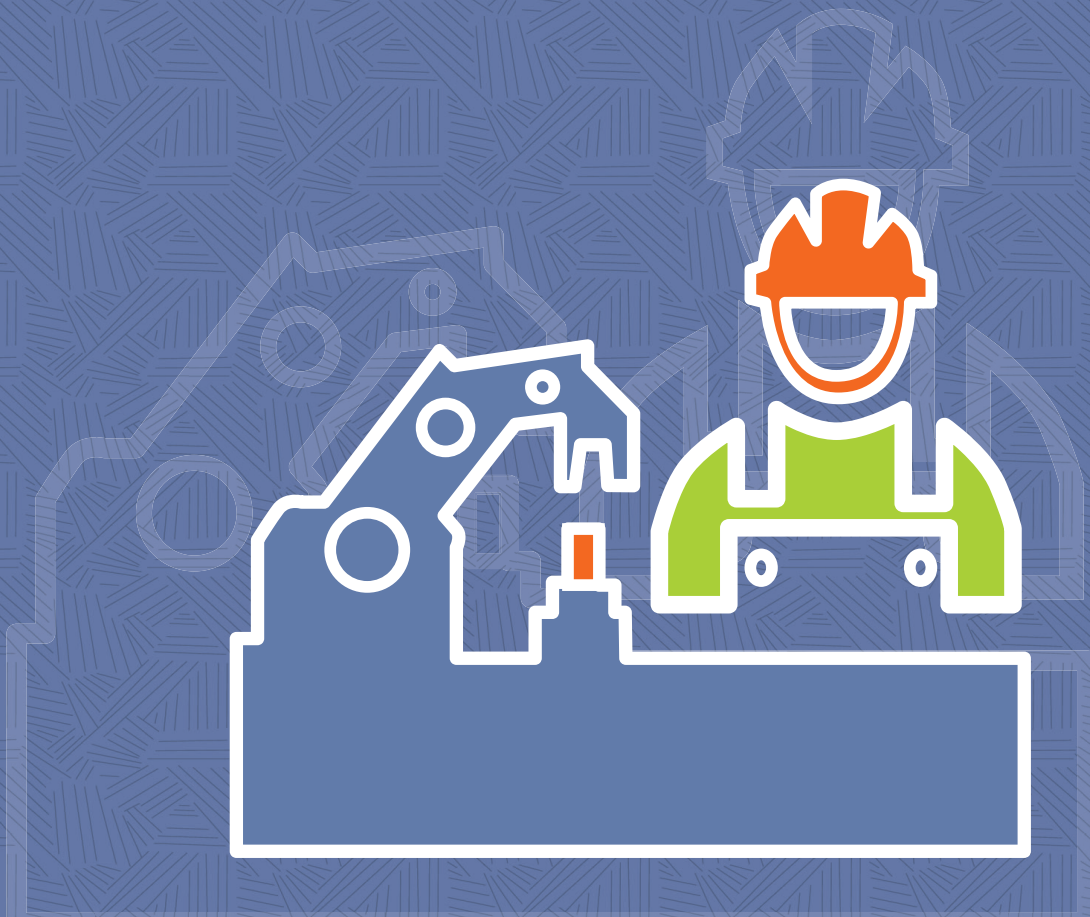




4º

Medio

Electrónica



Automatización Industrial

Equipo Responsable

Mario Ruiz Castro,

Director del Centro de Desarrollo para la Educación Media de INACAP

Andrés Moya Dimter

Coordinador Pedagógico del Centro de Desarrollo para la Educación Media de INACAP

Especialista Técnico

César Álvarez Álvarez

Docente del Área de Electricidad y Electrónica
INACAP Concepción- Talcahuano

**Centro de Desarrollo para la Educación Media, CEDEM
Dirección de Relaciones Educación Media
Vicerrectoría de Vinculación con el Medio y Comunicaciones**

**Universidad Tecnológica de Chile INACAP
Av. Vitacura 10.151, Vitacura, Santiago-Chile
www.inacap.cl/cedem
cedem@inacap.cl**

**Proyecto Financiado con aportes de Universidad Tecnológica de Chile INACAP, Fundación Arturo Irarrázaval Correa y Ministerio de Educación de Chile, año 2016 - 2017.*

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	6
PLANIFICACIÓN SUGERIDA	7
SESIÓN N° 1: SELECCIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS, ASOCIADOS AL CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES	14
SESIÓN N° 2: CONECTANDO ENTRADAS Y SALIDAS A EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE CONTROL.	20
SESIÓN N° 3: EL LAZO DE CORRIENTE DE 4 A 20 [MA].	27
SESIÓN N° 4: CONEXIÓN Y COMUNICACIÓN PC-PLC.	35
SESIÓN N° 5: ELEMENTOS UTILIZADOS EN LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.	39
SESIÓN N° 6: FUNCIONES SET-RESET Y DE ENCLAVAMIENTOS.	46
SESIÓN N° 7: FUNCIONES DETECTORES DE FLANCO Y ONE-SHOT.	53
SESIÓN N° 8: CONTADORES I.	60
SESIÓN N° 9: CONTADORES II.	66
SESIÓN N° 10: TEMPORIZADORES I.	72
SESIÓN N° 11: TEMPORIZADORES II	81
SESIÓN N° 12: COMPARADORES I.	86
SESIÓN N° 13: COMPARADORES II.	92
SESIÓN N° 14: OPERADORES ARITMÉTICOS.	97
SESIÓN N° 15: MOVIMIENTO DE REGISTRO.	103
SESIÓN N° 16: ESTÁNDAR PARA COMUNICACIONES ENTRE DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE CONTROL DE PROCESOS.	107
SESIÓN N° 17: HERRAMIENTAS PARA APLICACIONES HMI, PARTE I.	112
SESIÓN N° 18: HERRAMIENTAS PARA APLICACIONES HMI, PARTE II.	116
SESIÓN N° 19: HERRAMIENTAS PARA APLICACIONES HMI, PARTE III.	122
SESIÓN N° 20: APLICACIÓN I: SISTEMA DE ESTACIONAMIENTOS DE VEHÍCULOS.	126
SESIÓN N° 21: APLICACIÓN II: PORTÓN ELÉCTRICO AUTOMATIZADO.	131
SESIÓN N° 22: APLICACIÓN III: EQUIPO DE FUNDICIÓN DE HIERRO.	136
SESIÓN N° 23: SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN PLC. PARTE I.	140
SESIÓN N° 24: SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN PLC. PARTE II.	144
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Diagrama en bloques, de la estructura interna de un plc	16
Figura 2. . Esquemático para el funcionamiento general de un plc y el ciclo scan	17
Figura 3. Representación de una entrada que es “drenadora”o “sinking”.	21
Figura 4. Las 4 posibles combinaciones de entrada/salida	22
Figura 5. Grupo de 4 puntos de entrada y 1 terminal común	23
Figura 6. Conexión de un sensor npn y pnp	25
Figura 7. Componentes de un lazo de corriente	28
Figura 8. Type 2 wire circuit	30
Figura 9. Type 3 wire circuit.	31
Figura 10. Type 4 wire circuit.	31
Configurado el transmisor se procede con el montaje del circuito como se muestra en la figura.	
Figura 11. Thermocouple	32
Figura 12. Sensores y fuentes de poder.	36
Figura 13. Conexión pc-plc	37
Figura 14. Circuitos.	41
Figura 15. Kop y fup	42
Figura 16. Problema de aplicación.	44
Figura 17. Simbología.	47
Figura 18. B1	47
Figura 19. B1k1	47
Figura 20. Emtp i	48
Figura 21. Emtp ii	49
Figura 22. Función.	50
Figura 23 función set.	50
Figura 24. Función reset i	51
Figura 25. Función reset ii	51
Figura 26. Pasar de off a on	54
Figura 27. Pasar de on a off.	54
Figura 28. Flanco positivo	54
Figura 29. Detectar pulso.	55
Figura 30.	55
Figura 31. Flanco de bajada.	55
Figura 32. Correa transportadora.	56
Figura 33. One shot.	58
Figura 34. Cajas.	61
Figura 35. Estructura ctu.	62
Figura 36. Ctd.	62
Figura 37. Segmentos	63
Figura 38. Conexión sensor de proximidad.	63
Figura 39. Funcionamiento programa.	64
Figura 40. Kop network 1	67
Figura 41. Ctud	68
Figura 42. Activación programa	69
Figura 43. Estructura ton	74
Figura 44. Línea de programación.	75
Figura 45. Estructura tof.	76

Figura 46. Línea de programación tof	76
Figura 47. Tonr	76
Figura 48. Preset time.	77
Figura 49. Partida estrella-triángulo	78
Figura 50. Ppulsadores (no o nc)	79
Figura 51. Control de ciclo en mezcla de pintura	79
Figura 52. Comparadores.	82
Figura 53. Función partida estrella-triángulo.	87
Figura 54. Estado de activación.	89
Figura 55. Secuencia activación 8 bobinas.	90
Figura 56. Control batch.	91
Figura 57. Control de embalaje.	94
Figura 58. Operador add_x	95
Figura 59. Operador sub_x	99
Figura 60. Operador mul_x	99
Figura 61. Operador div_x	100
Figura 62. Movimiento de registro.	100
Figura 63. Opc	104
Figura 64. Hmi	108
Figura 65. Programa de control, estacionamiento.	113
Figura 66. Portón.	127
Figura 67. Diagrama de tiempo.	132
Figura 68. Fundición.	133
Figura 69. Em 231	137
Figura 69. Em 231	147
TABLA 1. TEMPERATURA-CORRIENTE-VOLTAJE	33
TABLA 2. SISTEMAS OPERATIVOS SOPORTADOS.	40
TABLA 3. RESOLUCIÓN Y EL NÚMERO DE TEMPORIZADOR	73
TABLA 4. DESCRIPCIONES.	88
TABLA 5. TIEMPO ESTRELLA – TIEMPO MUERTO.	105
TABLA 6. PAUTA DE COTEJO I	128
TABLA 7. PAUTA DE COTEJO II	129
TABLA 8. PAUTA DE COTEJO III	133
TABLA 9. PAUTA DE COTEJO IV	134
TABLA 10. PAUTA DE COTEJO V	138

PRESENTACIÓN

El Centro de Desarrollo para la Educación Media de INACAP (CEDEM), considera dentro de sus líneas de acción el favorecer la implementación curricular de los nuevos Planes de Estudios de la Formación Diferenciada Técnico Profesional a través de un Plan de Apoyo en aquellos módulos considerados críticos en la especialidad de Electricidad y en particular el del Módulo de Instalaciones de Sistemas de Control Eléctrico Industrial.

El sector eléctrico en Chile ha estado en constante expansión durante décadas, dado que el consumo de electricidad, principal fuente de energía utilizada en la industria, en el hogar y en todo ámbito del quehacer humano, se ha quintuplicado en los últimos 30 años en el país.

Uno de sus fines de la generación, transmisión y distribución de la electricidad, es abastecer el consumo en la aplicación industrial, por lo que, en este contexto, se hace necesario que los alumnos adquieran las competencias necesarias, para aplicar técnicas, procedimientos y habilidades que les permitan instalar sistemas de control eléctrico industrial, ya sean trifásico o monofásico, aplicando técnicas de montaje, sugerir modificaciones de funcionamiento de la maquinarias industriales de acuerdo a cada requerimientos solicitados.

En el módulo de Instalaciones de Sistemas de Control Industrial, los alumnos de cuarto año medio deberán ser capaces de aplicar conocimientos tecnológicos en la selección de materiales e insumos de acuerdo a manuales de maquinarias industriales a realizar el montaje y puesta en funcionamiento.

Asimismo, este módulo encamina a cada estudiante a desarrollar las competencias necesarias para determinar y proponer soluciones en la implementación de un proyecto eléctrico domiciliario, de acuerdo a especificaciones técnicas específicas y considerando la normativa eléctrica vigente. Además, fomenta el uso de instrumentos de medida eléctricos en el análisis de las instalaciones desde un ámbito práctico y real.

Luego, el presente texto de apoyo desarrolla actividades y metodologías que contemplan el trabajar con los contenidos en sus tres dimensiones, es decir, conocimiento, habilidades y actitudes, o sea, el aprendizaje por competencias, lo que permitirá al alumno adquirir aquellas capacidades que le preparen para el inicio de una vida de trabajo en la especialidad.

PLANIFICACIÓN SUGERIDA

4° Medio Especialidad Electrónica; Modulo: Automatización Industrial; Total de 152 Horas

Sesión N° 1	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Selección de equipos electrónicos, asociados al control de procesos industriales	Monta y conecta relés programables utilizados en el control de procesos básicos, según requerimiento del proyecto.	Clasifica estructuras de autómatas programables, considerando módulos, señales y conexiones básicas.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 2	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Conectando entradas y salidas a equipos electrónicos de control.	Monta y conecta relés programables utilizados en el control de procesos básicos, según requerimiento del proyecto.	<p>Evalúa los tipos de autómatas según requerimientos, características funcionales, estructura, conexión, y software de programación, utilizando herramientas TICs y gestionando conocimiento.</p> <p>Conecta instrumentos de medición según las características propias del proceso.</p>	4 horas pedagógicas
Sesión N° 3	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
El lazo de corriente de 4 a 20 [mA].	Monta y conecta relés programables utilizados en el control de procesos básicos, según requerimiento del proyecto.	Identifica características y aplicaciones de las señales de transmisión industrial, de acuerdo al tipo de proceso.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 4	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Conexión y comunicación PC-PLC.	Maneja equipos de control lógico de prestaciones menores, según normativas vigentes y requerimientos de la planta industrial.	Identifica la comunicación entre un controlador lógico programable y un computador, de acuerdo a procedimientos estandarizados, considerando insumos requeridos por el fabricante.	4 horas pedagógicas

Sesión N° 5	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Elementos utilizados en los lenguajes de programación.	Maneja equipos de control lógico de prestaciones menores, según normativas vigentes y requerimientos de la planta industrial.	Determina bloques funcionales de acuerdo a tipo y características según requerimientos de aplicación. Configura parámetros, según propiedades de funcionamiento de bloques y requerimientos de aplicación.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 6	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Funciones Set-Reset y de enclavamientos.	Maneja equipos de control lógico de prestaciones menores, según normativas vigentes y requerimientos de la planta industrial.	Configura tabla de estado de comportamiento de bloques funcionales, considerando requerimientos de aplicación. Aplica programación básica para la automatización de un proceso, utilizando instrucciones secuenciales y lógica de enclavamiento.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 7	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Funciones detectores de flanco y one-shot	Maneja equipos de control lógico de prestaciones menores, según normativas vigentes y requerimientos de la planta industrial.	Aplica programación básica para la automatización de un proceso, utilizando instrucciones secuenciales y lógicas.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 8	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Contadores I	Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.	Reconoce los diferentes contadores existentes para su programación, según propiedades del controlador lógico programable. Realiza programas utilizando contadores en procesos secuenciales y lógicos.	4 horas pedagógicas

Sesión N° 9	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Contadores II	Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.	Ejecuta programas para verificar el comportamiento de las variables en un circuito automatizado, de acuerdo a requerimientos de aplicación de procesos.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 10	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Temporizadores I	Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.	Reconoce diferentes temporizadores existentes para su programación, según propiedades del controlador lógico programable. Realiza programas utilizando temporizadores en procesos secuenciales y lógicos.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 11	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Temporizadores II	Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.	Ejecuta programas para verificar el comportamiento de las variables en un circuito automatizado, de acuerdo a requerimientos de aplicación de procesos.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 12	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Comparadores I	Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.	Reconoce diferentes comparadores existentes para su programación, disponibles en el software de programación. Ejecuta programas utilizando comparadores en procesos secuenciales y lógicos.	4 horas pedagógicas

Sesión N° 13	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Comparadores II	Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.	Ejecuta programas para verificar el comportamiento de las variables en un circuito automatizado, de acuerdo a requerimientos de aplicación de procesos.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 14	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Operadores Aritméticos.	Programa PLCs de gama baja y pantallas HM, según requerimientos del proceso industriales simples.	Reconoce las funciones básicas de distintos operadores aritméticos disponibles en el software de programación, utilizando programas que requieran de estos.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 15	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Movimiento de Registro.	Programa PLCs de gama baja y pantallas HM, según requerimientos del proceso industriales simples.	Reconoce las funciones básicas de los movimientos de registro disponibles en el software de programación, utilizando programas sencillos que requieran de estos.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 16	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Estándar para comunicaciones entre dispositivos y sistemas de control de procesos.	Programa PLCs de gama baja y pantallas HM, según requerimientos del proceso industriales simples.	Describe en forma general el estándar de comunicación OPC, según especificaciones técnicas de monitoreo de datos de una arquitectura típica de control comunicacional en procesos.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 17	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Herramientas para aplicaciones HMI, parte I	Programa PLCs de gama baja y pantallas HM, según requerimientos del proceso industriales simples.	Determina características comunicacionales y funcionales de OPC, utilizando herramientas para aplicaciones HMI.	4 horas pedagógicas

Sesión N° 18	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Herramientas para aplicaciones HMI, parte II	Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.	Implementa un enlace de comunicación entre un servidor y un cliente OPC, utilizando herramientas para aplicaciones HMI.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 19	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Herramientas para aplicaciones HMI, parte III	Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.	Diseña pantallas HMI, verificando el monitoreo de datos entre el computador y el controlador lógico programable.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 20	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Aplicación I: Sistema de estacionamientos de vehículos.	Programa PLCs de gama baja y pantallas HM, según requerimientos del proceso industriales simples.	Diseña pantallas HMI, de acuerdo a requerimientos de aplicación del proceso específico propuesto.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 21	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Aplicación II: Portón eléctrico automatizado.	Programa PLCs de gama baja y pantallas HM, según requerimientos del proceso industriales simples.	Diseña pantallas HMI, de acuerdo a requerimientos de aplicación del proceso específico propuesto.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 22	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Aplicación III: Equipo de fundición de hierro.	Programa PLCs de gama baja y pantallas HM, según requerimientos del proceso industriales simples.	Diseña pantallas HMI, de acuerdo a requerimientos de aplicación del proceso específico propuesto.	4 horas pedagógicas

Sesión N° 23	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Supervisión del funcionamiento de un PLC. Parte I	Mantiene equipos electrónicos de control automático industrial, conforme al tipo de sistema, considerando procedimientos establecidos y especificaciones técnicas del fabricante.	Aplica métodos de localización de averías de acuerdo a manual de fabricante de un PLC.	4 horas pedagógicas
Sesión N° 24	Aprendizaje Esperado De la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
Supervisión del funcionamiento de un PLC. Parte II	Mantiene equipos electrónicos de control automático industrial, conforme al tipo de sistema, considerando procedimientos establecidos y especificaciones técnicas del fabricante.	Aplica un proceso automatizado, conectando equipos, programando y demostrando el correcto funcionamiento de la automatización, de acuerdo a especificaciones de elementos y módulos de PLC.	4 horas pedagógicas

Sesión N° 21	Aprendizaje Esperado de la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA MÁQUINA ELÉCTRICA INDUSTRIAL	Instala cuadros de maniobra para el control o temporización de máquinas, equipos e instalaciones eléctricas	Monta y fija los dispositivos de temporización para modificar el funcionamiento ya existente para un mejoramiento según necesidad de una modificación del sistema	4 Horas Pedagógicas
Sesión N° 22	Aprendizaje Esperado de la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA MÁQUINA ELÉCTRICA INDUSTRIAL	Instala cuadros de maniobra para el control o temporización de máquinas, equipos e instalaciones eléctricas	Realiza pruebas de funcionamiento, control y temporización, según los procedimientos técnicos, utilizando los instrumentos de medición y los elementos de protección personal, aplicando las normas eléctricas de seguridad vigentes.	4 Horas Pedagógicas
Sesión N° 23	Aprendizaje Esperado de la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA MÁQUINA ELÉCTRICA INDUSTRIAL	Instala cuadros de maniobra para el control o temporización de máquinas, equipos e instalaciones eléctricas	Realizan prácticas en simuladores de control y comando, desarrollando los circuitos de control y comando de la partida estrella triángulo y realizar la incorporación de la inversión de giro más la señalización	4 Horas Pedagógicas
Sesión N° 24	Aprendizaje Esperado de la Especialidad	Objetivo de la Sesión	Tiempo Estimado
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA MÁQUINA ELÉCTRICA INDUSTRIAL	Instala cuadros de maniobra para el control o temporización de máquinas, equipos e instalaciones eléctricas	Elabora un informe técnico con los resultados de análisis y las conclusiones de la instalación de sistemas de control eléctrico industrial, considerando la normativa vigente.	4 Horas Pedagógicas

SESIÓN Nº1

Selección de equipos electrónicos, asociados al control de procesos industriales

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación:

Inicie la sesión comentando los objetivos del módulo, el aprendizaje que se espera lograr, las metodologías que se utilizarán para realizar la actividad y la forma en que serán evaluados los estudiantes. Expone acerca de las técnicas y procedimientos utilizados en el trabajo con PLC manipulados en el entorno industrial.

Como propósito de esta primera sesión, se espera que en este momento del programa, pueda dar a conocer el contexto del módulo de automatización industrial, revelando la incidencia de las competencias técnicas y genéricas de la formación técnico profesional, y de esta forma contribuir al logro del perfil de egreso de la especialidad.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Clasifica estructuras de autómatas programables, considerando módulos, señales y conexiones básicas.

AE

Monta y conecta relés programables utilizados en el control de procesos básicos, según requerimiento del proyecto.

Recomendaciones Metodológicas

Muestre el recurso audiovisual o recurso de aprendizaje, motivando a las y los estudiantes a participar en la consecución de los Objetivos Esperados en el desarrollo del Módulo, para lo cual debe:

- Efectuar una introducción con los objetivos del módulo.
- Explicitar los objetivos que se esperan lograr en cada actividad.
- Indicar la metodología que se usará para cada actividad.
- La forma en que serán evaluados las y los estudiantes

Aplique la metodología de Análisis o Estudio de Casos, para presentar en forma audiovisual casos reales o simulados de planos de control y comando industrial, los estudiantes se deben agrupar como equipos de trabajo de a tres alumnos.

Esta metodología requiere que los estudiantes desarrollen la habilidad de trabajar en equipo, lo cual les será propicio en su futuro laboral. Para ello, el trabajo debe definirse con claridad y ser ejecutado según una planificación, cumpliendo con los plazos de entrega indicados.

Actividad N°1.1 Conocer el PLC



Minutos

Presente a los estudiantes información referida a esta sesión, motive a sus alumnos a conocer el PLC con el cual van a desarrollar todas sus experiencias prácticas, para ello es necesario tener a mano el equipo y el manual del mismo. Realice una comparación de distintos equipos en base a su estructura externa y que ellos distingan el PLC compacto del PLC modular. Si no dispone de variados equipos, entonces realice un trabajo en entorno web, donde los estudiantes organizados en grupos descubran estas características.

Como opción, puede plantear la siguiente analogía:

- Enumere entre un PC y un PLC cuáles son los periféricos de entrada y de salida que se le han de conectar al equipo.
- ¿Qué similitud existe entre estos equipos I/O?
- Bosqueje, mediante un diagrama en bloques (ver figura 2) la arquitectura interna de ambos equipos.

Actividad N°1.2 PLC



Minutos

Realizada la actividad de inicio, se presenta la primera tarea a realizar. Entregue a los grupos la guía Actividad 1.2 (ver Anexos)

Para el desarrollo de este breve cuestionario. Realice en clase las siguientes explicaciones apoyado por algún recurso audiovisual de elaboración propia y preferentemente con equipos reales y experiencias demostrativas.

