M-	COMUN NEGATIVO SALIDAS DIGITALES
IO	ENTRADA ANALOGA CERO
I1	ENTRADA ANALOGA UNO
M2	COMUN ENTRADAS ANALOGA
Q0	SALIDA ANALOGA CERO
M0	COMUN SALIDA ANALOGA