Arquitectura Interna de un PLC

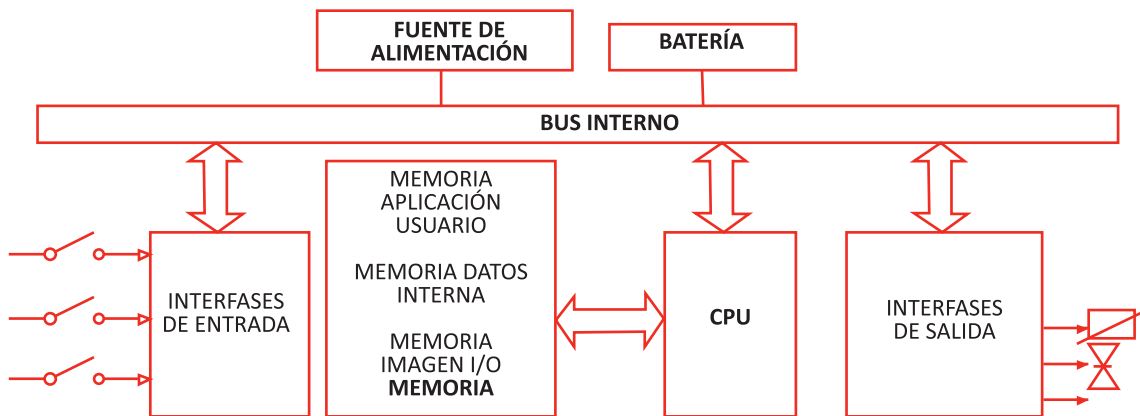
Un autómata programable industrial es un equipo de control basado en la electrónica digital de alta integración, con conexiones internas (hardware) independiente del proceso a controlar. En términos concretos se implementan con microprocesadores. (Balcells y Romeral, 2000, p. 67).

Un autómata programable o PLC tiene como componentes básicos secciones entradas, salidas, CPU y dispositivo de programación.

Un análisis más detallado podemos componer, al igual que un microprocesador se compone esencialmente de los siguientes bloques funcionales:

- Unidad central de proceso, CPU.
- Memorias.
- Interfaces de entrada y salida.
- Fuentes de alimentación.
- Bus interno.

Figura 1. Diagrama en bloques, de la estructura interna de un PLC



Fuente: Automatización y Electrónica (2016);

Funcionamiento General de un PLC

“Un PLC es un autómata programable diseñado y construido para efectuar el control lógico que se requiere en los procesos industriales. Para controlar dicho proceso, este controlador emplea un programa específico (aplicación), el que contiene la secuencia de las operaciones a realizar y todos los condicionamientos lógicos necesarios. En forma práctica, las condiciones lógicas que se requieren, se establecen mediante dispositivos de dos estados (selectores, switches, pulsadores, etc.). Estos dispositivos de terreno se conectan a los puntos de entradas del PLC. Esta secuencia de operaciones se comunica al proceso como señales de salida a los pre-actuadores del proceso, estos están cableados directamente en los bornes de conexión del PLC.

El PLC puede ser visto como un dispositivo inteligente capaz de calcular a través de un Programa de control lógico, las salidas en función de las entradas determinadas.

Capacidades Generales de un PLC

Un PLC genérico tiene por lo menos las siguientes capacidades:

Entrada – salida

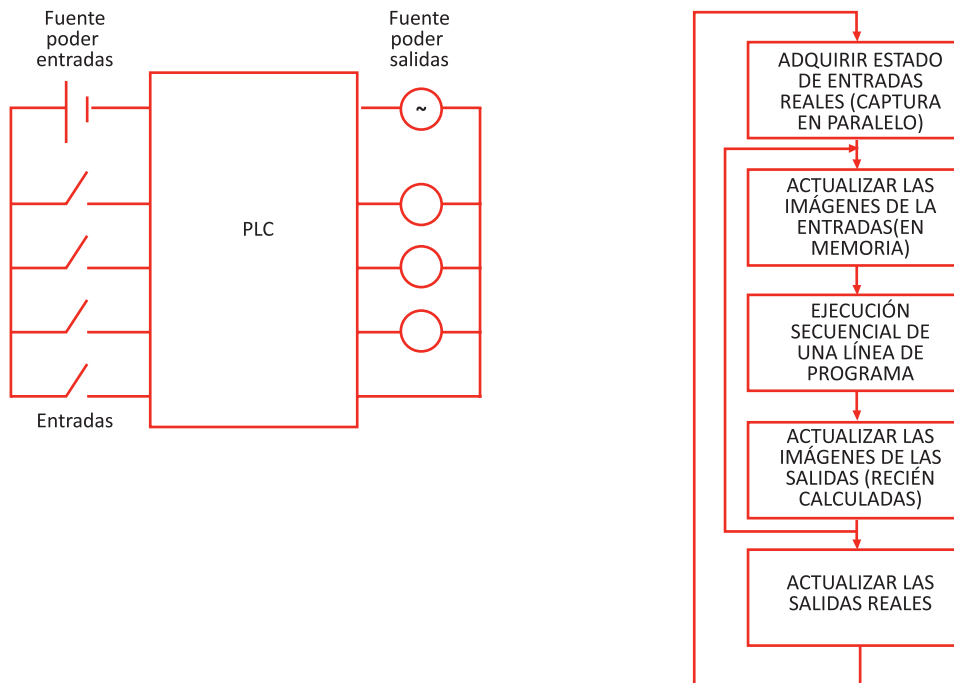
a. Entradas digitales. *El PLC acepta la conexión directa a sus bornes de entrada digital de contactos secos provenientes de comandos o detectores de terreno. También acepta la información digital proveniente de sensores inductivos o capacitivos.*

b. Entradas análogas. *El PLC acepta la conexión directa a sus bornes de entrada análoga de instrumentos de medición provenientes de terreno.*

c. Salidas digitales. *El PLC acepta la conexión directa a sus bornes de salida digital de pre-actuadores digitales tales como relés, contactores, electroválvulas etc.*

d. Salidas análogas. El PLC acepta la conexión directa a sus bornes de salida análoga de válvulas de control” (Vanin & Waman, 2003).

Figura 2. . Esquemático para el funcionamiento general de un PLC y el ciclo SCAN



Fuente: Vanin y Warman (2003)

Realizada esta parte, entregue a los grupos las siguientes indicaciones:

1. Mediante un diagrama en bloques, explique la arquitectura interna de un PLC.
2. Dentro de los modos de funcionamiento de un PLC, explique: (i) El ciclo SCAN, (ii) el modo RUN, (iii) el modo STOP y (iv) el modo TERM o PROGRAM.
3. Variables discretas y variables analógicas. ¿Cuál es su diferencia?
4. ¿Cómo se estructura el registro de memoria de su PLC?
5. ¿Cuáles son las interfaces de comunicación que permitirán comunicar su PC con su PLC?

Actividad N°1.3 Experiencia PLC



Minutos

Realizada la Actividad N°1.2, se presenta la segunda tarea a realizar. Trabaje con sus alumnos los siguientes temas y apoye su trabajo con el recurso audiovisual propio:

- Tipos de memoria en un PLC.
- Direccionamiento de memoria.
- Instrucciones de programa.

Entregue a los grupos la guía Actividad 1.3 (ver Anexos)

INICIO DE LA EXPERIENCIA

Trabaje con sus alumnos los siguientes temas y apoye su trabajo con el recurso audiovisual propio

Memoria de un PLC.

El PLC es un equipo basado en un procesador. Los procesadores trabajan con: instrucciones; direcciones y datos.

Las **instrucciones** corresponden al programa de aplicación y se almacenan en la zona de programa de la memoria.

Las **direcciones** identifican en forma inequívoca a los dispositivos de terreno y los elementos virtuales que usa el PLC (temporizadores, contadores, salidas virtuales, etc.).

Los **datos** que maneja el PLC son de valor cero o uno, y corresponden a los valores lógicos de las señales que utiliza. Estos valores corresponden al valor de las entradas, las salidas, y otros contactos virtuales que maneja la lógica del programa.

El procesador adquiere sus datos desde los módulos de entrada, ejecuta las instrucciones del programa de control y evacua sus resultados hacia los pre-actuadores mediante los módulos de salida. Al igual que cualquier procesador debe emplear un bus de datos, un bus de direcciones y otro de control para comunicarse con la memoria y las interfaces de entrada y de salida a terreno. En forma práctica, en los PLC se establece un bus interno que incorpora además las líneas de alimentación.

Entregue a los grupos las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la diferencia entre la memoria de programa del usuario, la memoria de datos y la memoria imagen de entradas/salidas de un PLC?

La mayoría de los programas PLC funcionan en máquinas de 16 bits lo que significa que el procesador maneja 2 bytes al mismo tiempo. En una máquina de 16 bit, dos bytes reciben el nombre de largo de palabra (word length) o simplemente una palabra (word) de memoria.

2. ¿Cómo y qué tipo de datos maneja su PLC?

Actividad N°1.4

Cierre de Sesión. Funciones detectadas de un autómatas programable



Minutos

Al finalizar las respuestas de las actividades 1.2 y 1.3, inicie un debate con sus estudiantes, buscando el análisis por parte de ellos respecto de las funciones detectadas de un autómatas programable o un PLC.

Puede rescatar los aspectos más importantes que se han investigado en este trabajo y enfatiza la importancia que tienen para las siguientes sesiones de trabajo. Ejemplo:

- ¿Cuáles son los criterios que se deben tener al escoger un PLC?
- ¿Qué debería hacer un técnico al recomendar un PLC para un proceso?
- ¿Qué factores deberían ser considerados cuando se realiza una inspección de mantenimiento en un PLC?

De por finalizada la sesión e indica a los estudiantes que deberán repasar lo aprendido.

MATERIALES

- Computador
- Data show
- Conexión a internet para investigación
- PLCs de estructura compacta y estructura modular
- Hoja de actividad 1.2
- Hoja de actividad 1.3

SESIÓN Nº2

Conectando entradas y salidas a equipos electrónicos de control.

AE

Monta y conecta relés programables utilizados en el control de procesos básicos, según requerimiento del proyecto.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Presentación:

En la primera parte de la sesión se busca analizar dos términos asociados a las entradas y salidas de un PLC y hacer estos conceptos fáciles de entender. Primero se darán las definiciones cortas, seguido por aplicaciones prácticas, que también constituyen la segunda parte de esta sesión donde conectará al PLC los sensores de acuerdo a su especificación.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Evalúa los tipos de autómatas según requerimientos, características funcionales, estructura, conexión, y software de programación, utilizando herramientas TICs y gestionando conocimiento.
- Conecta instrumentos de medición según las características propias del proceso.

Recomendaciones Metodológicas:

Se sugiere al docente contar con los recursos auxiliares necesarios para implementar las experiencias prácticas, en lo posible debe tener elementos para conectar las entradas al PLC tales como: pulsadores, finales de carrera y sensores de proximidad y para las salidas del PLC contar con luces piloto, relés, SSR como insumos básicos para el logro de los objetivos.

Es recomendable también, que el docente vele por el cumplimiento de los tiempos asignados a cada actividad, para que de este modo durante el desarrollo de esta sesión se puedan trabajar todas las actividades propuestas y así cumplir los objetivos.

Se debe velar además por el cumplimiento de las normas de seguridad, ya que, se podría estar expuestos a riesgos eléctricos.

Actividad Nº2.1 Presentación de estrategias de cableado



Minutos

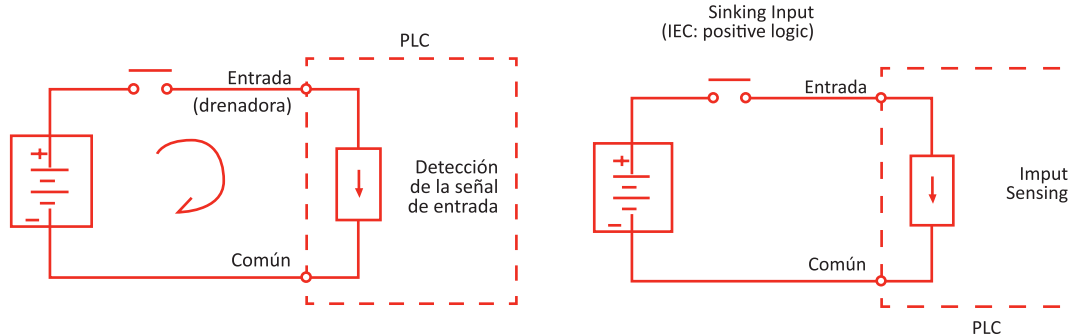
Antes de avanzar en la presentación de estrategias de cableado, es necesario introducir los conceptos de “sinking” y “sourcing”. Estos términos se aplican a circuitos típicos de entradas o salidas. (En español: “drenadoras” y “surtidoras”)

Revise junto a sus alumnos los siguientes conceptos y motive a la participación, ya que, en cada sesión de programación será necesario conectar entradas y salidas del PLC.

La terminología de sink y source se aplica sólo a circuitos de entradas y salidas de corriente continua (CC). Los puntos de entradas y salidas de un PLC que son solamente sink o solamente source pueden conducir corriente en una dirección.

Esto significa que es posible conectar la fuente externa de suministro y el sensor al punto de entradas y salidas de tal forma que la corriente fluya en la dirección errada y el circuito no operará. Sin embargo, podemos conectar adecuadamente el aparato de suministro y el sensor cada vez entendiendo lo que es una entrada o salida “sink” y “source” (AutomationDirect, 2007).

Figura 3. Representación de una entrada que es “drenadora” o “sinking”.

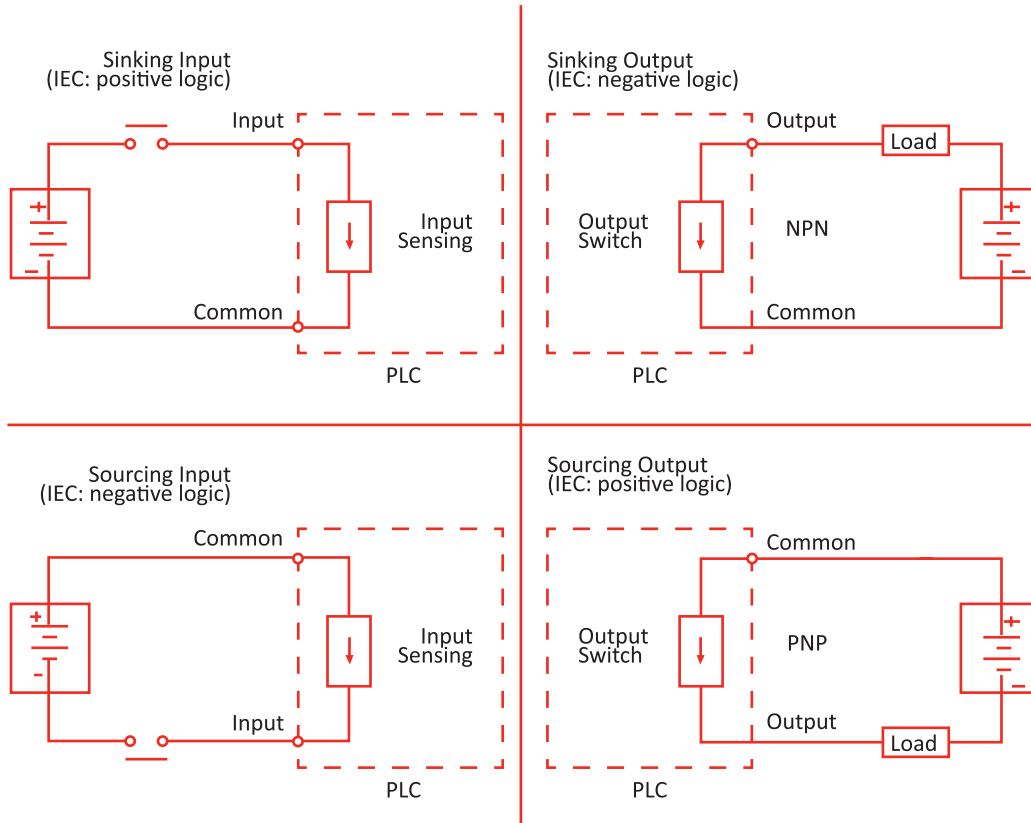


Fuente: AutomationDirect (2015)

Para conectar apropiadamente el suministro externo, sólo tenemos que conectar la entrada para que proporcione un camino a negativo (-). De modo que comenzamos en el terminal de la entrada del PLC, seguimos por el circuito del sensor de entrada, saliendo en el terminal común y conectamos la fuente (-) al terminal común. Agregando el interruptor entre la fuente (+) y la entrada, hemos completado el circuito. La corriente fluye en la dirección de la flecha cuando el interruptor se cierra.

Aplicando el principio del circuito anterior a las cuatro combinaciones posibles de los tipos de entradas y salidas sinking y sourcing, tenemos los cuatro circuitos mostrados más abajo.

Figura 4. Las 4 posibles combinaciones de entrada/salida



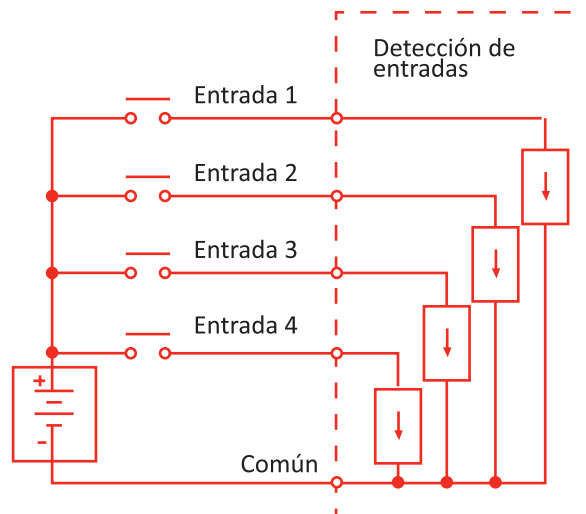
Fuente: AutomationDirect (2015)

Con el avance de la tecnología y la capacidad de integración, hoy ya contamos con el diseño de entradas del PLC de tipo Sink/Source que permiten la circulación de corriente en cualquiera de los dos sentidos, así que esto ya no es un problema. Esto ocurre con cualquier marca de PLC.

Conceptos de terminales “comunes” de E/S

“Para que opere un circuito de entradas y salidas del PLC, la corriente debe entrar en un terminal y salir en otro. Esto significa que por lo menos dos terminales se asocian con cada punto de entrada o salida. En la mayoría de los PLCs, el terminal de entrada o salida es el camino principal para la corriente. Un terminal adicional debe proporcionar el camino de regreso a la alimentación. “Este es el terminal común”. La mayoría de los puntos de entradas o salidas se agrupan en los PLCs en el camino de regreso entre dos o más entradas o salidas. La figura muestra un grupo (o el banco) de 4 puntos de entradas que comparten un camino común de regreso. De esta manera, las cuatro entradas requieren sólo cinco terminales en vez de ocho” (AutomationDirect, 2007)

Figura 5. Grupo de 4 puntos de entrada y 1 terminal común PLC



Fuente: AutomationDirect (2007).

NOTA: En este circuito, la corriente en el común es 4 veces la corriente de entrada del canal cuando todas las entradas se energizan. Esto es especialmente importante en circuitos de salidas, donde es a veces necesario colocar un conductor de mayor sección.

Algunos de los módulos de entradas y salidas comparten a menudo un camino de retorno común. El módulo de combinación de entradas y salidas es una excepción. La mejor indicación de agrupamiento en un común en entradas y salidas está en la etiqueta de cableado. Las entradas y las salidas en comunes separados.

Actividad Nº2.2 Señal del sensor como una entrada más del PLC.

La idea acá es conocer e implementar lo necesario como para contar con la señal del sensor como una entrada más del PLC.

Debemos tener en claro que estos sensores necesitan alimentación, por lo que tenemos que tener en cuenta su provisión. Además de esto debemos decidir el tipo de salida que debe tener si es NPN o PNP.

Entregue a los grupos la guía Actividad 2.2 (ver Anexos) con las siguientes instrucciones a los estudiantes.

Realice el conexionado de un captador pasivo a su PLC, según se indica en la figura. Puede conectar un pulsador N.O., un pulsador N.C. o un final de carrera. Considere todas las conexiones posibles y aplique teoría de circuitos para plantear desafíos a sus alumnos, solicitándoles al mismo tiempo que investiguen sobre los datos técnicos de su tarjeta de entrada del PLC

Captador activo y captador pasivo

Este análisis es importante porque nos indica de la necesidad de alimentación o no de lo que vamos a conectar a las entradas del PLC.

Podemos decir entonces que un captador es pasivo si no requiere de tensión para funcionar como tal. Este sería el caso de los pulsadores, interruptores, finales de carrera, etc. La conexión es, entonces, más sencilla.

Pero para el caso de los captadores activos se requiere que esté conectado a una fuente de tensión para obtener su señal, justamente para conectarlo como una entrada al PLC. En este caso estamos hablando, por ejemplo, de un detector de proximidad inductivo o capacitivo.

Actividad Nº2.3



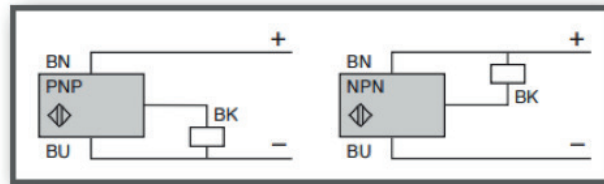
Minutos

Realice el conexionado de un sensor inductivo o capacitivo a la entrada de su PLC. Entregue a los grupos la guía Actividad 2.3 (ver Anexos)

Selección PNP o NPN

“Para sensores discretos, existen dos tipos de salida: los NPN o salida que consumen corriente, y los PNP o salida que entrega corriente. Los nombres se corresponden con conceptos más electrónicos sobre los que no se va a explicar. Lo único que sigue importando es que la forma de conectar uno u otro sensor a la entrada del PLC es diferente. En la imagen de más abajo lo que tienen que tener en cuenta es que el rectángulo blanco, representa la carga para que circule corriente, en nuestro caso es la entrada del PLC” (“El sensor inductivo y su conexión como entrada de PLC | Yo Ingeniería”, 2015)

Figura 6. Conexión de un sensor NPN y PNP



Fuente: Yo Ingeniería (2015)

Pueden ver que la conexión es distinta según el tipo de sensor que se trate. Una manera simple de recordar es la siguiente:

En un sensor **PNP**, el cable negro va a la carga y desde la carga a **Negativo**
 En un sensor **NPN**, el cable negro va a la carga y desde la carga a **Positivo**

Actividad Nº2.4 Cierre de Sesión. Conexiones aprendidas



Revisión y análisis del trabajo que han llevado a cabo durante las sesiones prácticas de conexión.

Realice un trabajo colaborativo en el cual los integrantes de cada grupo discuten las conexiones aprendidas, comparten las soluciones a los problemas planteados y determinan a través de la investigación cómo estas pueden ser utilizadas en el ámbito industrial.

Ejemplo:

Explique usted ¿En qué situación se recomendaría utilizar la conexión NPN y cuál la PNP?

Las limitaciones de los sensores inductivos y capacitivos, desde el punto de vista eléctrico, están en la corriente que son capaces de manejar cuando se les conecta a la carga.

Bosqueje en su cuaderno la medición que usted haría para comprobar la corriente medida entre el sensor y el PLC.

Finalmente, y como cierre el profesor repasa los contenidos vistos y trabajados durante la sesión, indicando aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el quehacer, recalcando los aspectos de seguridad involucrados.

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB • Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Botoneras NC y NO
- Finales de carrera
- Sensores de proximidad NPN y PNP
- Luces piloto
- Relés
- Relés de estado sólido SSR
- Hoja de Actividad 2.2
- Hoja de Actividad 2.3

SESIÓN N° 3

El lazo de corriente de 4 a 20 [mA].

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

AE

Monta y conecta relés programables utilizados en el control de procesos básicos, según requerimiento del proyecto

Presentación:

Es propósito de la sesión, analizar las señales analógicas de instrumentación que son conectadas al PLC. En la primera parte de las experiencias se trabaja con la configuración de un transmisor y luego se debe implementar el lazo de corriente, considerando mediciones de variables eléctricas de voltaje y corriente en el circuito.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión:

- Identifica características y aplicaciones de las señales de transmisión industrial, de acuerdo al tipo de proceso.

Recomendaciones Metodológicas:

En esta sesión se necesita para implementar las experiencias, de al menos un transmisor de temperatura y un sensor por grupo de trabajo. Es posible que su PLC no cuente con un módulo analógico, que para el caso del S7 200 sería el módulo EM-235, sin embargo, usted debe explicar a sus alumnos que de todas formas se puede hacer la actividad si reemplazamos el módulo por una resistencia de 250[Ω], lo importante es generar la señal de corriente en un lazo cerrado.

Es recomendable también, que el docente vele por el cumplimiento de los tiempos asignados a cada actividad, para que de este modo durante el desarrollo de esta sesión se puedan trabajar todas las actividades propuestas y así cumplir los objetivos.

Se debe velar además por el cumplimiento de las normas de seguridad, ya que, se podría estar expuestos a riesgos eléctricos.

Actividad Nº3.1 Tipo on-off



Minutos

Relacione con sus alumnos los conocimientos previos vistos en sesiones anteriores, y motíuelos a discutir sobre el tema de los sensores. En la sesión anterior se ha tratado de sensores cuyas señales o modo de funcionamiento para el PLC es del tipo on-off, puede preguntarles:

¿Cómo se podrá medir otros tipos de variables de proceso? Ej. Presión, temperatura, nivel, caudal, etc.

¿Qué tipo de señal entregan estos otros instrumentos al PLC?

Analice el contenido de sensores para variables del tipo analógicas junto a sus alumnos.

Introducción al tema

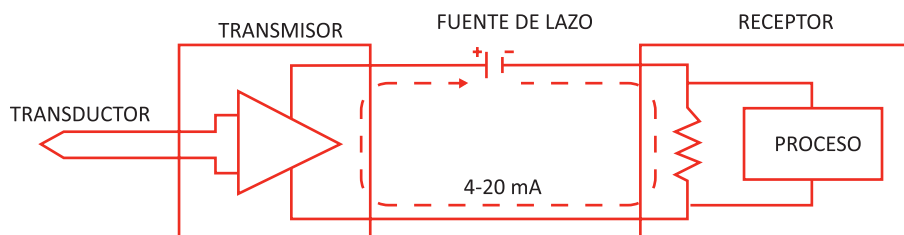
“En un sistema de control de lazo cerrado, podemos encontrar que la entrada de este corresponde al valor deseado de la variable que se quiere controlar, ya sea temperatura, nivel de líquido, velocidad, etc. La salida será el actuador que afectará el estado de la variable que se está controlando, y como retroalimentación será común encontrar sensores, que tomen el estado actual de la variable a controlar en el sistema.

Las señales analógicas provenientes de estos sensores son susceptibles a ruidos, por lo que no pueden transmitir su señal a distancias remotas a algún controlador, PLC o actuador, esto se resuelve colocando transmisores de lazo de corriente de 4-20 [mA]” (Departamento de Ingeniería y Servicios Comind Ltda, 2009).

Componentes de lazo de corriente de 4-20 [mA].

“Un circuito de lazo de corriente de 4-20 [mA], consta de por lo menos 4 elementos: un sensor/transductor, un convertidor de voltaje a corriente también llamado transmisor o acondicionador de señal, una fuente de alimentación para el lazo, y un receptor/monitor.

Figura 7. Componentes de un lazo de corriente



Fuente: Departamento de Ingeniería y Servicios COMIND Ltda. (2009).

Los sensores proveen una salida de voltaje cuyo valor representa la variable física que es medida (por ejemplo, un termopar es un tipo de sensor que provee un nivel de voltaje muy bajo a sus salida, que puede ser proporcional a la temperatura a la que es sometida). El transmisor amplifica y acondiciona la salida del sensor, luego convierte el voltaje a un nivel de corriente directa en un rango de 4-20 [mA], que circula en serie a través de un lazo cerrado. El receptor/monitor, normalmente es una sección o parte de un medidor o sistema de adquisición de datos, que convierte la corriente entre 4-20 [mA] de regreso a voltaje, el cual podrá ser utilizado en algún proceso posterior.

En nuestro caso el receptor es el PLC, específicamente la tarjeta de entrada analógica que debe ser configurada para corriente de 4-20 [mA]. La resistencia que se observa en la figura representa la impedancia de entrada del equipo y esta normalmente tiene un valor de 250 [Ω].

La salida en el transmisor es de corriente y es proporcional a la variable física sensada. Se establece que para un lazo de corriente de 4-20 [mA]: 4 [mA] será la correspondencia a un extremo de la variable física sensada y 20 [mA] corresponde al extremo opuesto.

La fuente de alimentación de lazo, generalmente proporciona, cualquier requerimiento de energía tanto al transmisor como al receptor, o algún otro componente del lazo. Una fuente de 24 Volts, llega a ser un valor de voltaje muy utilizado en aplicaciones de monitoreo de 4-20 [mA], además que 24 Volts es un voltaje utilizado para la alimentación de otros elementos e instrumentos electromecánicos” (Departamento de Ingeniería y Servicios Comind Ltda, 2009).

Cierre esta actividad con sus alumnos, enseñándoles de manera demostrativa, la señal de salida en corriente de un instrumento analógico cuando este experimenta un cambio en la variable medida.

Actividad Nº3.2 Estudio en un transmisor de temperatura



Minutos

En esta actividad centraremos el estudio en un transmisor de temperatura, el cual, será conectado a un sensor previa calibración del equipo.

Entregue la guía de Actividad 3.1 (ver Anexos) con la siguiente instrucción a los estudiantes.

Configuración del transmisor.

En esta actividad práctica, utilizaremos un transmisor del tipo “Block” o del tipo “Rail”, para lo cual usted deberá conectarlo según se muestra en las siguientes figuras y posteriormente configurarlo (ajuste de rango de trabajo y tipo de entrada) vía comunicación con software TxConfig:

A continuación encontrará una clasificación de los transmisores, para que pueda identificar con cuál de estas configuraciones usted y sus alumnos trabajarán con posterioridad.

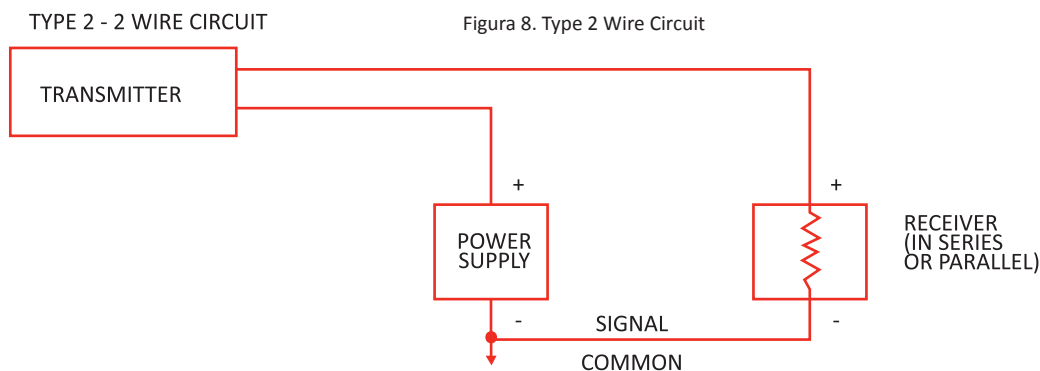
“Transmisor 4-20 [mA]

Dependiendo de los elementos disponibles para energizar, tanto en el transmisor como en el receptor, será el tipo de clasificación que corresponda al lazo de corriente.

Tipo 2: *Es un transmisor de 2 hilos, por los que se provee energía y se extrae la corriente proporcional a la variable sensada. Se considera al transmisor como flotante, ya que la fuente de alimentación se puede encontrar en el receptor así como la señal de tierra.*

La fuente de alimentación opera de 5V a 30V y existe un consumo mínimo de 4mA correspondientes al valor inicial de la variable sensada.

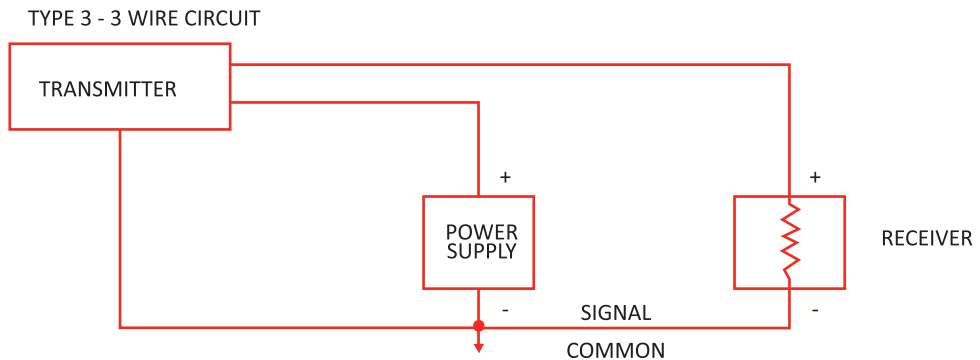
El uso de 2 hilos facilita la instalación, pero demanda una electrónica más compleja en el transmisor” (Departamento de Ingeniería y Servicios Comind Ltda, 2009).



Fuente: Departamento de Ingeniería y Servicios COMIND Ltda. (2009).

Tipo 3: Es un transmisor de 3 hilos, en el que se alimenta al transmisor por un hilo adicional, otro hilo corresponde al lazo de corriente y el tercer hilo es común entre el transmisor, la fuente y el receptor. En este modo se obtiene una electrónica más simple en el transmisor, por el uso de un hilo adicional en las conexiones.

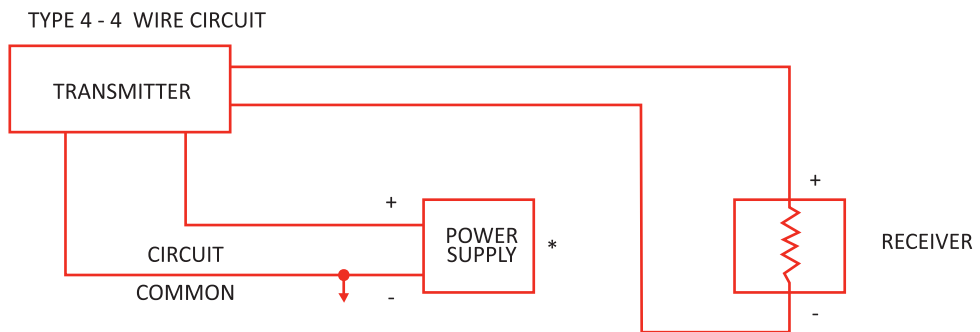
Figura 9. Type 3 wire circuit.



Fuente: Departamento de Ingeniería y Servicios COMIND Ltda. (2009).

Tipo 4: Este transmisor es el resultado de la combinación de los dos anteriores. Se tiene un transmisor alimentado con una fuente de corriente y un receptor con carga flotante.

Figura 10. Type 4 wire circuit.



Fuente: Departamento de Ingeniería y Servicios COMIND Ltda. (2009).

Para el cierre de esta actividad, comente a sus estudiantes que la configuración de “3 hilos” es la más utilizada, encontrando gran variedad de instrumentos que se conectan de esta manera.

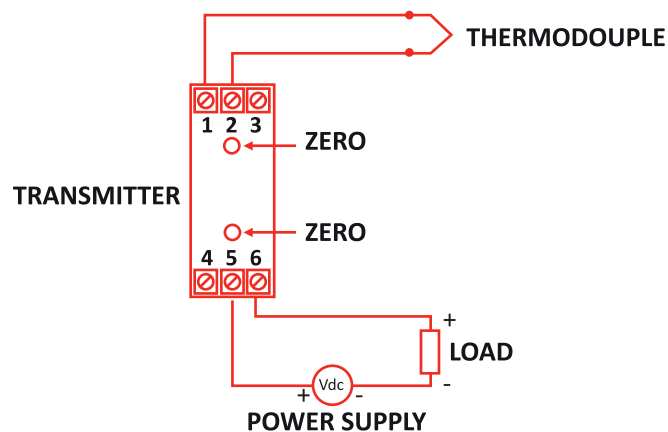
¿Se puede conectar un instrumento de 4 hilos en configuración de 3 hilos? Analice la posibilidad junto a sus estudiantes.

Actividad N°3.3



Entregue la guía Actividad 3.2 (ver Anexos)
Configurado el transmisor se procede con el montaje del circuito como se muestra en la figura.

Figura 11. Thermocouple



Fuente: Comind Ltda. (2009).

Inicialmente se recomienda usar una resistencia de carga de $250[\Omega]$ y explicar a los alumnos que esta resistencia es como si fuese la impedancia de entrada del módulo o tarjeta analógica del PLC.

- Realice las conexiones.
- Realice todas las pruebas necesarias para diagnosticar el correcto funcionamiento del lazo.
- Mida corriente en el lazo y Mida voltaje en la carga

Tabla 1. Temperatura-Corriente-Voltaje

Temperatura	Corriente	Voltaje
°C	[mA]	[V]
0	4	1
25	8	2
50	12	3
75	16	4
100	20	5

(Puede completar una tabla como esta)
Fuente: Elaboración Propia, 2017.

- Concluya sobre la pertinencia de los parámetros seleccionados.
- Registre conclusiones relevantes de la experiencia.

Actividad Nº3.4 Cierre de Sesión. Variables medidas



Minutos

Reflexione junto a sus alumnos lo aprendido en esta sesión, discutan sobre las variables medidas y propónganse el desafío de poder calcular cualquier valor de temperatura, a partir de la corriente entregada por el instrumento, siguiendo la siguiente regla:

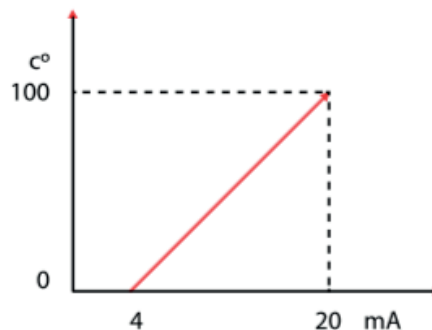
¿Cuál es la temperatura que se tiene cuando la corriente es de 14,5 [mA]?

$$y = mx + b$$

donde $m = (100 - 0) / (20 - 4) = 6,25$

Entonces:

$$^{\circ}\text{C} = 6,25 * \text{corriente en [mA]} - 25$$



MATERIALES

- Sensor de temperatura PT-100 o Termopar tipo K.
- Transmisor Tx-Rail Novus.
- Tx Config USB y Tx Config software.
- Fuente de poder regulada.
- R 250 Ohm.
- Tester.
- Hoja de Actividades 3.2

Opcional:

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200 y módulo EM-235
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9

SESIÓN Nº 4

Conexión y comunicación PC-PLC.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Presentación:

El propósito de esta sesión es poder establecer la comunicación entre el PLC y el PC, considerando aspectos relevantes del procedimiento, entre los cuales se podría mencionar: (i) Ajuste de la velocidad de comunicación; (ii) Configuración del puerto y (iii) Oportunidad de revisar estándares de comunicación industrial como es el RS-485.

Además se pretende cargar un programa simple, el cual, permitirá observar el correcto funcionamiento del PLC, cuando este se active por medio de un pulsador.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Identifica la comunicación entre un controlador lógico programable y un computador, de acuerdo a procedimientos estandarizados, considerando insumos requeridos por el fabricante.

AE

Maneja equipos de control lógico de prestaciones menores, según normativas vigentes y requerimientos de la planta industrial.

Recomendaciones Metodológicas:

En primera instancia debemos considerar que el autómata programable a utilizar es de estructura externa compacta, la cual tiene como característica que la fuente de poder, módulos de entrada y salida digital y CPU se encuentran en una misma estructura, pero además es posible la conexión de un módulo de entrada y salida analógicos para experiencias que requieran este tipo de señales.

Las características de este PLC pueden ser las siguientes:

- Marca Siemens
- Modelo Simatic S7 200 CPU 224.
- Alimentación (Nominal): 120-240VAC.
- Entradas Digitales: 14 entradas de 24VDC.
- Salidas Digitales: 10 salidas tipo relé.

Nota Importante: Al ser una salida digital del tipo relé, esta puede ser alimentada con la tensión que se requiera, teniendo en cuenta la capacidad de corriente de la misma, que habitualmente no supera los 2 [A].

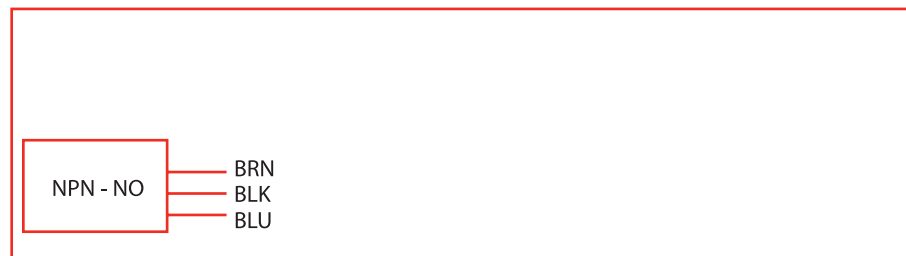
También es necesario tener presente que el software de programación Step 7 MicroWin debe estar instalado previamente en los computadores.

Actividad N°4.1 Conexión de sensores a la entrada de un PLC



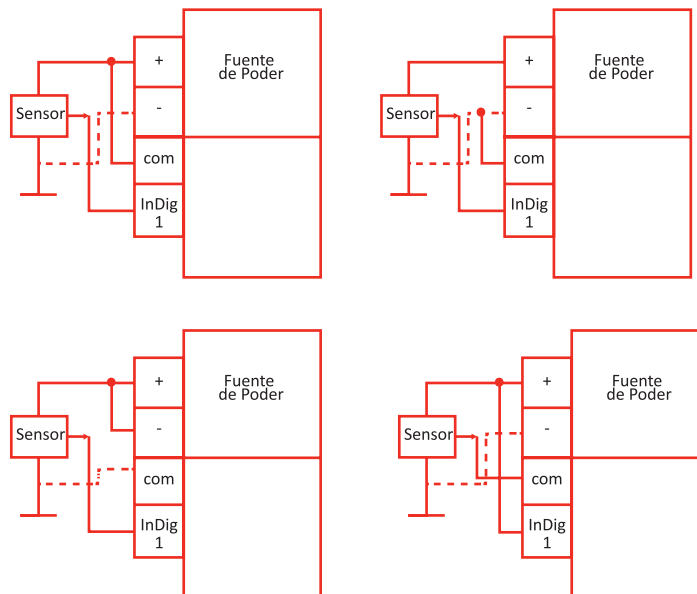
Realice una retroalimentación de lo aprendido en la Sesión N° 2: “Conectando entradas y salidas a equipos electrónicos de control”, conecte a sus alumnos con los conocimientos previos y pídale que esquematicen la conexión de sensores a la entrada de un PLC. Esto servirá como insumo para realizar la actividad N°4.3

Ejercicio N°1: Usted cuenta con un sensor de proximidad inductivo cilíndrico de 18 [mm] marca Autonics, modelo PRL 18 – 5 DN. Según el manual del instrumento este se ha de conectar NPN – NO; rango de tensión 12 – 24 [VDC]; corriente máxima 200 [mA]; 3 hilos (BRN, BLK; BLU). Realice el esquema correspondiente para poder activar una carga resistiva de 220 [VAC] – 5 [A].



Ejercicio N°2: Se desea conectar un sensor inductivo PNP de 3 hilos, a la entrada discreta del controlador de procesos. Justifique ¿Cuál de las siguientes figuras presenta un correcto montaje?

Figura 12. Sensores y fuentes de poder.



Fuente: Comind Ltda. (2009)

Comunique que si bien el objetivo es realizar la comunicación PC/PLC, esto servirá para comprobar el correcto funcionamiento de lo anterior.

Promueva además actitudes de autocuidado para prevenir riesgos eléctricos y fomente el trabajo en equipo para realizar la actividad (se prefiere grupos de 2 a 3 personas)

Actividad Nº4.2 CONEXIÓN PC-PLC



CONEXIÓN PC-PLC

Para realizar la comunicación entre el PC y el PLC, se necesita el PLC y la interface de comunicación que permita realizar la transferencia del programa diseñado en el software de programación al autómeta. En este caso se usará, como interface, un cable del tipo PC/PPI (interface punto a punto al PC). El cable cuenta con un conector tipo DB9 macho que permite la conexión al puerto de comunicación del PLC y para la comunicación al PC dependiendo del cable con que se cuente podría tener un terminal del tipo USB o un terminal DB9 hembra para la conexión por puerto serial.

En el caso del cable PC/PPI del tipo USB se realiza la conexión de ambos terminales y luego se procede a la configuración de la comunicación en el software; mientras que cuando usamos una interface de comunicación del tipo cable PC/PPI serial se requiere ajustar la interface de acuerdo a la velocidad requerida. Para esto el en cable se tiene una serie de 8 DipSwitch que se debe configurar de acuerdo a una tabla de la siguiente forma (modificando los switch).

Figura 13. CONEXIÓN PC-PLC

Velocidad en Kbits/s	38,4	19,2	9,6	4,8	2,4	1,2	115,2	57,6
DipSwitch	000	001	010	011	100	101	110	111

Fuente: Elaboración Propia (2017)

La velocidad del autómeta dependerá de los 3 primeros switch, para tener una comunicación segura en este ejercicio se debe seleccionar la velocidad de 9.600 bit/s.

Una vez realizada la conexión del cable PC/PPI, un extremo conectado al PLC [PORT 0] y el otro al PC (Conector RS232 o USB), y ajustada la velocidad en el caso del cable serial, se debe realizar la configuración de la comunicación en el software de programación.

Entregue la guía Actividad 4.2 (ver Anexos), en ella se encuentra un manual para la instalación del software Step7 MicroWin, el cual es necesario para el desarrollo de la sesión.

Actividad N°4.3 Nuevo archivo y un nuevo programa básico



Minutos

Una vez establecida la comunicación y usando el software de programación los alumnos crearán un nuevo archivo y un nuevo programa básico, para posteriormente conectar dos pulsadores a su entrada y verificar el funcionamiento.

Entregue a sus estudiantes la guía Actividad 4.3 (ver Anexos)

Una vez finalizada la transferencia verificar el funcionamiento del programa el cual al presionar la botonera esta activará la salida Q0.0 [encendiendo el led correspondiente]. Para la verificación motive a los estudiantes a completar los siguientes indicaciones que se encuentran en la actividad 4.3

- ¿Qué función cumple el programa transferido al Automata?
- De la conexión realizada, cambiar el tipo de botonera a una N.C. (Normal Cerrada), verificar el funcionamiento para la línea de programa cargada en el PLC y redactar brevemente una descripción de funcionamiento.
- Modifique el programa de manera de conservar la funcionalidad inicial, es decir, que al presionar el pulsador se active la salida Q0.0

Actividad N°4.4 Cierre de Sesión. Comunicación entre PLC de uso industrial.



Minutos

Reflexione junto a sus alumnos los procesos realizados, en especial la comunicación entre equipos. Genere un debate en torno al tema e investiguen: ¿De qué otra manera se establece algún procedimiento de comunicación entre PLC de uso industrial?

Puede comenzar por estudiar los puertos de comunicación, conectores e interfaces de comunicación industrial, estándares de comunicación, protocolos y equipos relacionados (PLC, Variadores de velocidad, entre otros). Luego compare lo estudiado con lo realizado en la actividad N°1 y establezca conclusiones.

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Pulsadores NC y NO
- Hoja de Actividad 4.2
- Hoja de Actividad 4.3

SESIÓN Nº 5

Elementos utilizados en los lenguajes de programación.

AE

Maneja equipos de control lógico de prestaciones menores, según normativas vigentes y requerimientos de la planta industrial.

Duración: 6 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

Es importante indicar al inicio de esta sesión, que las actividades contempladas requieren como base el conocimiento entregado por el docente respecto a los conceptos de programación y como se relacionan las instrucciones de un programa de PLC con elementos simbólicos utilizados en los diagramas de control eléctrico. El propósito es conocer el lenguaje estándar de programación de los PLC.

Recomendaciones Metodológicas:

En esta sesión se trabajará solo con el software de programación del PLC, sin bien no se contempla la instalación del mismo, es conveniente que se le indique a los alumnos la compatibilidad del sistema operativo que está cargado en su PC con el software Step 7 MicroWin, también se puede consultar la página de soporte técnico del fabricante.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Determina bloques funcionales de acuerdo a tipo y características según requerimientos de aplicación.
- Configura parámetros, según propiedades de funcionamiento de bloques y requerimientos de aplicación.

Tabla 2. Sistemas operativos soportados.

	Windows2000, hasta el SP3	WindowsXP, hasta el SP3 (32 bits)	Vista, hasta el SP2	Windows 7 (32 bits)	Windows 7 (32 bits)
STEP7 MicroWIN V4.0 SP8	X	X	X	---	---
STEP7 MicroWIN V4.0 SP9	n.t.	X	n.t.	X	X

X = Funciona y está probado, n.t. = No probado, --- No funciona
Fuente: Siemens. Product Support. (2016)

Actividad N°5.1 Lenguajes de programación



30
Minutos

Cuando surgieron los PLC, lo hicieron con la necesidad de sustituir a los enormes cuadros de maniobra contruidos con contactores y relés. Por lo tanto, la comunicación hombre-máquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento. El lenguaje usado, debería ser interpretado, con facilidad, por los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación. Estos lenguajes han evolucionado, en los últimos tiempos, de tal forma que algunos de ellos ya no tienen nada que ver con el típico plano eléctrico a relés. ("PLC", s.f.)

De acuerdo al estándar IEC-61131-3 los lenguajes de programación más significativos son:

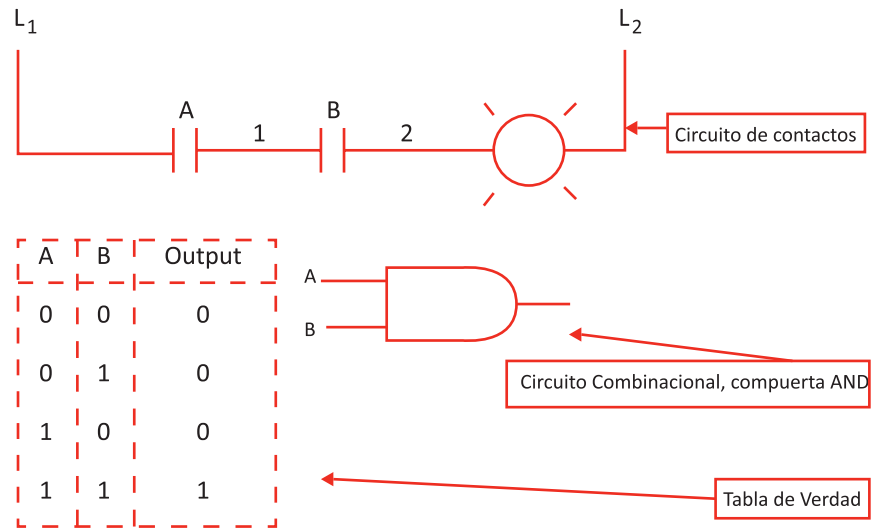
- Lenguaje de Contactos, Ladder (LD), Lenguaje Escalera o KOP
- Lenguaje de Funciones Lógicas, Diagrama de bloques funcionales FBD o FUP
- Lenguaje de Lista de Instrucciones AWL
- Lenguaje Mnemónico, STL o Texto Estructurado

Organice el trabajo en equipo de 2 a 3 personas y pídale que establezcan la relación entre la lógica de contactos (asociada al lenguaje KOP) y la lógica combinacional utilizada en compuertas lógicas (asociada al lenguaje FUP), para ello invite a sus alumnos a conectarse con sus conocimientos previos del Módulo: "Ensamblaje y mantención de sistemas y equipos digitales"

Ejercicio 1:

Relacionar un circuito de contactos, con un circuito combinacional y la tabla de verdad para la compuerta lógica AND, como se muestra en el siguiente ejemplo:

Figura 14. Circuitos.



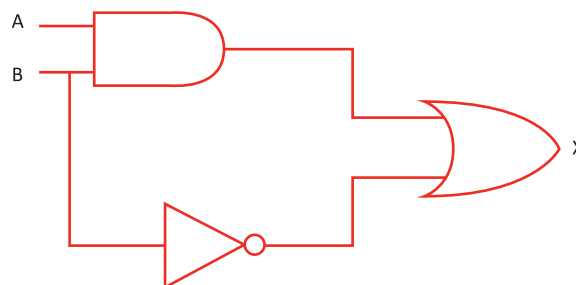
Fuente: Elaboración Propia,2017

Hacer lo mismo para las compuertas lógicas: OR; NAND; NOR; EXOR

Ejercicio 2:

Convertir el siguiente circuito combinacional en un circuito de contactos y utilizando lenguaje técnico describa su funcionamiento.

Figura 20.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Actividad Nº5.3 Lenguajes de programación en PLC.



Minutos

LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN en PLC Siemens Simatic S7-200, estándar IEC-61131-3

Dentro del software de programación del PLC Siemens S7-200, es posible crear un programa mediante tres diferentes tipos de lenguajes:

“LADDER: (KOP) 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.

INSTRUCCIONES: (AWL) Escribir un programa AWL quiere decir teclear una serie de instrucciones, cada una de las cuales representa una tarea elemental que la CPU del PLC ejecutará de manera secuencial. Cada instrucción ocupa una sola línea del programa y cada línea contiene una única instrucción.

BLOQUES: (FUP) Este lenguaje es también conocido como lenguaje de bloques lógicos ya que usa simbología de compuertas lógicas como la OR, AND, NOT, NAND, NOR (“Lenguaje Ladder”, s.f.)”.

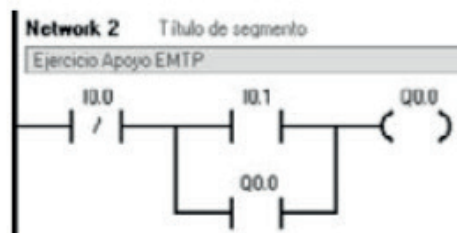
En esta experiencia se trabajará con los lenguajes de programación de forma variada y para ello debe entregar la guía de Actividad 5.2 a sus estudiantes (Ver Anexos), en donde se espera que los estudiantes puedan hacer los siguientes ejercicios de programación.

A. De KOP a FUP

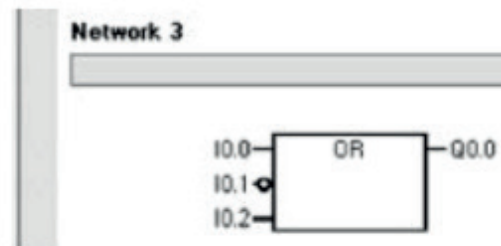
Figura 15. KOP y FUP



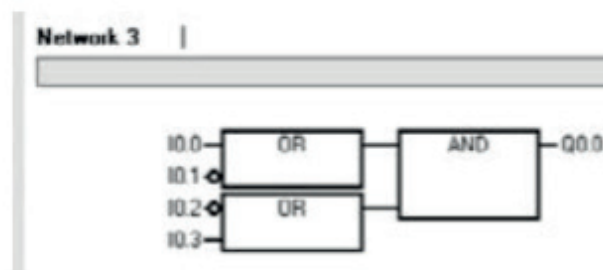
B. De KOP a FUP



C. De FUP a KOP



D. De FUP a KOP



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Luego, pida que redacte para los segmentos de programación del ejercicio utilizando lenguaje técnico la descripción de funcionamiento de cada uno de los bloques programados. Recursos que se encuentra como anexo.

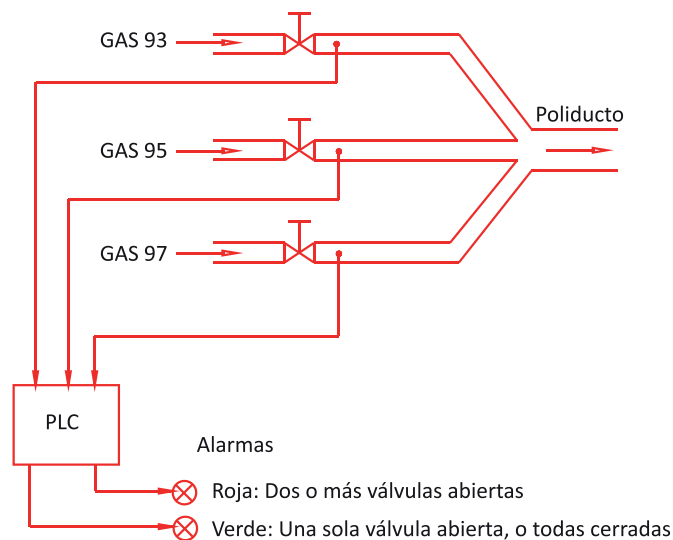
Actividad N°5.3 Conceptos de programación



El siguiente caso consiste en utilizar los conceptos de programación estudiados previamente. Para ello se recomienda proponer el desafío a los estudiantes explicando el contexto del caso y detallando los elementos que lo constituyen, dejando el claro que esto es un problema real del ámbito industrial.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 5.3 (ver Anexos) en donde aparece el siguiente problema de aplicación.

Figura 16. Problema de aplicación.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Desafío

Se le ha encargado diseñar un sistema de alarmas para un Poliducto de 3 productos, este sistema cuenta con tres sensores que detectan el paso de los productos en cada ducto (son de funcionamiento ON-OFF) y son los elementos de entradas al PLC. Se cuenta además con dos salidas discretas del PLC, que serán luces piloto para indicar en el panel del operador el estado del proceso.

Nótese, que el problema del control de proceso ya está resuelto, a usted solo se le pide la programación del sistema de alarmas, el cual, alertará a un operador de la anomalía del funcionamiento evitando así que se mezclen los productos. El programa debe cumplir las siguientes condiciones:

1. Una Alarma Roja se activa con 2 o 3 válvulas abiertas
2. Una Alarma Verde se activa con 1 válvula abierta o todas cerradas

Tareas:

- Diseñar un programa en lenguaje de funciones lógicas (FUP) para esta aplicación.
- Convertir luego el programa a un lenguaje de contactos (KOP).

Actividad N°5.4 Cierre de Sesión



Minutos

Para finalizar la sesión, se realiza un trabajo colaborativo en el cual los integrantes de cada grupo discuten los lenguajes de programación estudiados y determinan a través de la investigación cuál de ellos es el más utilizado en el ámbito industrial.

Finalmente, y como cierre el profesor repasa los contenidos vistos y trabajados durante la sesión, indicando aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el quehacer, recalcando los aspectos de seguridad involucrados. Utilice los siguientes conceptos como punto de partida:

Los estándares internacionales hacen una clasificación de las aplicaciones según su nivel de riesgo: SIL-1, SIL-2, SIL-3 y SIL-4 (Safety Integrity Level) y que forma parte del análisis de riesgos que se debe realizar en los Sistemas de Seguridad. Con base en esta materia de seguridad, responda las siguientes preguntas:

¿Cuál es la diferencia fundamental del PLC de seguridad con un PLC de propósito general?

¿Qué mejoras introduce un PLC de seguridad?

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Hoja de actividad 5.2
- Hoja de Actividad 5.3

SESIÓN Nº 6

Funciones Set-Reset y de Enclavamientos.

AE

Maneja equipos de control lógico de prestaciones menores, según normativas vigentes y requerimientos de la planta industrial.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Presentación

El propósito de la sesión es incorporar el aprendizaje de 3 instrucciones básicas y de uso frecuente en la programación de un PLC. Las primeras actividades se han dispuesto para permitir el análisis entre la “Lógica Cableada” y la “Lógica Programada”, se revisa el concepto de “Enclavamiento” e incorporan instrucciones de programa que permitirán su uso simplificado.

Si bien las tareas de programación son simples, estas son fundamentales para próximas tareas de programación en el contexto de metodologías como el aprendizaje basado en problemas.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Configura tabla de estado de comportamiento de bloques funcionales, considerando requerimientos de aplicación.
- Aplica programación básica para la automatización de un proceso, utilizando instrucciones secuenciales y lógica de enclavamiento.

Recomendaciones Metodológicas:

Esta es una sesión que se recomienda trabajar con estrategias docentes que favorezcan la integración de los objetivos, a través, de metodologías activas e inductivas de aprendizaje, dada la importancia que tiene incorporar el razonamiento lógico en la etapa inicial de programación de un PLC.

Se trabajan instrucciones lógicas básicas, que frecuentemente se relaciona con el funcionamiento de dispositivos de entradas de un PLC, mientras estas instrucciones de programas sean bien incorporadas por los estudiantes, en aplicaciones futuras de mayor complejidad podrán ser utilizadas de la manera correcta.

Fomente el trabajo colaborativo entre sus estudiantes, repita las indicaciones cuantas veces sea necesario y busque variadas formas de explicar las instrucciones de programa, para garantizar el logro de los objetivos.

Realice una evaluación formativa al término de la sesión y retroalimente los resultados.

Actividad N°6.1 Simbología básica



Explique a sus alumnos la simbología básica utilizada en la programación de

Figura 17. Simbología.

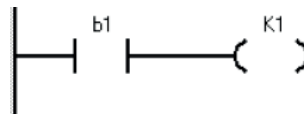
Instrucción de programa	Símbolo
Examina si está cerrado	
Examina si está abierto	
Energiza salida	

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Ejercicio 1: Permita a sus alumnos analizar la instrucción *“Examina si está cerrado”* para no confundir el símbolo de la instrucción con un elemento de entrada normalmente abierto N.O.

Suponga un pulsador N.O. llamado b1 conectado a la entrada del PLC y el siguiente programa (K1 es una salida cualquiera como la bobina de un contactor):

Figura 18. B1



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

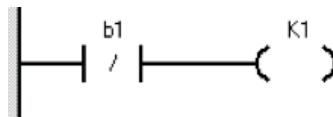
Esta instrucción analizará el cierre de un elemento de entrada.

Describe el funcionamiento cuando es accionado el pulsador N.O.:

Ejercicio 2: Permita a sus alumnos analizar la instrucción *“Examina si está abierto”* para no confundir el símbolo de la instrucción con un elemento de entrada normalmente cerrado N.C.

Suponga un pulsador N.C. llamado b1 conectado a la entrada del PLC y el siguiente programa (K1 es una salida cualquiera como la bobina de un contactor):

Figura 19. B1K1



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Esta instrucción analizará la apertura de un elemento de entrada.

Describa el funcionamiento cuando es accionado el pulsador N.C.:

Actividad N°6.2 Circuito de “lógica cableada”



Minutos

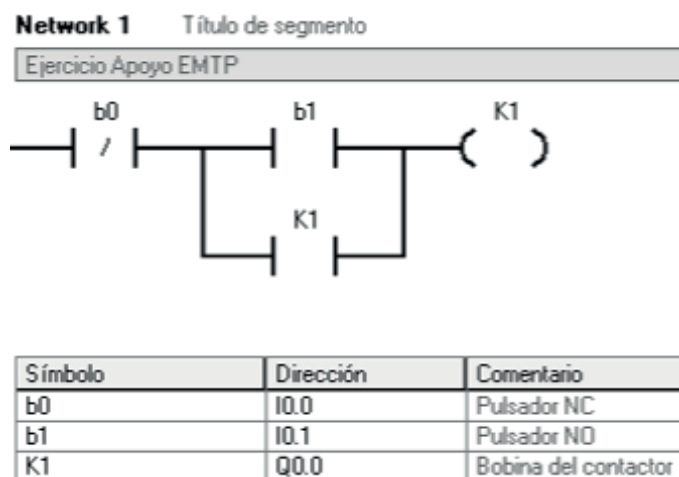
En esta actividad se establecerá la relación entre un circuito de “lógica cableada” representado por el circuito de control o mando para la partida directa de un motor, y un circuito de “lógica programada” representado por un programa que cumplirá la misma función del circuito eléctrico real.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 6.2 (ver Anexos).

Instrucciones al estudiante:

Ejecute el programa que se muestra en la figura y describa su funcionamiento cuando acciona el pulsador b1 de marcha. Importante es utilizar pulsadores del mismo tipo que se indica.

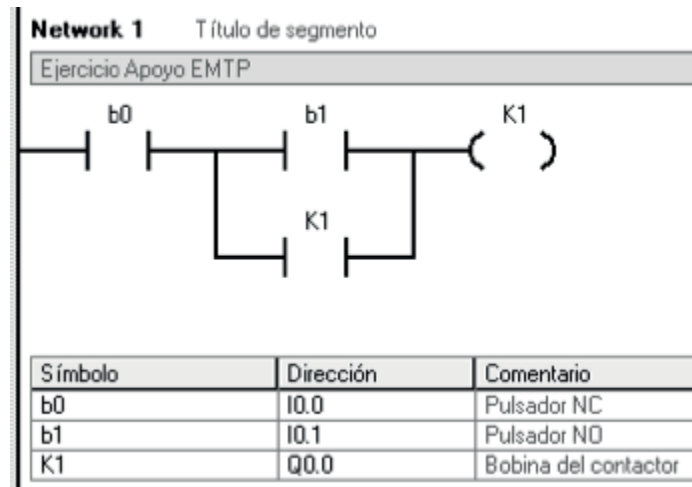
Figura 20. EMTPI



Fuente: Elaboración Propia (2017)

Ahora realizaremos un pequeño cambio al programa, es decir, cambiará la “lógica programada” utilizando los mismos elementos físicos del ejercicio anterior (Pulsadores N.O. y N.C.), quedando nuestro programa así:

Figura 21. EMTP II



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ejecute el programa que se muestra en la figura y describa su funcionamiento cuando acciona el pulsador b1 de marcha. Importante es utilizar pulsadores del mismo tipo que se indica.

Responda a las siguientes preguntas:

¿Cuál de los dos programas ensayados anteriormente cumplió con el mismo funcionamiento que el circuito de mando?

Dado que los elementos físicos no cambiaron en cada ejercicio: ¿Dónde estaba el error en la programación?

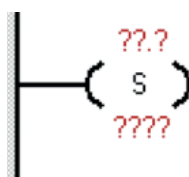
Actividad N°6.3 Actividad n°2



Minutos

Esta función tiene por finalidad reemplazar el enclavamiento o retención realizado en experiencias anteriores al utilizar bobinas de asignación directa; la función Set consiste en activar o poner a una de manera permanente un cierto elemento cuando se cumple la o las condiciones declaradas en la línea de programación.

Figura 22. Función.

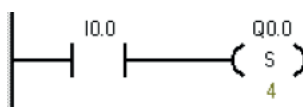


Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Para programar la función requiere de dos valores para su funcionamiento, el primero en la parte superior del comando hace referencia a la dirección que se quiere activar o retener, que puede ser una dirección de memoria como marcas M o variables V, o directamente una bobina de salida Q; y la segunda en la parte inferior es la cantidad de direcciones que se van a activar considerando como bobina inicial la dirección establecida en la parte superior.

En el siguiente ejercicio propuesto se explicará de mejor manera el concepto de la función Set:

Figura 23 Función set.



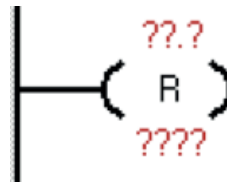
Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Cuando **I0.0** mande un pulso alto, la función SET activará las salidas **Q0.0, Q0.1, Q0.2 Y Q0.3**, ya que se enclavan 4 bobinas considerando **Q0.0** como la salida inicial.

FUNCIÓN RESET

Esta función tiene por finalidad sustituir el enclavamiento o retención realizado en experiencias anteriores al utilizar bobinas de asignación directa; la función Reset consiste en desactivar o poner a cero de manera permanente un cierto elemento cuando se cumple la o las condiciones declaradas en la línea de programación.

Figura 24. Función Reset I

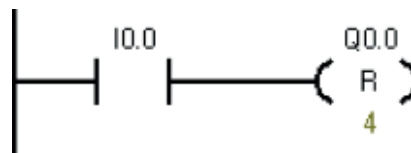


Fuente: Elaboración Propia, 2017

Para programar la función Reset se requiere de dos valores para su funcionamiento, el primero en la parte superior del comando hace referencia a la dirección que se quiere desactivar o soltar la retención, que puede ser una dirección de memoria como marcas M o variables V, o directamente una bobina de salida Q; y la segunda en la parte inferior es la cantidad de direcciones que se van a desactivar considerando como bobina inicial la dirección establecida en la parte superior.

En el siguiente ejercicio propuesto se explicará de mejor manera el concepto de la función Reset:

Figura 25. Función Reset II



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Cuando **I0.0** mande un pulso alto, la función **RESET** desactivará las salidas **Q0.0**, **Q0.1**, **Q0.2** Y **Q0.3**; ya que se desenchavan 4 bobinas considerando como dirección inicial **Q0.0**.

Es importante considerar que al establecer la cantidad de direcciones a setear o resetear, se refiere a direcciones consecutivas, y además que las funciones set y reset son independientes entre sí; por ejemplo si al setear un grupo de direcciones se activa 4 direcciones como se muestra en el set, desde Q0.0 a Q0.3, la función reset podría, por ejemplo, realizarse de manera independiente para cada una de ellas.

Finalmente es importante cuidar siempre de establecer la condición de reset para todas las señales que hayan sido seteadas en el programa, ya que de no ser así la señal podría quedar permanentemente activa, incluso luego de desenergizar el PLC al volver a energizar la señal continuará activa.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 6.3 (ver Anexos), mencione a los estudiantes que deben realizar los procesos indicados en esta hoja de actividad.

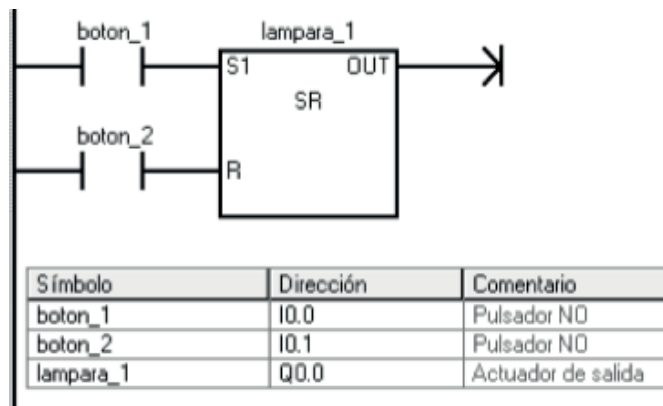
Actividad N°6.4 Cierre de Sesión. Instrucción set-reset



Minutos

Realizar un trabajo colaborativo de discusión en torno a los elementos de programación estudiados, se puede intentar utilizar la instrucción set-reset que está como bloque:

Figura 28. Set-reset lámpara



Fuente: Elaboración Propia, 2017

A continuación exponer resultados en el grupo e investigar por qué aparece un número 1 al costado de la letra S, en cambio hay otro bloque igual que tiene un 1 al costado de la letra R.

¿Qué significado tiene este símbolo, si su funcionamiento aparente es el mismo? Realice una evaluación formativa de la sesión y retroalimente los resultados entre sus alumnos.

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Pulsadores NC y NO

SESIÓN N° 7

Funciones detectores de flanco y One-Shot.

AE

Maneja equipos de control lógico de prestaciones menores, según normativas vigentes y requerimientos de la planta industrial.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

El propósito de esta sesión es incorporar funciones de programación complementarias a las básicas que se trabajaron en la sesión anterior. La detección de flanco y la utilización del programa one-shot es fundamental en tareas de lógica combinatorial aplicada a procesos.

Recomendaciones Metodológicas

Dado el ejercicio de aplicación propuesto, es necesario que el docente tenga presente la conexión de sensores de proximidad a la entrada del PLC, esto para resguardar el cuidado de los equipos y sobre todo el cuidado de las personas. Si no dispone de los sensores de proximidad, estos pueden ser reemplazados por limit switch o simplemente se podrán forzar/desforzar las entradas para comprobar el funcionamiento emulando sensores y pulsadores conectados al PLC.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Aplica programación básica para la automatización de un proceso, utilizando instrucciones secuenciales y lógicas.

Actividad Nº7.1 Actividad de Inicio



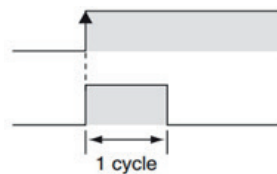
Minutos

Introduzca al tema motivando la participación entre sus estudiantes y explique el concepto de flanco.

En la programación de PLCs podemos utilizar flancos. Un flanco permite que un contacto se ejecute solo durante un ciclo de SCAN. Los flancos pueden ser tanto positivo como negativos, es decir:

Flanco positivo: Al pasar de OFF a ON solo se ejecuta una vez.

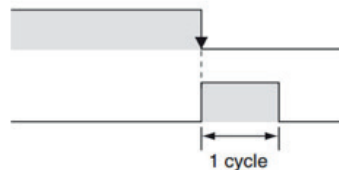
Figura 26. Pasar de OFF a ON



Fuente: Fuente: Elaboración Propia, 2017

Flanco negativo: Al pasar de ON a OFF solo se ejecuta una vez.

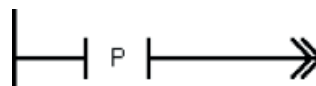
Figura 27. Pasarde ON a OFF.



Fuente: Fuente: Elaboración Propia, 2017

FLANCO POSITIVO

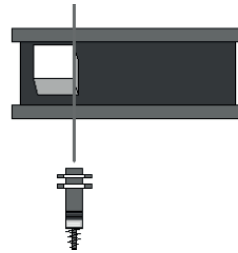
Figura 28. FLANCO POSITIVO



Fuente: Elaboración Elaboración, 2017.

La función de este bloque es detectar el flanco de subida, que en otras palabras se refiere a detectar el pulso que se produce cuando el elemento o los elementos que describen la condición precedente al comando comienzan su ciclo de estado alto, es decir pasan de estar en cero a estar en uno (de OFF a ON).

Figura 29. Detectar Pulso.



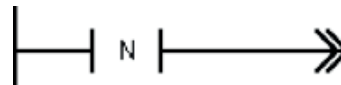
Fuente: Elaboración Propia, 2017.

En el siguiente ejemplo, considerando que el sensor está conectado como N.O., el flanco de subida mandará “un pulso” cuando el sensor detecte el elemento a supervisar, en este caso una caja.

Para la misma imagen del ejemplo anterior, si el sensor está conectado como N.C., es decir en el momento en que la caja interrumpe el has del sensor, la conexión se interrumpe, para detectar la misma condición anterior, es decir, generar sólo “un pulso” en el momento que el sensor comienza a detectar, se ocuparía el mismo comando pero ahora precedido de una consulta de estado a cero.

FLANCO NEGATIVO

Figura 30.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

La función de este bloque es detectar el flanco de bajada, que en otras palabras se refiere a detectar el pulso que se produce cuando el elemento o los elementos que describen la condición precedente al comando terminan su ciclo de estado alto, es decir pasan de estar en uno a estar en cero (de ON a OFF).

En el siguiente ejemplo, considerando que el sensor está conectado NA, el flanco de bajada mandará un pulso cuando el sensor deje de detectar el elemento a supervisar, en este caso una caja.

Figura 31. Flanco de bajada.



Fuente: Elaboración Propia.

Para la misma imagen del ejemplo, si el sensor está conectado como N.C., es decir en el momento en que la caja interrumpe el haz del sensor, la conexión se interrumpe, para detectar la misma condición anterior, es decir, generar sólo un pulso en el momento que el sensor deja de detectar, se ocuparía el mismo comando pero ahora precedido de una consulta de estado a cero.

Describa con un lenguaje simple, el funcionamiento que usted observa en cada ejemplo y proponga en que situación utilizaría esta función:

Actividad N°7.2 Conceptos de programación estudiados



Minutos

El siguiente caso consiste en utilizar los conceptos de programación estudiados previamente. Para ello se recomienda proponer el desafío a los estudiantes explicando el contexto del caso y detallando los elementos que lo constituyen.

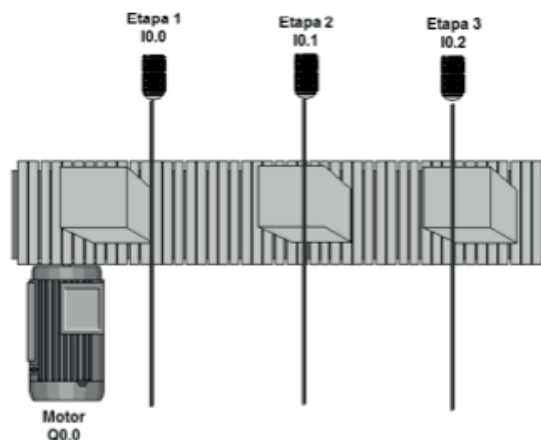
Entregue a sus alumnos la guía Actividad 7.2 (ver Anexos)

INICIO DE LA EXPERIENCIA

De acuerdo a la siguiente descripción de operación, confeccione el programa en lenguaje Ladder (KOP), para la siguiente aplicación o caso propuesto:

Una correa transportadora consta de tres etapas:

Figura 32. Correa transportadora.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

ETAPA 1: Carga Manual de la caja (motor empieza a funcionar al momento de colocar la caja).

ETAPA 2: Etiquetado Automático del producto (motor no se detiene para realizar la impresión de la etiqueta, se debe activar la impresora durante la activación del sensor en la estación 2 luego trasladar la caja a etapa 3)

ETAPA 3: Retirado manual de la caja (motor se detiene)

Asumir que por la correa pasa 1 caja a la vez.

- I0.0 = Sensor de etapa 1 N.O.
- I0.1 = Sensor de etapa 2 N.O.
- I0.2 = Sensor de etapa 3 N.O.
- Q0.0 = Motor de correa transportadora.

Solicite a los estudiantes que sigan las siguientes instrucciones.

1. Escriba la solución, utilice tabla de símbolos y ensaye el programa en el PLC.
2. ¿Qué mejoras se podrían implementar al proceso? Puede pensar en elementos de seguridad, por ejemplo:

Actividad N°7.3



Minutos

Quando una salida es activada y desactivada en un PLC por medio de un solo pulsador de entrada, entonces se le conoce a esta función como "One – Shot"

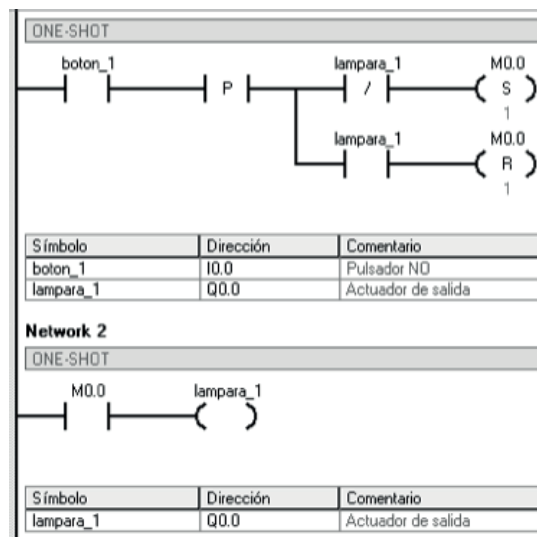
En esta actividad se dará a conocer a los estudiantes un ejercicio clásico de programación de PLC, independiente del PLC con el cual esté trabajando en todos funciona básicamente de la misma manera y es que se producirá una activación "one shot" después de cada inicio del ciclo SCAN del PLC.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 7.3 (ver Anexos)

Realice el siguiente programa, conecte un pulsador N.O. a la entrada del PLC y una luz piloto a la salida. Observe funcionamiento:



Figura 33. One Shot.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

1. Describa su funcionamiento, utilizando la relación de enclavamiento que se produce en el programa:
2. ¿En qué situación del ámbito industrial se podría utilizar este ejemplo de aplicación?

Actividad Nº7.4 Cierre Sesión - One shot



Minutos

Para finalizar la sesión, se realiza un trabajo colaborativo en el cual los integrantes de cada grupo discuten las funciones aprendidas y determinan a través de la investigación como estas pueden ser utilizadas en el ámbito industrial.

Finalmente, y como cierre el profesor repasa los contenidos vistos y trabajados durante la sesión, indicando aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el quehacer, recalando los aspectos de seguridad involucrados. ¿Se puede considerar al one shot, como aquella instrucción que simula el comportamiento de un pulsador? Justifique su respuesta.

Si se observa el funcionamiento del ejercicio previo, este detecta la activación con el flanco de subida. Cuando un evento debe iniciarse basado en el cambio de estado de falso a verdadero

¿Cómo se detecta la activación por el flanco de bajada?

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Pulsadores N.C. y N.O.
- Sensores de proximidad N.O.
- Hoja de Actividad 7.2
- Hoja de Actividad 7.3

SESIÓN Nº 8

Contadores I.

AE

Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Presentación

En esta sesión se pretende introducir los contadores como otro recurso de programación de los más utilizados en problemas de aplicación. Se debe contemplar que este recurso se ha planificado en 2 sesiones y posterior a esta se continuará con la sesión "Contadores II". La actividad consiste en programar los contadores ascendentes, descendentes y ascendentes/descendentes en aplicaciones variadas para luego resolver un problema de aplicación.

Recomendaciones Metodológicas:

Se sugiere al docente contar con los recursos auxiliares necesarios para implementar las experiencias prácticas, en lo posible debe tener elementos para conectar las entradas al PLC tales como: pulsadores, finales de carrera y sensores de proximidad y ,aun cuando las salidas se pueden observar por medio de los LEDs indicadores de su equipo, es importante llegar a activar bobinas de relés o contactores o bien SSR (relés de estado sólido) como pre-actuadores y luego entonces motores, válvulas electro-neumáticas o válvulas solenoides si es posible.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Reconoce los diferentes contadores existentes para su programación, según propiedades del controlador lógico programable.
- Realiza programas utilizando contadores en procesos secuenciales y lógicos.

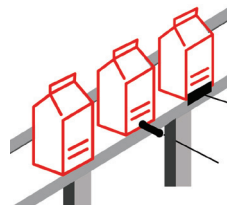
Actividad N°8.1 Necesidad de contar objetos



Minutos

Explicar con un ejemplo del ámbito industrial, la necesidad de contar objetos que normalmente se desplazan por correas transportadoras (ej. Cajas o Envases). De esta manera introducir al tema de los contadores.

Figura 34. Cajas.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Ejemplo 1: Se necesita instalar un sensor para la detección de cajas de cartón, tal como se muestra en la figura. ¿Qué sensor es apto para dicha tarea?

Ejemplo 2: Se requiere automatizar la señalización de un estacionamiento, en donde se enciende una luz verde al existir estacionamientos disponibles y una luz roja al estar todo ocupado. Este sistema debe contar con un sensor que detecta la entrada de un vehículo y otro que detecta la salida. De acuerdo a esto:

Bosqueje el problema planteado y disponga de los sensores/actuadores más adecuados para dicha aplicación. Luego realice un diagrama de conexionado al PLC.

Actividad N°8.2 3 clases de contadores



Minutos

CONTADORES.

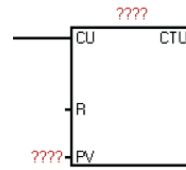
En primera instancia se debe tener en cuenta que dentro del programa Step7 MicroWIN se puede utilizar 3 clases de contadores los cuales se explicarán a continuación:

El número máximo de contadores que se pueden utilizar son 256 que va desde el C0 hasta el C255.

Contador Ascendente

Dentro del programa es llamado CTU, el propósito de este contador es contar en forma ascendente hasta llegar al valor establecido en el preset. Su estructura es la siguiente:

Figura 35. Estructura CTU.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

En la parte superior del contador se ha de colocar el número del contador al cual uno está llamando a memoria, dicho número puede ser entre el rango 0->255.

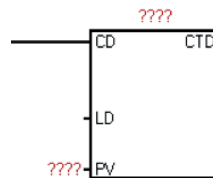
- CU: CounterUp, pulsos que se consideraran como elemento de conteo.
- R: Reset, pulso que reiniciará el contador, es decir, vuelve el acumulador del contador al valor 0.
- PV: Preset Value, valor al cual se desea que el contador cuente para que sea activado.

Contador Descendente

Dentro del programa es llamado CTD, el propósito de este contador es contar en forma descendente hasta llevar al valor preset.

Su estructura es la siguiente:

Figura 36. CTD.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

En la parte superior del contador se ha de colocar el número del contador al cual uno está llamando a memoria, dicho número puede ser entre el rango 0->255.

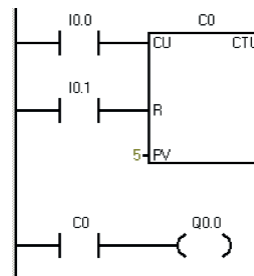
- CD: CounterDown, pulsos que se consideran como elemento de conteo.
- LD: Load, pulso que reiniciará el contador, es decir, carga en acumulador del contador al valor establecido en preset PV.
- PV: Preset Value, valor desde el cual se desea que el contador inicie la cuenta descendente hasta llegar a 0 para que sea activado el bit de supervisión.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 8.2 (ver Anexos), con la cual ensayará y pondrá en funcionamiento un programa que utiliza contadores

Ejercicio 1: Realice la siguiente línea de programación:

Considere que cada rama de activación del programa debe estar en un segmento (network) independiente, es decir, la imagen siguiente considera el segmento 1 y 2.

Figura 37. Segmentos



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Conecte un pulsador, un final de carrera o un sensor de proximidad N.O. a las entradas I0.0 e I0.1.

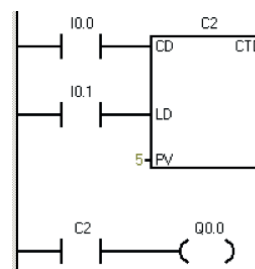
Mediante el elemento de entrada I0.0, se hará el conteo mediante pulsos consecutivos hasta que el contador llegue a 5 [Preset Value].

Explique técnicamente el funcionamiento total del programa:

Ejercicio 2: Realice la siguiente línea de programación:

Considere que cada rama de activación del programa debe estar en un segmento (network) independiente, es decir, la imagen siguiente considera el segmento 1 y 2.

Figura 38. Conexión sensor de proximidad.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Conecte un pulsador, un final de carrera o un sensor de proximidad N.O. a las entradas I0.0 e I0.1.

Mediante el elemento de entrada I0.0, se hará el conteo mediante pulsos consecutivos hasta que el contador llegue a 0 [Preset Value - Pulso].

Explique técnicamente el funcionamiento total del programa:

Actividad Nº8.3 Ejercicio de aplicación



Minutos

Se planteará un ejercicio de aplicación y los estudiantes deben proponer la solución programada utilizando contadores, como principal recurso de programación. Se espera además la conexión de todos los elementos de entrada y salida al PLC para contextualizar mejor los ejercicios.

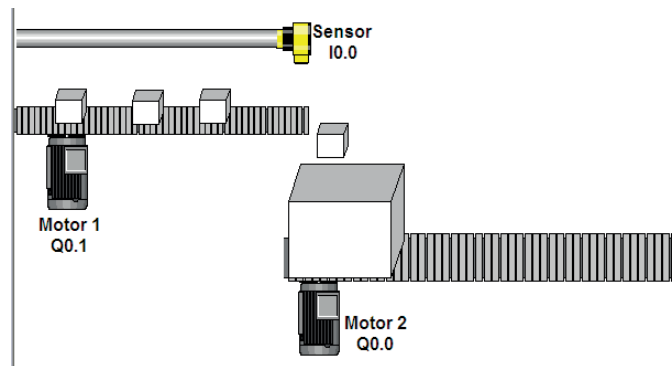
Entregue a sus alumnos la guía Actividad 8.3 (ver Anexos)

SISTEMA DE CORREAS

1. Un sistema de correas funciona como se describe a continuación: El motor 1 funciona hasta que el sensor, ubicado en la salida de la correa 1, cuente 10 cajas, en ese instante se detiene y se activa el motor 2; el cual al funcionar permite el desplazamiento de la caja contenedora de la posición de llenado, la correa 2 (motor 2) se detiene cuando se posiciona una nueva caja en la posición de llenado en la bajada del producto, lo cual es detectado con un segundo sensor conectado a la entrada **I0.1**.

Incorpore una botonera de operación, considerando un pulsador para inicio de funcionamiento del sistema, un pulsador que permita la detención y un piloto de indicación que encienda cuando el sistema se encuentra en funcionamiento.

Figura 39. Funcionamiento programa.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Explique técnicamente el funcionamiento total del programa:

Actividad N°8.4 Cierre de Sesión. Funciones aprendidas



Minutos

Para finalizar la sesión, se realiza un trabajo colaborativo en el cual los integrantes de cada grupo discuten las funciones aprendidas y determinan a través de la investigación como estas pueden ser utilizadas en el ámbito industrial.

Finalmente, y como cierre el profesor repasa los contenidos vistos y trabajados durante la sesión, indicando aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el quehacer, recalcando los aspectos de seguridad involucrados.

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Pulsadores N.C. y N.O.
- Sensores de proximidad N.O.
- Hoja de Actividad 8.2

SESIÓN Nº 9

Contadores II.

AE

Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Presentación

Esta sesión es continuación de la anterior y en ella se pretende que usted logre con sus alumnos materializar las soluciones a los problemas propuestos, es decir, ejecute los programas, conecte entradas y salidas al PLC y verifique el correcto funcionamiento de la solución.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Ejecuta programas para verificar el comportamiento de las variables en un circuito automatizado, de acuerdo a requerimientos de aplicación de procesos.

Recomendaciones Metodológicas:

Se sugiere al docente contar con los recursos auxiliares necesarios para implementar las experiencias prácticas, en lo posible debe tener elementos para conectar las entradas al PLC tales como: pulsadores, finales de carrera y sensores de proximidad y aun cuando las salidas se pueden observar por medio de los LEDs indicadores de su equipo, es importante llegar a activar bobinas de relés o contactores o bien SSR (relés de estado sólido) como pre-actuadores y luego entonces motores, válvulas electro-neumáticas o válvulas solenoides si es posible.

Es recomendable también, que el docente vele por el cumplimiento de los tiempos asignados a cada actividad, para que de este modo durante el desarrollo de esta sesión se puedan trabajar todas las actividades propuestas y así cumplir los objetivos.

Actividad N°9.1 Repaso de la importancia de los contadores

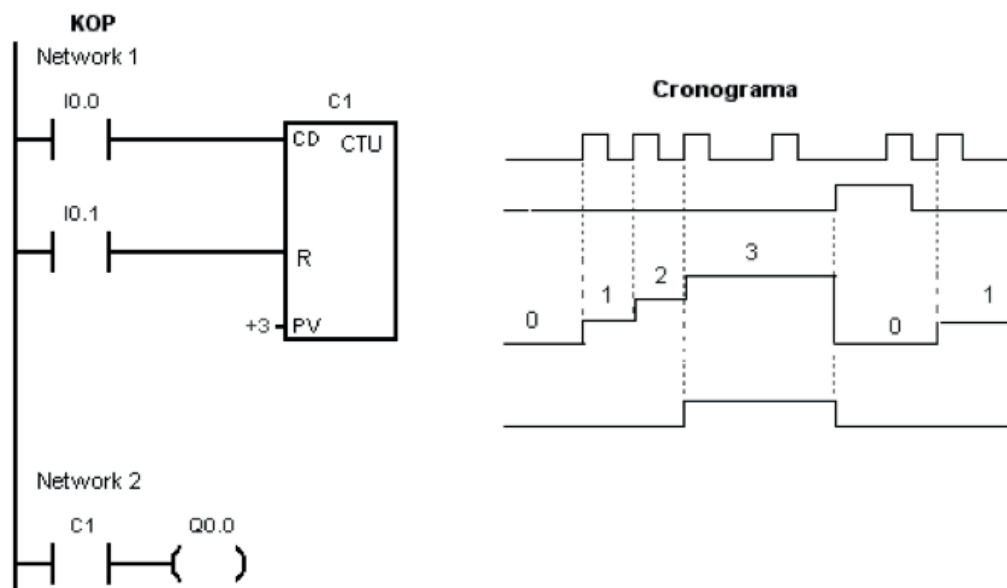


Considere los conocimientos previos de la sesión “Contadores I”, realice un breve repaso de la importancia de los contadores, proponga un cronograma de tiempo (ver figura) para explicar mejor su funcionamiento y verifique que sus alumnos han internalizado el recurso de programación. Se recomienda una evaluación de diagnóstico.

Revise las soluciones a los problemas planteados, y explique que por diferentes que parezcan las soluciones de los distintos grupos de trabajo, estas aún pueden ser correctas ya que a partir de este instante, cuando están adquiriendo más instrucciones de programa, entonces es posible llegar a los objetivos por distintas vías.

Figura 38. Programa Ladder y cronograma de tiempo que explica el funcionamiento.

Figura 40. KOP network 1



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Actividad Nº9.2 Contador Ascendente-Descendente

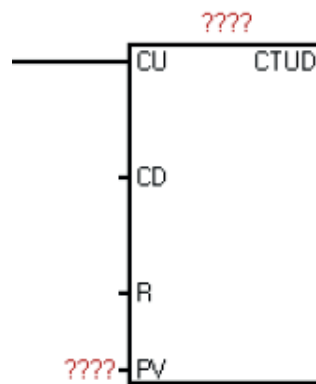


Minutos

Dentro del programa es llamado CTUD, Counter Up Down, el propósito de este contador es contar en forma ascendente y descendente mediante la conexión de una señal para elevar la cuenta y otra para decrementarla, pudiendo establecer un valor deseado a través del preset PV.

Su estructura es la siguiente:

Figura 41. CTUD



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

En la parte superior del contador se ha de colocar el número del contador al cual uno está llamando a memoria, dicho número puede ser entre el rango **0->255**.

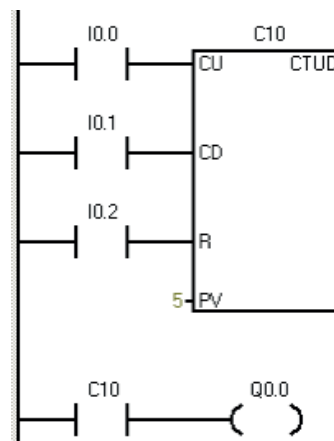
- CU: Pulsos que se consideraran como elemento de conteo en forma ascendente.
- CD: Pulsos que se consideraran como elemento de conteo en forma descendente.
- R: Reset, pulso que reiniciará el acumulador del contador.
- PV: Preset Value, valor al cual se desea que el contador cuente para que sea activado.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 9.2 (ver Anexos), con la cual ensayará y pondrá en funcionamiento un programa que utiliza contadores ascendente/descendente.

Ejercicio 1: Realice la siguiente línea de programación:

Considere que cada rama de activación del programa debe estar en un segmento (network) independiente, es decir, la imagen siguiente considera el segmento 1 y 2.

Figura 42. Activación programa



Fuente: Elaboración Propia (2017)

Conecte un pulsador, un final de carrera o un sensor de proximidad N.O. a las entradas I0.0; I0.1 e I0.2

Mediante el elemento de entrada **I0.0**, se hará el conteo ascendente mediante pulsos consecutivos hasta que el contador llegue a 5 [Preset Value].

Mediante el elemento de entrada **I0.1**, se hará el conteo descendente mediante pulsos consecutivos hasta que el contador llegue a 0 [Preset Value].

Explique técnicamente el funcionamiento total del programa:

Actividad N°9.3 Elementos de entrada y salida al PLC

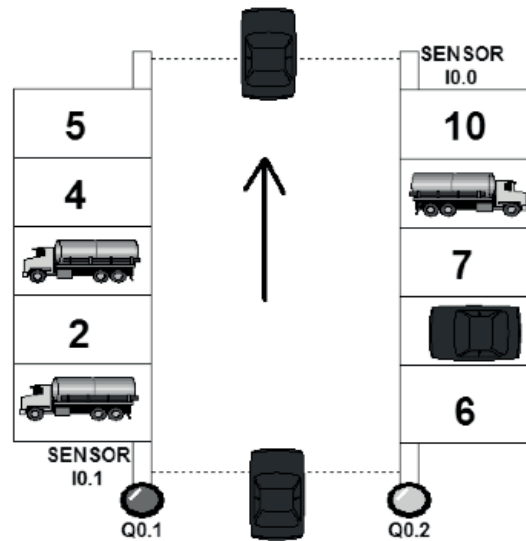


Minutos

Se plantea un ejercicio de aplicación y para ello los estudiantes deben proponer la solución programada utilizando contadores como principal recurso de programación, se espera además la conexión de todos los elementos de entrada y salida al PLC para contextualizar mejor los ejercicios.

Entregue la guía a sus alumnos, Actividad 9.3 (ver Anexos)

1. Un estacionamiento cuenta con disponibilidad para 10 autos. Cuando el estacionamiento está lleno se debe encender una luz roja y cuando queda espacio para algún auto se debe encender una luz verde.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Primero que todo se debe identificar los elementos de entrada y salida dentro del programa, en este caso los elementos son:

Entradas:

- A. Sensor que detecta la entrada de Vehículo **[I0.1]**
- B. Sensor que detecta la salida de Vehículo **[I0.0]**

Entradas consideradas con conexión eléctrica N.O. es decir, cuando el sensor se activa se cierra el contacto eléctrico y por lo tanto se detecta tensión en el terminal de entrada del PLC.

Salidas:

- A. Luz roja indicadora de capacidad completa **[Q0.1]**
- B. Luz verde indicadora de disponibilidad de estacionamiento **[Q0.2]**

Descripción de funcionamiento:

Cuando un vehículo entra al estacionamiento el sensor **(I0.1)** manda un pulso a la entrada del PLC indicando que un vehículo ha ingresado, cuando el sensor mande el décimo pulso la luz verde (encendida debido a que había disponibilidad de estacionamiento), se apagará dando inicio al encendido de la luz roja indicando capacidad llena del estacionamiento; por el contrario cuando un vehículo salga del estacionamiento el sensor **(I0.0)** mandara un pulso a la entrada del PLC haciendo que la luz roja se apague y encienda nuevamente la luz verde.

Explique técnicamente el funcionamiento total del programa:

Actividad N°9.4 Cierre de Sesión. Funciones aprendidas



Minutos

Reflexione y analice el trabajo que han llevado a cabo durante las sesiones prácticas con contadores.

Realizar un trabajo colaborativo en el cual los integrantes de cada grupo discuten las funciones aprendidas, comparten las soluciones a los problemas planteados y determinan a través de la investigación como estas pueden ser utilizadas en el ámbito industrial.

Finalmente, y como cierre el profesor repasa los contenidos vistos y trabajados durante la sesión, indicando aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el quehacer, recalcando los aspectos de seguridad involucrados.

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Pulsadores N.C. y N.O.
- Sensores de proximidad N.O.
- Finales de carrera
- Hoja de Actividad 9.2

SESIÓN Nº 10

Temporizadores I.

AE

Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

Para el estudio de los temporizadores, se han planificado en 2 sesiones de trabajo, considerando su estudio y ensayo a través de métodos de casos, donde se espera que en las soluciones propuestas de los estudiantes también incorporen los recursos de programación previamente vistos.

Esta sesión pretende estudiar los diferentes tipos de temporizadores de manera teórico-práctica para luego en la siguiente sesión, resolver problemas de aplicación utilizando temporizadores.

Recomendaciones Metodológicas

Se sugiere al docente contar con los recursos auxiliares necesarios para implementar las experiencias prácticas, en lo posible debe tener elementos para conectar las entradas al PLC tales como: pulsadores, finales de carrera y sensores de proximidad y aun cuando las salidas se pueden observar por medio de los LEDs indicadores de su equipo, es importante llegar a activar bobinas de relés o contactores o bien SSR (relés de estado sólido) como pre-actuadores y luego entonces motores, válvulas electro-neumáticas o válvulas solenoides si es posible.

Es recomendable también, que el docente vele por el cumplimiento de los tiempos asignados a cada actividad, para que de este modo durante el desarrollo de esta sesión se puedan trabajar todas las actividades propuestas y así cumplir los objetivos.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Reconoce diferentes temporizadores existentes para su programación, según propiedades del controlador lógico programable.
- Realiza programas utilizando temporizadores en procesos secuenciales y lógicos.

Actividad N°10.1 Temporizadores



Inicie el trabajo motivando a sus alumnos con el tema a tratar, reúna los grupos de trabajo y genere actividades para conocer las características generales que se han de considerar en los temporizadores. Realice la siguiente introducción temática:

En primera instancia se debe tener en cuenta que dentro del programa Step7 MicroWIN se puede utilizar 3 clases de temporizadores los cuales se explicarán en la actividad 1 y 2. Los temporizadores son funciones de programación que permiten el control de acciones específicas en función del tiempo.

El número máximo de temporizadores que se pueden utilizar, depende del tipo de CPU con la que estemos trabajando en este caso son 256 que va desde el T0 hasta el T255, pero cada temporizador posee una resolución distinta dependiendo del número del temporizador al cual se está llamando de memoria.

En la tabla adjunta se muestra la resolución y el número de temporizador al cual es posible llamar en los equipos de la serie S7-200 de Siemens, se debe tener en cuenta que dependiendo del tipo de temporizador este posee un rango de números que es posible usar, por ejemplo: **si se desea utilizar un temporizador a la conexión (TON) con una resolución de 10 [ms], en este caso el n° de temporizadores que se puede utilizar es desde el T33 -> T36 y desde el T97 ->T100**

Tabla 3. Resolución y el número de temporizador

Temporizador	Resolución	Valor máximo	N° de Temporizador
TONR	1 ms	32,767 s	T0, T64
	10 ms	327,67 s	T1-T4, T65-T68
	100 ms	3276,7 s	T5-T31, T69-T95
TON, TOF	1 ms	32,767 s	T32, T96
	10 ms	327,67 s	T33-T36, T97-T100
	100 ms	3276,7 s	T37-T63, T101-T255

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Otra característica a considerar en estos equipos es establecer el valor del preset PT, se debe considerar dos aspectos primero las unidades en las que trabajaremos en este caso [ms], milisegundos, teniendo en cuenta que **1 [s] = 1000 [ms]**, y en segundo lugar que el valor real de activación corresponde al valor del preset multiplicado por la base de tiempo o resolución propia del temporizador.

Ejemplo:

Calculemos que valor debería ajustarse en PT si se utiliza el T33 (TON) cuya resolución es de 10 [ms] para que el tiempo de activación sea a los 4 [s]:

Tiempo real de activación = Preset (PT) * Base de tiempo (resolución)

Luego...

Preset (PT) = Tiempo real de activación / Base de tiempo (resolución)

Considerar que 4 [s] = 4000 [ms], de este modo nos queda:

Preset (PT) = 4000 [ms] / 10 [ms]

Preset (PT) = 400

En otras palabras el valor a utilizar en PT es de 400 para que el tiempo de activación sea de 4 segundos si estamos ocupando un temporizador T33.

Ejercicio: ¿Cuál será el tiempo de activación si se mantiene el preset de 400 pero se reemplaza el temporizador por T37?

Actividad N°10.2 Actividad N°1



Minutos

Temporizador con retardo a la conexión

Dentro del programa es llamado TON, Timer On Delay, o temporizador de retardo, el propósito de este temporizador es activar un elemento de salida al momento de que se llega al tiempo seteado.

Su estructura es la siguiente:

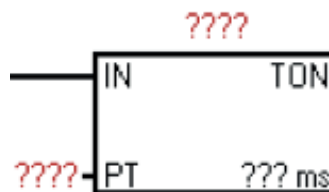


Figura 43. Estructura TON

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

En la parte superior del temporizador se ha de colocar el número del temporizador al cual uno está llamando de memoria, dicho número depende de la resolución a utilizar (ver tabla).

IN: Señal que dará inicio al temporizador, esta debe ser permanente o el temporizador se reiniciará.

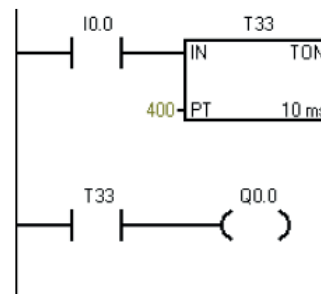
PT: Preset Time, valor de unidades, de acuerdo a la resolución del temporizador, la cual se desea que el temporizador cuente para que se alcance el tiempo de activación descrito para la aplicación.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 10.2 (ver Anexos), con la cual ensayará y pondrá en funcionamiento un programa que utiliza un temporizador con retardo a la conexión y otro con un temporizador de retardo a la desconexión, ambos con base de tiempo de 10 [ms].

Ejercicio 1: Realice la siguiente línea de programación y verifique el funcionamiento:

Considere que cada rama de activación del programa debe estar en un segmento (network) independiente, es decir, la imagen siguiente considera el segmento 1 y 2.

Figura 44. Línea de programación.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Mediante el elemento de entrada **I0.0**, se dará inicio al temporizador, es decir, estando activada la señal de IN I0.0, se habilita el temporizador y comienza a contar, considerando como unidad la base de tiempo en este caso 10ms, cuando la cuenta en el registro del temporizador, llamado acumulador de T, es igual o superior al PT, en este caso a los 4[s], se activa el bit de supervisión del temporizador.

Al llegar al tiempo requerido el temporizador activará el bit de supervisión **T33** correspondiente a la consulta de estado a uno de la dirección del temporizador, el cual dará inicio al encendido de la salida digital **Q0.0**

Temporizador con retardo a la desconexión

Dentro del programa es llamado TOF, Timer Off, el propósito de este temporizador es desactivar un elemento de salida al momento de llegar al tiempo seteado.

Su estructura es la siguiente:

Figura 45. Estructura TOF.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

En la parte superior del temporizador se ha de colocar el número del temporizador al cual uno está llamando de memoria, dicho número depende de la resolución a utilizar (ver tabla).

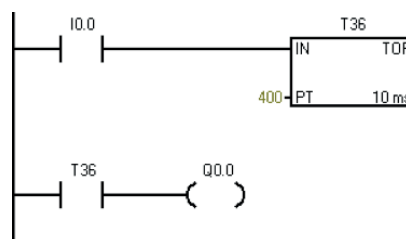
IN: Señal que será supervisada por el temporizador.

PT: Preset Time, valor de unidades, de acuerdo a la resolución del temporizador, la cual se desea que el temporizador cuente para que se alcance el tiempo de activación descrito para la aplicación.

Ejercicio 2: Realice la siguiente línea de programación y verifique el funcionamiento:

Considere que cada rama de activación del programa debe estar en un segmento (network) independiente, es decir, la imagen siguiente considera el segmento 1 y 2.

Figura 46. Línea de programación TOF.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Mediante un pulso en el elemento de entrada **I0.0**, se dará inicio al temporizador, cuya desactivación será a los 4 [s] [de acuerdo al Preset Time] luego de desconectarse la señal de entrada.

Al momento que se activa la señal de IN en el temporizador **I0.0**, se habilita el temporizador y el bit de supervisión **T36** es activado inmediatamente haciendo que el elemento de salida **Q0.0** se active, en el momento que se desconecte la señal de IN **I0.0**, en el temporizador se inicia la cuenta hasta que el valor en el acumulador del temporizador sea igual o mayor al valor seteado en PT, desactivando el bit de supervisión de **T36** y con ello la bobina **Q0.0**

Tenga en cuenta para cada ejercicio, cómo habilita o con qué habilita el funcionamiento del temporizador, es decir, si se piensa en elementos físicos conectados

a la entrada I0.0 podríamos decir que el TON se habilitará si conectamos un “interruptor”, en cambio para el caso del TOF deberíamos habilitarlo con un “pulsador”. Esto, ya que, el TON se habilita con el flanco de subida y el estado ON del pulso de entrada y el TOF se habilita con el flanco de bajada del pulso de entrada.

Cuando ejecute su programa, observe también el número que se va incrementando en la parte superior del timer, este es un número del tipo “entero” o “integer” y tendrá importancia cuando sea necesario compararlo con un valor constante (véase sesión 12 y 13 de Comparadores)

Actividad Nº10.3 Temporizador a la conexión con memoria



En el programa es llamado TONR, al ser un temporizador con memoria, si el elemento de entrada **IN** es desactivado el valor de tiempo transcurrido y almacenado en el acumulador del temporizador no vuelve a 0 (**como en el TON**), sino que se mantiene guardado el valor actual, y luego al ser activada nuevamente la señal **IN** se continua incrementando la cuenta en el acumulador del temporizador.

Su estructura es la siguiente:

Figura 47. TONR



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

En la parte superior del temporizador se ha de colocar el número del temporizador al cual uno está llamando a memoria, dicho número depende de la resolución a utilizar (ver tabla).

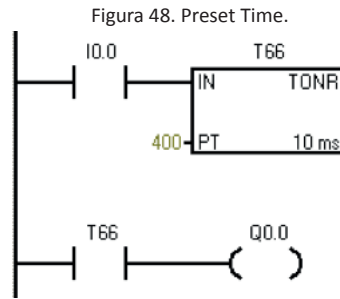
IN: Señal que será supervisada por el temporizador.

PT: Preset Time, valor de unidades, de acuerdo a la resolución del temporizador, la cual se desea que el temporizador cuente para que se alcance el tiempo de activación descrito para la aplicación.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 10.3 (ver Anexos), con la cual ensayará y pondrá en funcionamiento un programa que utiliza un temporizador con retardo a la conexión y con memoria, utilizando base de tiempo de 10 [ms].

Ejercicio 3: Realice la siguiente línea de programación y verifique el funcionamiento:

Considere que cada rama de activación del programa debe estar en un segmento (network) independiente, es decir, la imagen siguiente considera el segmento 1 y 2.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Mediante el elemento de entrada **I0.0**, se dará inicio al temporizador, cuyo tiempo de activación será a los 4 [s] [Preset Time], es decir, estando activada la señal de **IN I0.0**, se habilita el temporizador y comienza a contar, almacenando el valor de la cuenta en el acumulador del temporizador, si **I0.0** es desactivado el tiempo transcurrido queda guardado en memoria, al activar nuevamente **I0.0** se habilita el temporizador y retoma la cuenta en el valor almacenado en el acumulador, cuando dicho valor igual o superior al valor del preset se activa (o pone a uno) el bit de supervisión **T66** y se activa la salida digital **Q0.0**.

Es importante considerar que la activación del bit de supervisión es independiente del número de ciclos de activación/desactivación que presente la señal supervisada, en este caso **I0.0** y además no considera los tiempos transcurridos entre dichas activaciones.

Explique técnicamente el funcionamiento total del programa:

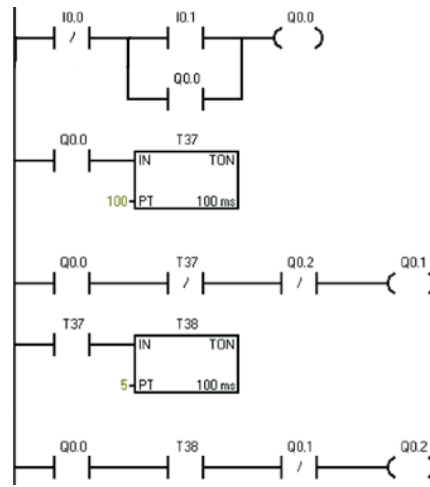
Actividad Nº10.4 Cierre de Sesión. Temporizadores



45
Minutos

Reúna a los grupos de trabajo y realice una síntesis de lo aprendido con respecto a los temporizadores. Otorgue un tiempo para discutir la utilización de este recurso de programación en aplicaciones industriales y presente el siguiente diagrama de lógica programada (KOP), el cual corresponde a la partida estrella – triángulo para un motor trifásico:

Figura 49. Partida estrella-triángulo



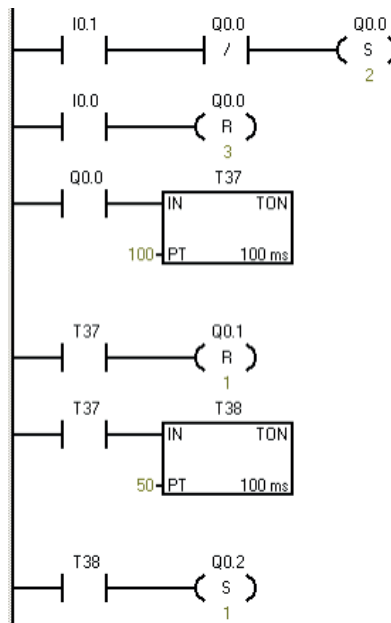
Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Analice el programa y proponga a sus alumnos resolver de manera similar cumpliendo con la misma función, pero utilizando las instrucciones Set y Reset.

Los alumnos deben proponer los pulsadores (NO o NC) que utilizarían en las entradas I0.0 e I0.1 para cumplir con la lógica de funcionamiento.

Luego puede usted entregar esta otra solución, realizando la comparación entre ambos programas, en el ámbito de: (i) la funcionalidad; (ii) la extensión del programa; (iii) la facilidad de comprensión; (iv) la facilidad de modificaciones de tiempos de actuación y (v) la fiabilidad de funcionamiento.

Figura 50. Pulsadores (NO o NC)



Finalmente, y como cierre, repase los contenidos vistos y trabajados durante la sesión, indicando aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el quehacer, recalcando los aspectos de seguridad involucrados.

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Pulsadores N.C. y N.O.
- Sensores de proximidad N.O.
- Finales de carrera
- Hoja de Actividad 10.2
- Hoja de Actividad 10.3

SESIÓN N° 11

Temporizadores II

AE

Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Presentación

Esta sesión como continuación de la anterior, se ha planeado para que los estudiantes resuelvan problemas de aplicación, del mismo modo, se espera que puedan conectar entradas y salidas al PLC para verificar el correcto funcionamiento de los programas.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Ejecuta programas para verificar el comportamiento de las variables en un circuito automatizado, de acuerdo a requerimientos de aplicación de procesos.

Recomendaciones Metodológicas

Se sugiere al docente contar con los recursos auxiliares necesarios para implementar las experiencias prácticas, en lo posible debe tener elementos para conectar las entradas al PLC tales como: pulsadores, finales de carrera y sensores de proximidad y aun cuando las salidas se pueden observar por medio de los LEDs indicadores de su equipo, es importante llegar a activar bobinas de relés o contactores o bien SSR (relés de estado sólido) como pre-actuadores y luego entonces motores, válvulas electro-neumáticas o válvulas solenoides si es posible.

Es recomendable también que el docente vele por el cumplimiento de los tiempos asignados a cada actividad, para que, de este modo durante el desarrollo de esta sesión, se puedan trabajar todas las actividades propuestas y así cumplir los objetivos.

Actividad Nº11.1 Soluciones propuestas para la partida estrella – triángulo



Minutos

Considerando el cierre de la sesión anterior y conectándolos con sus conocimientos previos, proponga a sus alumnos programar las 2 soluciones propuestas para la partida estrella – triángulo de un motor trifásico.

Con este ejercicio se pretende comprobar las hipótesis planteadas en torno a las soluciones propuestas por sus alumnos, al mismo tiempo que ellos puedan evidenciar que para un mismo problema, existen variadas soluciones con lógica programada.

Retroalimente los resultados obtenidos por los estudiantes.

Actividad Nº11.2 Lenguaje de contactos (KOP)



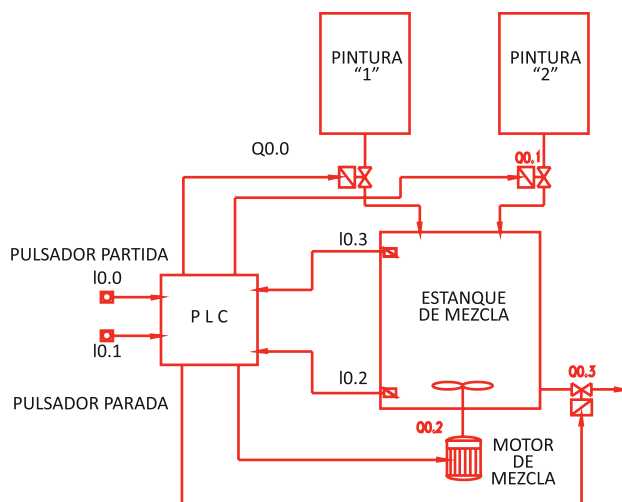
Minutos

Se planteará un ejercicio de aplicación y para ello los estudiantes deben proponer la solución programada utilizando temporizadores como principal recurso de programación, se espera además la conexión de todos los elementos de entrada y salida al PLC para contextualizar mejor el ejercicio.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 11.2 (ver Anexos)

Dada la aplicación “Control de Ciclo en Mezcla de Pintura”. Diseñar, implementar y ensayar un programa, en lenguaje de contactos (KOP), que simule el funcionamiento del proceso.

Figura 51. Control de Ciclo en Mezcla de Pintura



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Condiciones de operación:

Inicialmente el estanque de mezcla se encuentra vacío, por lo tanto los interruptores de nivel bajo y alto (I0.2 e I0.3 respectivamente) están abiertos, el motor de mezcla desactivado y las tres electro válvulas cerradas. Al pulsar I0.0 se abren las electroválvulas Q0.0 y Q0.1 permitiendo el ingreso de las pinturas al estanque de mezcla. A medida que el nivel sube, se cierra el interruptor de nivel bajo y posteriormente el interruptor de nivel alto, provocando automáticamente el cierre de las electroválvulas y la activación del motor de mezcla por 8 segundos. Transcurrido este tiempo se detiene el motor y se abre la electroválvula Q0.3 vaciando el estanque; se abre primero I0.3 y luego I0.2 provocando el cierre de Q0.3 y la apertura nuevamente de Q0.0 y Q0.1 repitiéndose el ciclo.

El pulsador I0.1 detiene el proceso en cualquier instante cerrando las válvulas y desactivando el motor de mezcla.

Conecte ahora todos los elementos de entrada y salida al PLC para verificar su correcto funcionamiento.

Realice la conclusión de su trabajo, argumentando aspectos de su aprendizaje esperado:

Actividad N°11.3 Llenado Automático de Botellas



Se plantea un ejercicio de aplicación y para ello los estudiantes deben proponer la solución programada utilizando temporizadores como principal recurso de programación, se espera además la conexión de todos los elementos de entrada y salida al PLC para contextualizar mejor el ejercicio.

Dada la siguiente aplicación “Llenado Automático de Botellas”. Diseñar, implementar y ensayar un programa, en lenguaje de contactos, que simule el funcionamiento del proceso.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 11.3 (ver Anexos)

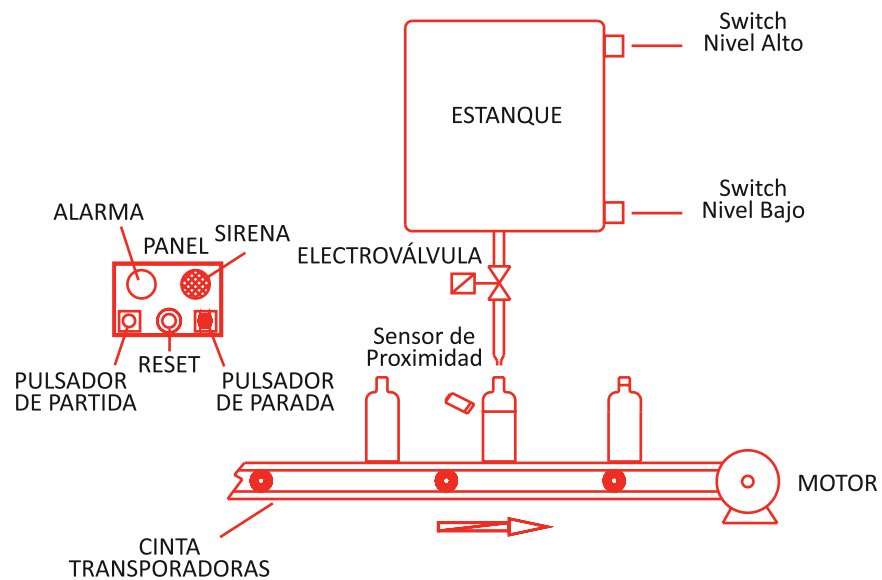
Dada la siguiente aplicación “Llenado Automático de Botellas”. Diseñar, implementar y ensayar un programa, en lenguaje de contactos, que simule el funcionamiento del proceso.

Condiciones de operación:

1. Una cantidad de líquido constante se vierte en la botella según pasa por la cinta.
2. El motor funcionará cuando se activa el pulsador de partida.
3. Cuando el sensor de proximidad detecta la botella, el motor detiene la cinta, la electroválvula se abre durante 2 [s] y vierte el líquido en la botella. Un segundo

después vuelve a activarse el motor de la cinta.

4. Todas las operaciones se detienen cuando activamos el pulsador de parada.
5. El piloto de alarma se encenderá con flashes de 2 [s], si el nivel de líquido del estanque desciende a un mínimo preestablecido.
6. La sirena sonará y la cinta parará cuando no haya líquido en el estanque.
7. Después de solucionar las anomalías hacemos un reset y todo volverá a las condiciones iniciales.



Realice la conclusión de su trabajo, argumentando aspectos de su aprendizaje esperado:

Actividad Nº11.4 Cierre de Sesión. Funciones aprendidas



Minutos

Reflexione y analice el trabajo que han llevado a cabo durante las sesiones prácticas con temporizadores.

Realice un método trabajo colaborativo en el cual los integrantes de cada grupo discuten las funciones aprendidas, comparten las soluciones a los problemas planteados y determinan a través de la investigación como estas pueden ser utilizadas en el ámbito industrial.

Finalmente, y como cierre el profesor repasa los contenidos vistos y trabajados durante la sesión, indicando aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el quehacer, recalcando los aspectos de seguridad involucrados.

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Pulsadores N.C. y N.O.
- Sensores de proximidad N.O.
- Finales de carrera
- Hoja de Actividad 11.2
- Hoja de Actividad 11.3

SESIÓN Nº 12

Comparadores I.

AE

Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

Para el estudio de los comparadores se han planificado en 2 sesiones de trabajo, considerando su estudio y ensayo a través de métodos de casos, donde se espera que en las soluciones propuestas por los estudiantes también incorporen los recursos de programación previamente vistos.

Esta sesión pretende estudiar los diferentes tipos de comparadores de manera teórico-práctica para luego en la siguiente sesión, resolver problemas de aplicación utilizando estos recursos.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Reconoce diferentes comparadores existentes para su programación, disponibles en el software de programación.
- Ejecuta programas utilizando comparadores en procesos secuenciales y lógicos.

Recomendaciones Metodológicas

Se sugiere al docente contar con los recursos auxiliares necesarios para implementar las experiencias prácticas, en lo posible debe tener elementos para conectar las entradas al PLC tales como: pulsadores, finales de carrera y sensores de proximidad y aun cuando las salidas se pueden observar por medio de los LEDs indicadores de su equipo, es importante llegar a activar bobinas de relés o contactores o bien SSR (relés de estado sólido) como pre-actuadores y luego entonces motores, válvulas electro-neumáticas o válvulas solenoides si es posible.

Es recomendable también, que el docente vele por el cumplimiento de los tiempos asignados a cada actividad, para que de este modo durante el desarrollo de esta sesión se puedan trabajar todas las actividades propuestas y así cumplir los objetivos.

Actividad N°12.1 Comparadores.



PASOS PREVIOS

En el inicio de esta sesión, se recomienda al docente repasar el formato de datos que maneja el PLC y como se estructura el área de memoria (bit, bytes, word y double word)

COMPARADORES

Al momento de utilizar los comparadores, se debe considerar el tipo de variables que se van a utilizar al momento de realizar una comparación. Dentro de esas variables se encuentran:

B: Comparación de Bytes, debido a que el byte es el conjunto de 8 bits esta comparación se realiza utilizando el valor en forma decimal sin signo.

I: Comparación de Enteros, utiliza valores del tipo Word que pueden ser con o sin signo.

D: Comparación de Enteros Dobles, utiliza valores del tipo DWord que pueden ser con o sin signo.

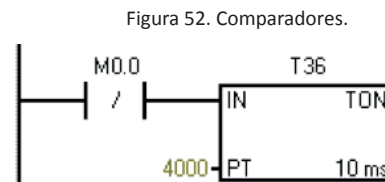
R: Comparación de Reales, utiliza valores reales con signo.

Actividad N°12.2 Funcionamiento comparadores



COMPARADORES

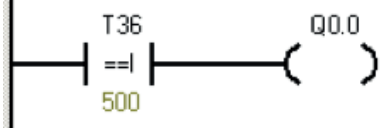
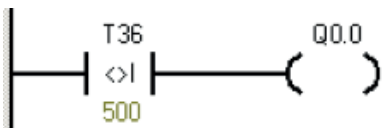
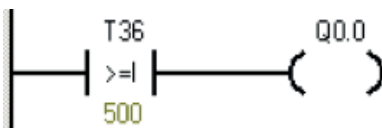
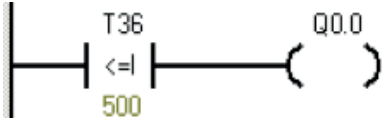
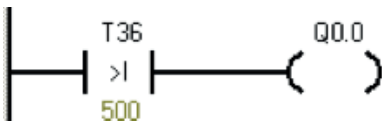
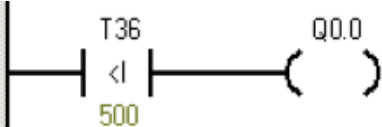
Utilizando un temporizador como base, se explicará el funcionamiento de cada comparador en base de valores de Enteros (Word).



Fuente: Elaboración propia, 2017

Para probar este funcionamiento en el software considere este como segmento o network 1; y luego para el segmento 2 alterne cada uno de los segmentos presentados en la siguiente lista, probando cada uno como un programa independiente.

Tabla 4. Descripciones.

PROGRAMA	DESCRIPCIÓN
	<p>El comparador “igual a”, activará el elemento de salida si y sólo si el valor de T36 sea igual a 500, en caso contrario se desactivará, por lo tanto el periodo de activación de Q0.0 será sólo un pulso</p>
	<p>El comparador “distinto de”, activará el elemento de salida si y sólo si el valor de T36 sea distinto de 500, por lo tanto se activará entre los rangos 0->499 y de 501->en adelante, en este caso el periodo de desactivación de Q0.0 será un pulso, por lo cual resulta habitualmente imperceptible</p>
	<p>El comparador “mayor o igual a”, activará el elemento de salida si y sólo si el valor de T36 sea igual o mayor a 500, por lo tanto en este caso la señal Q0.0 permanecerá activada a partir del valor 500 hacia arriba.</p>
	<p>El comparador “menor o igual a”, activará el elemento de salida si y sólo si el valor de T36 sea menor o igual a 500, por lo tanto se activará en el rango 0->500.</p>
	<p>El comparador “mayor a”, activará el elemento de salida si y sólo si el valor de T36 sea mayor a 500, por lo tanto se activará partir del valor 500 hacia arriba.</p>
	<p>El comparador “menor a”, activará el elemento de salida si y sólo si el valor de T36 sea menor a 500, por lo tanto se activará en el rango 0->499.</p>

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

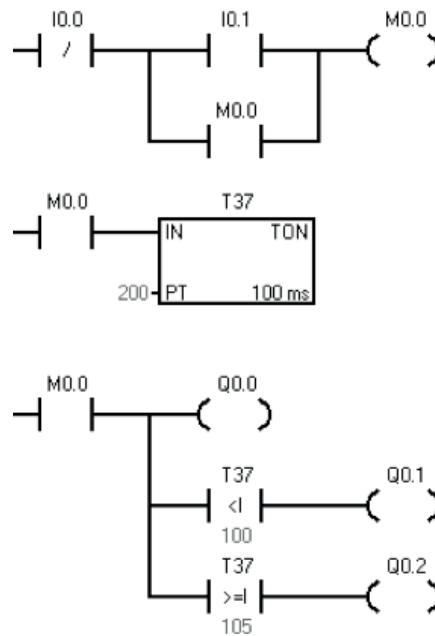
Actividad:

Proponga a sus alumnos el desafío de ocupar los comparadores con contadores, de igual manera en que se están utilizando con el ejemplo anterior.

Entregue además la guía Actividad 12.2 (ver Anexos) correspondiente a la partida estrella/triángulo utilizando en este caso los comparadores.

1. Usando la función de comparadores realice la partida estrella-triángulo de un motor.

Figura 53. Función partida estrella-triángulo.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

2. Describir el principio de funcionamiento del programa del PLC y realice las modificaciones al programa de ser necesario una mejora en el funcionamiento:

Actividad N°12.3 3 experiencias



Minutos

En esta actividad se propone un conjunto de 3 experiencias: (i) que se inician con un problema que es continuación del anterior. (ii) Se desea programar un sistema de riego automático, el sistema comienza a funcionar transcurrido 1 minuto, funciona por 5 minutos y luego se detiene 1 minuto nuevamente y (iii) Utilizando comparadores realizar una secuencia de activación para 8 bobinas de acuerdo a un esquema de tiempo.

Todos necesitan ser programados mediante las funciones de comparación. Entregue a sus alumnos la guía Actividad 12.3 (ver Anexos)

1. Usando un temporizador, la función set- reset y comparadores $=$, $<$ en formato I (entero), modifique el programa anterior de manera que el motor inicie su funcionamiento luego de 3 segundos de presionado el pulsador partir, y se detenga al completar 30 segundo de funcionamiento en conexión triángulo.
2. Se desea programar un sistema de riego automático, el sistema comienza a funcionar transcurrido 1 minuto, funciona por 5 minutos y luego se detiene 1 minuto nuevamente.

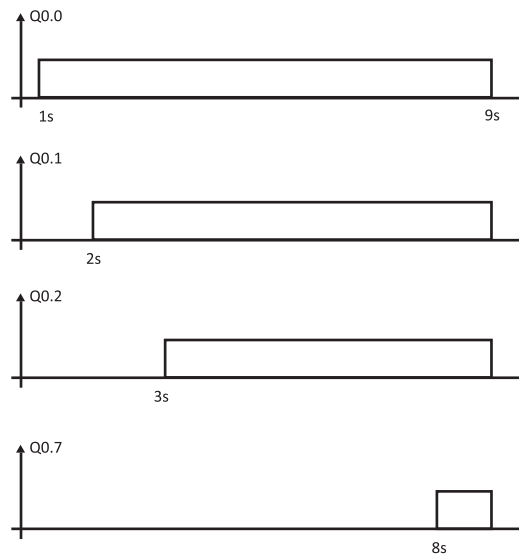
Figura 54. Estado de activación.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

3. Utilizando comparadores realizar una secuencia de activación para 8 bobinas de acuerdo al siguiente esquema de tiempo:

Figura 55. Secuencia activación 8 bobinas.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Actividad N°12.4 Cierre de Sesión. Funciones aprendidas



Minutos

Reflexione y analice el trabajo que han llevado a cabo durante las sesiones prácticas con comparadores.

Realizar un trabajo colaborativo en el cual los integrantes de cada grupo discuten las funciones aprendidas, comparten las soluciones a los problemas planteados y determinan a través de la investigación como estas pueden ser utilizadas en el ámbito industrial.

Finalmente, y como cierre el profesor repasa los contenidos vistos y trabajados durante la sesión, indicando aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el quehacer, recalcando los aspectos de seguridad involucrados.

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Pulsadores N.C. y N.O.
- Sensores de proximidad N.O.
- Finales de carrera
- Hoja de Actividad 12.2
- Hoja de Actividad 12.3

SESIÓN Nº 13

Comparadores II.

AE

Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Presentación

Esta sesión es continuación de la anterior "Comparadores I" y se ha planeado para que los estudiantes resuelvan problemas de aplicación, del mismo modo, se espera que puedan conectar entradas y salidas al PLC para verificar el correcto funcionamiento de los programas.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Ejecuta programas para verificar el comportamiento de las variables en un circuito automatizado, de acuerdo a requerimientos de aplicación de procesos.

Recomendaciones Metodológicas

Se sugiere al docente contar con los recursos auxiliares necesarios para implementar las experiencias prácticas, en lo posible debe tener elementos para conectar las entradas al PLC tales como: pulsadores, finales de carrera y sensores de proximidad y aun cuando las salidas se pueden observar por medio de los LEDs indicadores de su equipo, es importante llegar a activar bobinas de relés o contactores o bien SSR (relés de estado sólido) como pre-actuadores y luego entonces motores, válvulas electro-neumáticas o válvulas solenoides si es posible.

Es recomendable también, que el docente vele por el cumplimiento de los tiempos asignados a cada actividad, para que de este modo durante el desarrollo de esta sesión se puedan trabajar todas las actividades propuestas y así cumplir los objetivos.

Actividad N°13.1 Proceso del tipo Batch



Minutos

Considere presentar a sus estudiantes el siguiente video:

Video N° 1. Cómo se fabrica el chocolate en tableta industrial.
(https://www.youtube.com/watch?v=_jQMd55nvsA)

Tenga este ejemplo de la producción de chocolate, como un proceso del tipo Batch. Acá el alumno tendrá la oportunidad de observar el uso de pantallas HMI para el control de procesos industriales, aprendizaje previo que fue trabajado en otra sesión, y además entender la diferencia con un proceso de elaboración continuo.

Entregue a sus estudiantes las siguientes indicaciones:

- Nombre las principales etapas en la elaboración de una tableta de chocolate.
- Dibuje un diagrama de flujo con las etapas del proceso.
- Explique por qué este proceso es denominado o clasificado como del tipo batch.

Actividad N°13.2 Sistema de control tipo Batch

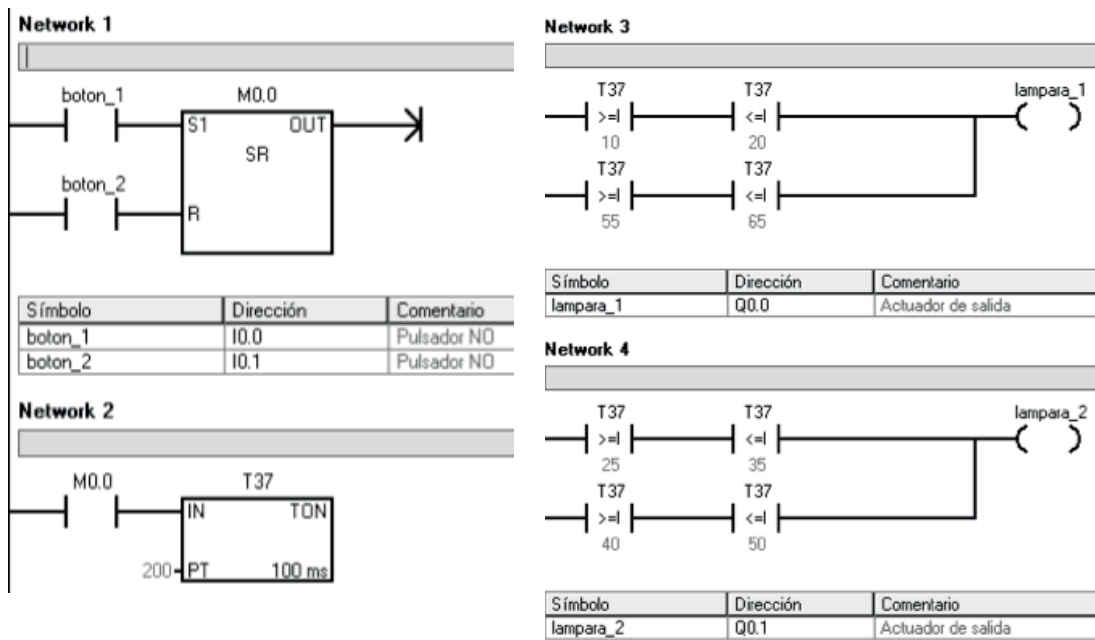


Minutos

En un sistema de control Batch, es necesaria la activación de 6 válvulas solenoides en forma secuencial durante 1 segundo, la cual permite la limpieza, por medio de aire comprimido, de recipientes y piping luego de finalizado el proceso.

La solución puede ser la que se muestra en la figura, sin embargo deje que sus alumnos intenten proponer su propia solución. En esta propuesta solo se ha hecho para dos salidas de activación.

Figura 56. Control Batch.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Entregue la guía Actividad 13.2 a sus estudiantes (ver Anexos)
 La secuencia debe ser posible detenerla en cualquier momento ante la pulsación de una botonera STOP.

Documente aquí la solución programada al problema propuesto:

Actividad Nº13.3 Control de embalaje



Minutos

Dada la siguiente aplicación “Control de Embalaje”. Diseñar, implementar y ensayar un programa, en lenguaje de contactos, que simule el funcionamiento del proceso.

Esta actividad es un ejercicio de aplicación. Requiere asista a los estudiantes durante su desarrollo permitiendo el trabajo autónomo para orientar al aprendizaje esperado de la sesión.

Entregue a sus alumnos la guía Actividad 13.3 (ver Anexos)

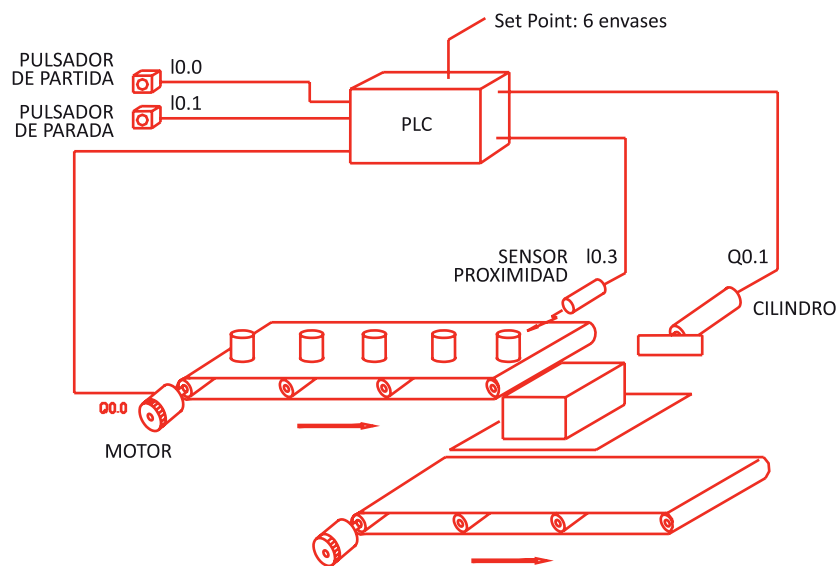
Condiciones de operación:

Al pulsar Partida (I0.0) se activa el motor (Q0.0) que mueve la correa transportadora. Un sensor de proximidad (I0.3) cuenta los envases que se depositan en una caja al final de la correa transportadora, la cual se detiene por 5 segundos al contar 6 envases. Al momento de detenerse la correa, se activa un cilindro electro neumático por 2 segundos, el cual mueve la caja con los 6 envases a otra correa transportadora. Transcurrido los 5 segundos se activa nuevamente la correa principal reseteando la cuenta y repitiéndose el ciclo.

Al pulsar Parada (I0.1) todo el proceso se detiene completamente.

En la solución deben estar utilizados los comparadores (además de contadores y temporizadores)

Figura 57. Control de embalaje.



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Actividad Nº13.4 Cierre de Sesión. Funciones aprendidas



Minutos

Reflexione y analice el trabajo que han llevado a cabo durante las sesiones prácticas con comparadores.

Realizar un trabajo colaborativo en el cual los integrantes de cada grupo discuten las funciones aprendidas, comparten las soluciones a los problemas planteados y determinan a través de la investigación como estas pueden ser utilizadas en el ámbito industrial.

Finalmente, y como cierre el profesor repasa los contenidos vistos y trabajados durante la sesión, indicando aquellas consideraciones más importantes a tener en cuenta en el quehacer, recalcando los aspectos de seguridad involucrados.

MATERIALES

- PLC Siemens, modelo Simatic S7-200
- PC, con puerto serial RS232 y/o USB
- Interface de comunicación PC/PPI con puerto serial RS232 o USB
- Software de programación Step 7 MicroWin V4.0 SP9
- Pulsadores N.C. y N.O.
- Sensores de proximidad N.O.
- Hoja de Actividad 13.2
- Hoja de Actividad 13.3
- Finales de carrera
- Video 1 Así lo fabrican ASF [Así lo fabrican ASF], 2013 Junio 28, Cómo se frabrica el Chocolate en tableta industrialmente [Archivo de video] Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=_jQMd55nvsA

SESIÓN N° 14

Operadores Aritméticos.

AE

Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Presentación

El propósito de esta sesión es profundizar aspectos que se relacionan con los formatos de memoria que maneja todo PLC y asociar estos a los formatos numéricos. Es importante señalar que estos formatos de memoria son una característica muy importante en cada equipo, ya que disponen de las áreas de memoria para que los datos se puedan procesar adecuadamente, presentando así distintos formatos de acuerdo a cada fabricante.

Recomendaciones Metodológicas

Se sugiere al docente trabajar para esta actividad con el manual respectivo de su PLC y analizar junto a los estudiantes las áreas de memoria definidas por el fabricante. Para estas experiencias se recomienda contar con los elementos solicitados en los anexos y velar por la seguridad de los estudiantes como la de los equipos al momento de realizar el conexionado de estos.

Se recomienda además revisar la solución propuesta del programa al problema planteado, el cual se encuentra como anexo al final de la sesión y en lo posible disponer de un proyector para presentar las soluciones de sus estudiantes en el momento del cierre de la sesión.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Reconoce las funciones básicas de distintos operadores aritméticos disponibles en el software de programación, utilizando programas sencillos que requieran de estos.

Actividad N°14.1 Operadores aritméticos

Minutos

En esta primera parte haga referencia a los operadores aritméticos. Al utilizar los operadores aritméticos, se debe considerar el tipo de variables que se van utilizar al momento de realizar una función aritmética. Relacionando la extensión de memoria necesaria para realizar la operación de acuerdo al formato numérico a utilizar.

Los formatos de memoria a utilizar de acuerdo a su extensión son Byte, Word o Doble Word, asociados a los formatos numéricos entero, doble entero y real. Dentro de esas variables se encuentran:

- B: Bytes, debido a que el byte es el conjunto de 8 bits esta operación se realiza utilizando el formato numérico decimal sin signo, con una capacidad de valor máxima de 255.
- I: Enteros, utiliza formato binario del tipo Word, 16 bits; utilizando el formato numérico decimal con o sin signo, con una capacidad de valor máxima de 65535.
- DI: Enteros Dobles, utiliza formato binario del tipo DWord, 32 bits; utilizando el formato numérico decimal con o sin signo, con una capacidad máxima correspondiente a la sumatoria de 2 elevado a 0, hasta 2 elevado a 31.
- R: Reales, utiliza formato binario del tipo DWord, 32 bits; utilizando el formato numérico real con signo, es decir incorpora el valor decimal.
- Se recomienda que profundice estos conocimientos desarrollando cálculos simples que permitan a los alumnos comprender la utilidad y aplicación de los operadores aritméticos.

Con el desarrollo de estos conocimientos básicos se da la introducción a la sesión N°14.

Actividad Nº14.2 Funcionamiento operador aritmético



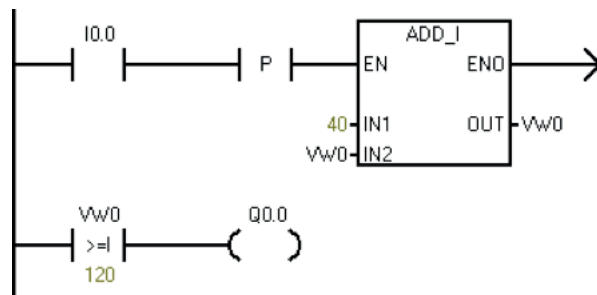
Minutos

Solicite a los alumnos que formen grupos de tres integrantes, explica que esta actividad requiere trabajo colaborativo y explica además el funcionamiento de cada operador aritmético.

Funcionamiento de cada operador aritmético:

El operador **ADD_X** suma dos valores y entrega el valor a una salida deseada, en el ejemplo, el elemento de salida **Q0.0** se activará cuando el valor de la suma **sea mayor o igual a 120** para tal efecto el elemento de entrada debe ser pulsado **3 veces**.

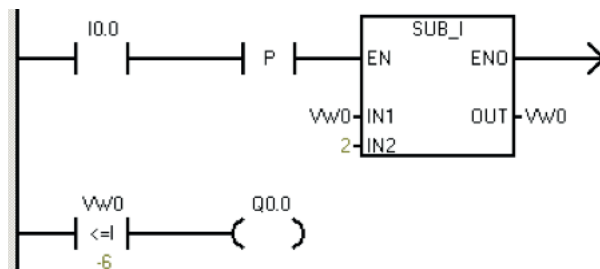
Figura 58. Operador ADD_X



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

El operador **SUB_X** resta dos valores y entrega el valor a una salida deseada, en el ejemplo, el elemento de salida **Q0.0** se activará cuando el valor de la resta **sea menor o igual a -6** para tal efecto el elemento de entrada debe ser pulsado **3 veces**.

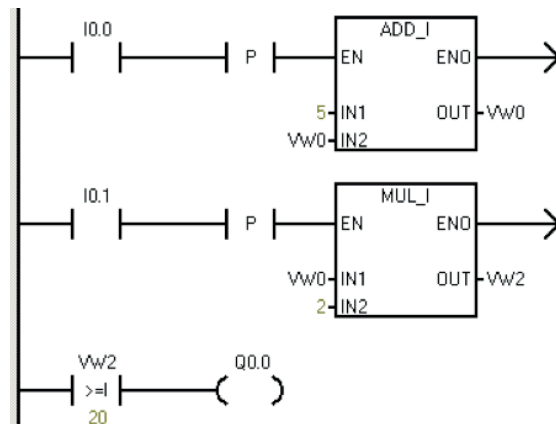
Figura 59. Operador SUB_X



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

El operador **MUL_X** multiplica dos valores y entrega el valor a una salida deseada, en el ejemplo, el elemento de salida **Q0.0** se activará cuando el valor de la multiplicación **sea mayor o igual a 20** para tal efecto el elemento de entrada **I0.0** debe ser accionado **2 veces** y luego el elemento de entrada **I0.1** accionarlo 1 vez.

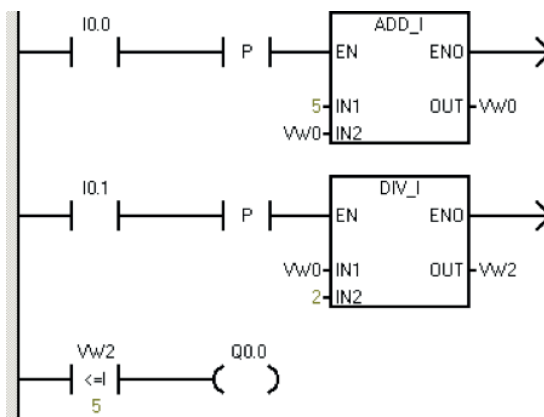
Figura 60. Operador MUL_X



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

El operador **DIV_X** divide dos valores y entrega el valor a una salida deseada, en el ejemplo, el elemento de salida **Q0.0** se activará cuando el valor de la división **sea menor o igual a 5** para tal efecto el elemento de entrada **I0.0** debe ser accionado **2 veces** y luego el elemento de entrada **I0.1** accionarlo 1 vez.

Figura 61. Operador DIV_X



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Entregue a los alumnos la hoja de trabajo correspondiente a esta actividad y explica a los alumnos que deberán realizar un programa para una partida estrella-triángulo en que el tiempo muerto es modificado por pulsadores, con los antecedentes que se entregan.

Ejercicio

1. Usando operadores matemáticos realizar un programa para una partida estrella-triángulo en que el tiempo muerto es modificado por pulsadores.

- I0.0: Parada N.O.
- I0.1: Partida N.O.
- I0.2: Incrementa en 1 unidad el tiempo muerto, conexión NO
- I0.3: Decremento en 1 unidad el tiempo muerto, conexión NO
- Q0.0: K1 (bobina principal del motor)
- Q0.1: K2 (bobina estrella)
- Q0.2: K3 (bobina triangulo)

Actividad N°14.3 Modificación programa



Minutos

Una vez verificada la funcionalidad del programa anterior, solicite modificar el programa para que el cambio de tiempo del paso de estrella a triángulo sea de 3 segundos por cada pulso.

Con la finalidad de ajustar el sistema a norma, solicite el cambio del pulsador destinado a la detención del sistema, ya que normativamente se establece que éste debe ser de color rojo y con conexión eléctrica NC.

Entregue a los alumnos la hoja de trabajo correspondiente a esta actividad, para que los estudiantes puedan trabajar las siguientes indicaciones.

- a) Realice el cambio del pulsador conectando en la misma dirección en que se encontraba conectado, evalúe la funcionalidad del sistema y redacte brevemente el estado del sistema.
- b) Modifique el programa actual de manera de mantener la funcionalidad descrita inicialmente para el sistema.
- c) Actualice las modificaciones realizadas en los planos de conexión

Actividad N°14.4 Cierre de Sesión. Explicación Programas**Minutos**

Como cierre de esta actividad, solicite a 2 grupos de trabajo que expliquen sus programas desarrollándolos en la pizarra y/o acompañados con un proyector. Retroalimente el desarrollo de esta actividad explicando las diferencias entre estas soluciones programadas.

Al cambiar el pulsador ¿Cuál es la principal modificación al programa que usted hizo? Y ¿Por qué?

¿Con qué operador aritmético se ha podido aumentar el tiempo de paso en la partida estrella-triángulo de motor?

MATERIALES

- Proyector.
- PLC
- Pulsadores NO y NC
- Contactores
- Motor trifásico
- Terminales de conexión
- Multímetro
- Hoja de Actividad N° 14.2 - Partida estrella / triángulo con selector de tiempo muerto.
- Hoja de Actividad N° 14.3 - Partida estrella / triángulo modificada.

SESIÓN N° 15

Movimiento de Registro.

AE

Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

El propósito de esta sesión es generar el análisis de los programas propuestos donde en ellos se trabajará con los desplazamientos de registro. Se han planteado tres ejercicios que se relacionan entre sí y a su vez permitirá que los estudiantes elaboren propuestas más avanzadas de programación a partir de soluciones propuestas en el contexto de problemas reales del tipo industrial.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Reconoce las funciones básicas de los movimientos de registro disponibles en el software de programación, utilizando programas sencillos que requieran de estos.

Recomendaciones Metodológicas

Para esta sesión se recomienda contar con todos los elementos que permitirán el conexionado de los equipos y además el docente deberá entregar las soluciones de los programas que se solicitan desarrollar, estas soluciones se encuentran como anexo en las guías para el estudiante. También el docente debe considerar los elementos de seguridad que permitirán proteger a los estudiantes y a los equipos durante la puesta en marcha de los circuitos.

En el momento del cierre de la sesión es importante que el docente proyecte los programas realizados junto a las posibles modificaciones hechas en ellos y en conjunto con sus alumnos posibilite el debate y el análisis en torno al tema desarrollado.

Actividad Nº15.1 Movimientos de registros disponibles

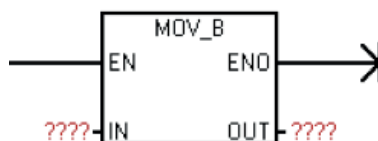


Minutos

Haga referencia a los movimientos de registros disponibles en el software de programación.

Ejemplo:

Figura 62. Movimiento de registro.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Al momento de utilizar los movimientos de registro, se debe considerar el tipo de variables que se van a utilizar al momento de realizar un traslado de valores. Dentro de esas variables se encuentran:

B: Bytes, debido a que el byte es el conjunto de 8 bits esta comparación se realiza utilizando el valor en forma decimal sin signo, con un valor máximo de 255.

W: Enteros, utiliza formato binario del tipo Word, asociado a números enteros pudiendo ser con o sin signo, con valor máximo de 65535 o de -32768 a +32767.

DW: Enteros Dobles, utiliza formato binario del tipo DWord, asociado a números enteros que pueden ser con o sin signo.

R: Reales, utiliza formato binario del tipo doble Word, asociado a números reales.

Actividad Nº15.2 Conexiones dos pulsadores NO



Minutos

Entregue a los alumnos la hoja de trabajo correspondiente a esta actividad y explica la finalidad del problema planteado.

Utilizando la herramienta MOV B, 1 temporizador y comparadores realice la partida estrella-triángulo de 2 bombas.

- I0.1: Partida. Conexión eléctrica debe de acuerdo a la imagen.
- I0.0: Detención total
- K1: Q0.0 K4: Q0.3
- K2: Q0.1 (estrella) K5: Q0.4 (estrella)
- K3: Q0.2 (triángulo) K6: Q0.5 (triángulo)

Manteniendo la conexión eléctrica del ejercicio anterior, se agregan las conexiones para 2 pulsadores NO y prueban el programa, para la partida estrella-triángulo, que permite con 2 pulsadores diferentes modificar 3 tiempos para la conexión estrella y el tiempo muerto. Entregue a los alumnos la hoja de trabajo correspondiente a esta actividad y explique la finalidad del problema planteado.

La tabla muestra la combinación para los tiempos designados (se modifican antes de la partida).

Tabla 5. Tiempo Estrella – Tiempo Muerto.

Símbolo	Dirección	Tiempo Estrella	Tiempo Muerto
0	0	1 Segundo	1 Segundo
0	1	2 Segundos	2 Segundos
1	0	3 Segundos	3 Segundos

Fuente: Elaboración Propia (2017)

Actividad N°15.3 Partida secuencial de tres motores conectados en partida directa



Minutos

Partida secuencial de tres motores conectados en partida directa, este debe ser modificado por tan sólo 2 pulsadores. Uno incrementa el tiempo y el otro decrementa el tiempo.

Entregue a los alumnos la hoja de trabajo correspondiente a esta actividad y explique la finalidad del problema planteado.

Descripción del funcionamiento

- El motor 1 se acciona con Q0.0, el segundo con Q0.2 y el tercero con Q0.3.
- La partida del sistema lo determina I0.1, la parada I0.0
- El incremento lo realiza el I0.2
- El decremento lo realiza el I0.3

El tiempo que tiene por defecto el sistema es de 1 segundo entre motor y motor. El incremento es cada 1 segundo, lo mismo que el decremento.

Pida a sus estudiantes que modifiquen la conexión eléctrica para la descripción entregada y pruebe el siguiente programa.

Actividad N°15.4 Cierre de Sesión. Estructura de los programas



Minutos

Como cierre de esta actividad, apoyado con un proyector, explique brevemente la estructura de los programas que se ejecutaron, buscando en esta actividad el análisis y el debate por parte de sus estudiantes en torno a las funciones de movimiento de registro. Es posible que los estudiantes en esta etapa realicen sus propios aportes a las soluciones programadas. Retroalimente el desarrollo de esta actividad explicando las diferencias entre estas soluciones.

Caso: En muchos procesos dentro de la industria es necesario tener un registro muy estricto de variables de proceso que definen la calidad del producto final. Esta razón entre otras, puede ser por la que estas variables de procesos específicas deben ser grabadas, almacenadas y monitoreadas. Es el caso de la temperatura de un horno industrial que no debe enfriarse desde su calentamiento inicial hasta su detención. En este caso debe existir un registro que confirme los valores dentro de los cuales ha evolucionado la variable de proceso, es decir, la temperatura.

¿Es posible que la función MOVE forme parte de la solución? Justifique su respuesta

MATERIALES

- Proyector.
- PLC
- Pulsadores NO y NC
- Contactores
- Motor trifásico
- Terminales de conexión
- Multímetro
- Hoja de Actividad N° 15.2 - Partida estrella / triángulo de 2 bombas.
- Hoja de Actividad N° 15.3 - Partida secuencial de tres motores conectados en partida directa.

SESIÓN N° 16

Estándar para comunicaciones entre dispositivos y sistemas de control de procesos

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

El propósito de esta sesión es conocer el estándar OPC y un software servidor que permitirá realizar la supervisión y adquisición de datos en un proceso industrial. Este software será el encargado de acceder a los registros de memoria del PLC tanto para la lectura como la escritura de datos los cuales con posterioridad (sesión 18 en adelante) serán accedidos desde un software cliente OPC y específicamente desde un HMI (Human Machine Interface).

La principal finalidad de esta sesión será la instalación del software y su exploración respecto de sus principales características. Entre estas se trabajará con el Driver Simulator y los datos del tipo Word y Boolean. Esta actividad es fundamental para abordar con pertinencia las siguientes sesiones de trabajo.

AE

Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.

Recomendaciones Metodológicas

Para esta sesión se recomienda al docente prever las posibles variables que podrían condicionar la correcta realización de la sesión, entre estas se podría mencionar: Contar con un PC y acceso a Internet; contar con un sistema operativo compatible para la versión del software y si se ha de realizar esta actividad en el laboratorio de computación del establecimiento, entonces contar con los permisos del administrador de la red para la instalación del software OPC.

Se recomienda que el docente en forma previa, haya realizado la descarga del software y su instalación para comprender posibles dificultades en su quehacer.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Describe en forma general el estándar de comunicación OPC, con especial atención en el monitoreo de datos de una arquitectura típica de control comunicacional en procesos.

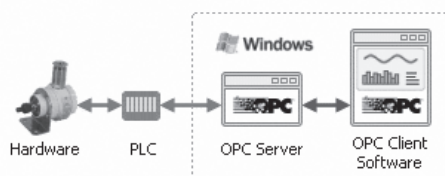
Actividad N°16.1 Actividad de Inicio



30
Minutos

Apoyado por un esquema, describa en forma general el estándar de comunicación OPC (OLE for Process Control), con especial atención en el monitoreo de datos de una arquitectura típica de control comunicacional en procesos.

Figura 63.OPC



Fuente: ("What is OPC?", 2010)

Explique qué es OPC, se recomienda que utilice ejemplos de la industria local, fáciles de observar en el entorno y donde se puedan identificar los diversos subsistemas que intervienen en el proceso.

Información Preliminar: El propósito de OPC (OLE for Process Control) es tener una infraestructura estándar para el intercambio de datos de control de procesos. Es típico tener varias fuentes de información en el proceso, las cuales están contenidas en distintos dispositivos tales como controladores programables, medidores, unidades de transferencia remotas, sistemas de control centralizados, base de datos, etc. Antiguamente estos dispositivos sólo intercambiaban datos con aplicaciones provistas por el mismo fabricante, lo que representaba muchas restricciones. Sin embargo, gracias a OPC, hoy podemos intercambiar libre y fácilmente información desde estos dispositivos y aplicaciones de cualquier tipo, como por ejemplo soluciones de HMI (Human Machine Interface), planillas de cálculo, motores de base de datos, entre otras.

Antes de OPC, cada dispositivo tenía que ser consultado por separado por cada aplicación, lo que significaba un gran trabajo en la implementación y una comunicación poco eficiente.

La OPC Foundation (www.opcfoundation.org) es la entidad que establece y mantiene las especificaciones de este esquema de comunicación. En esta organización, sin fines de lucro, participan los principales proveedores de dispositivos para control de procesos y de aplicaciones de software, de modo que se garantiza la interconexión de todos los componentes de distintos fabricantes, sólo es necesario entonces revisar que en las especificaciones se indique que permiten comunicación OPC.

El modelo de comunicación OPC se basa en la estructura cliente-servidor. Es decir, existen servidores que son los responsables de efectuar la comunicación con los dispositivos conforme a lo que los clientes requieran. El software servidor de comunicaciones OPC deberá contener el o los drivers necesarios para la interconexión con los distintos dispositivos, y será el que hace el enlace con las diferentes

aplicaciones. Además, puede comunicarse con varios dispositivos distintos y, a su vez, proveer el enlace con diversas aplicaciones al mismo tiempo. (Cobo, 2007)

Actividad Nº16.2 Actividad Nº 1



Minutos

Solicite a los alumnos que formen grupos de trabajo de 3 personas. Una vez constituidos los grupos de trabajo estos, descargarán e instalarán el software servidor OPC Kepserver desde la página de FABELEC, empresa dedicada a la Automatización y Control Industrial.

Nota: FABELEC como empresa distribuidora de productos de automatización tiene como política la entrega de software gratis para sus equipos.

Entregue la guía de Actividad 16.2 “Instalación del servidor OPC Kepserver” del proceso de suscripción, descarga e instalación del servidor OPC Kepserver y supervisa el trabajo realizado por sus estudiantes para asegurar el correcto funcionamiento posterior del software.

Actividad Nº16.3 Nuevo canal y nuevo equipo



Minutos

Entregue la guía de Actividad 16.3 “Iniciando un nuevo proyecto con OPC Kepserver” la cual guía al estudiante para la creación de un nuevo canal, un nuevo equipo y los TAGs pertinentes para monitorear los datos del tipo Word y Boolean, en el cual los alumnos deberán elaborar el enlace de comunicación, comprobando la lectura y escritura de datos desde el servidor OPC.

Los alumnos utilizan el OPC Quick Client para leer y escribir datos al registro de memoria del equipo de simulación.

Considere para esta actividad las siguientes definiciones básicas:

- *Dispositivo (Device) es un PLC u otro dispositivo que se usará en adquisición de datos. Por ejemplo, un PLC, que se puede llamar “PLC Sala Eléctrica”(Automationdirect.com, 2005).*
- *Canal (Channel) representa un medio de comunicación desde el computador a uno o más dispositivos externos. Un canal puede ser usado para representar un puerto serial o un módulo Ethernet instalado en el PC. Los canales seriales pueden usar el protocolo de acuerdo al PLC y los canales Ethernet usarán el protocolo IP (Automationdirect.com, 2005).*

- **Cliente**, son los computadores o dispositivos que usan la conexión del servidor. Los dispositivos clientes deben estar unidos físicamente al servidor por un switch o un cable serial.
- **DDE (Dynamic Data Exchange)**: Es una tecnología genérica de cliente/servidor suministrada por Microsoft. DDE suministra una arquitectura básica que permite que varias aplicaciones de software en Windows, creadas por varios creadores de software, compartan datos (Automationdirect.com, 2005).
- **Driver**, es el programa básico para permitir que un dispositivo, tal como un PLC, sea reconocido por el programa principal del servidor.
- **OLE**: Es una abreviatura de Object Linking and Embedding. OLE es una norma de documentos desarrollado por Microsoft Corp. Le permite crear objetos en una aplicación de software y luego enlazarlos o embutirlos en una segunda aplicación de software. Los objetos enlazados retienen el formato original y se enlazan a la aplicación que los creó (Alegsa, 2014).
- **OPC**: Es una abreviatura de OLE for Process Control. Esto es lo mismo que OLE, pero para control de procesos (Alegsa, 2014).
- **SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)**: Un sistema SCADA normalmente consiste de un programa de software anfitrión, una unidad HMI (Human machine interface), un sistema de telemetría, unidades terminales remotas (RTUs) y/o controladores lógicos programables (PLCs) que están típicamente instalados en áreas remotas y se comunican a través de grandes distancias al sistema anfitrión (Automationdirect.com, 2005).
- **Server (servidor)**: Es un dispositivo o computador que suministra información o servicios a computadores en una red.
- **Tag (rótulo o etiqueta)** son direcciones en el PLC u otro dispositivo al cual el servidor se comunica. Se definen tags estáticos y tags dinámicos

Actividad N°16.4 Cierre de Sesión. Explicación de proyectos



Minutos

Como cierre de esta actividad, solicite a 2 grupos de trabajo que expliquen sus proyectos acompañados con un proyector. Retroalimente el desarrollo de esta actividad explicando las diferencias entre estas soluciones generadas y los aciertos en el proceso de realización de la comunicación.

MATERIALES

- PC con sistema operativo Windows y conexión a Internet.
- Proyector.
- Hoja de Actividad N° 16.2 - "Instalación del servidor OPC Kepserver".
- Hoja de Actividad N° 16.3 - "Iniciando un nuevo proyecto con OPC Kepserver".

SESIÓN Nº 17

Herramientas para aplicaciones HMI, parte I.

AE

Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

Esta sesión tiene como propósito presentar a los alumnos el diseño de diversas pantallas HMI de uso industrial, utilizando ejemplos reales de la industria local. Con estos ejemplos el estudiante podrá reconocer y diferenciar las pantallas principales con las pop-up o emergentes, las pantallas de tendencias y también las distintas animaciones gráficas que se pueden obtener con el software que permite crear los atributos en objetos y ventanas de configuración.

Además podrá descargar e instalar el software gratuito de diseño, que cumple la función de Cliente OPC, el cual será empleado con posterioridad en conjunto con el Servidor OPC para llegar a configurar un sistema SCADA.

Recomendaciones Metodológicas

Para esta sesión se recomienda al docente prever las posibles variables que podrían condicionar la correcta realización de la sesión, entre estas se podría mencionar: Contar con un PC y acceso a Internet; contar con un sistema operativo compatible para la versión del software y si se ha de realizar esta actividad en el laboratorio de computación del establecimiento, entonces contar con los permisos del administrador de la red para la instalación del software OPC.

Se recomienda que el docente en forma previa, haya realizado la descarga del software y su instalación para comprender posibles dificultades en su quehacer. También es necesario contar con el manual del software en español que se obtiene gratuitamente en la web (ver Referencias Bibliográficas).

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Determina características comunicacionales y funcionales de OPC, utilizando herramientas para aplicaciones HMI.

Actividad N°17.1 Actividad de inicio

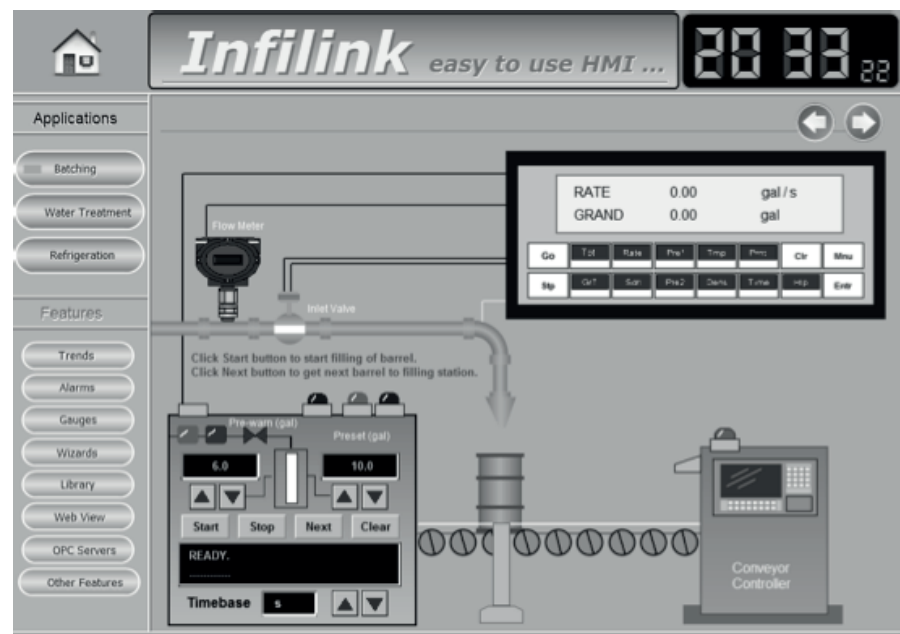


Minutos

Organice los equipos de trabajo en grupos de 3 personas y explique el concepto HMI, apoyando su contenido con ejemplos básicos aplicados a la industria local. Se recomienda que utilice ejemplos industriales, fáciles de observar en el entorno y donde se puedan visualizar los distintos tipos de pantalla que se desarrollan para este concepto, dando énfasis a que se está trabajando con un software “Cliente OPC”.

Presente un software de diseño gratuito que permita mostrar las distintas gráficas y animaciones que se pueden conseguir en un HMI (Registrador de datos, visualización de tendencias, alarmas y gráficos incluidos). Para ello se debe acceder desde la página de FABELEC al software INFILINK HMI, se debe mencionar que esta empresa está dedicada a la Automatización y Control Industrial.

Figura 64. HMI



Fuente: Fabelec, 2015.

Nota: FABELEC como empresa distribuidora de productos de automatización tiene como política la entrega de software gratis para sus equipos.

Información Preliminar: El software INFILINK provee un sistema completo para el desarrollo de un HMI, (este software y su última versión, se puede descargar completamente desde la web). Gracias a su funcionalidad como cliente OPC, cuando se usa INFILINK en combinación con el servidor OPC KepServerEx usted tiene un HMI que puede ser usado por cualquier desarrollador sin la necesidad

de conocimientos avanzados de programación. Gracias a su modo demo INFI.

INFILINK permite desarrollar proyectos muy completos con una gran variedad de herramientas y características especiales, que permiten graficar tendencias, registrar datos, alarmas, exportar a Excel o bases de datos, buscar eventos por fecha, monitoreo desde Internet o mensajes sonoros en español. INFILINK dispone de comandos Scripts los cuales permiten hacer procesamiento matemático de datos y una gran variedad de funciones.

Actividad Nº17.2 Criterios de Diseño



Minutos

Supervise la descarga y la instalación del software INFILINK. Para ello debe entregar la guía de actividades que orienta este proceso. Actividad N° 17.2 - “Instalación del cliente OPC INFILINK”, en ella encontrará los pasos necesarios para su uso.

Continúe con la guía de actividades que permite orientar la creación de un nuevo proyecto. Como primera actividad se solicitará un “llamado de ventanas”, así cada grupo de alumnos deberá generar una aplicación de visualización y deberá registrarse por criterios de diseños establecidos en clase.

Actividad Nº17.3 INFILINK



Minutos

El objetivo de esta actividad es generar un Movimiento horizontal, deslizador y rotación con TAG de memoria.

Haga referencia al manual del usuario INFILINK y desarrolle actividades tales como:

1. Creación de un grupo de tags de memoria
2. Animaciones: Hacer Parpadear un Objeto; Mostrar y Esconder Objetos; Mover Objetos de Izquierda a Derecha (Horizontalmente) o Arriba y Abajo (Verticalmente); Estirar Objetos de derecha a izquierda (Horizontalmente) o de arriba abajo (Verticalmente) y Rotar una Línea.

Para esta actividad se atenderá la guía - Actividad 17.3 - “Iniciando un nuevo proyecto con INFILINK” y para ello, se necesita que los estudiantes previamente hayan diseñado una idea en el “papel” conocida esta como un “layout” del proceso que se a animar.

Actividad N°17.4 Cierre de Sesión. Explicación de proyectos



Minutos

Como cierre de esta actividad solicite a 2 grupos de trabajo que expliquen sus proyectos acompañados con un proyector. Debe retroalimentar el desarrollo de esta actividad explicando las diferencias entre estas soluciones generadas y los aciertos en el proceso de realización de la actividad.

MATERIALES

- PC con sistema operativo Windows y conexión a Internet.
- Proyector.
- Hoja de Actividad N° 17.2 - “Instalación del cliente OPC INFILINK”.
- Hoja de Actividad N° 17.3 -“Iniciando un nuevo proyecto con INFILINK”.

SESIÓN Nº 18

Herramientas para aplicaciones HMI, parte II.

AE

Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

En esta sesión los estudiantes tendrán que integrar lo aprendido previamente, es decir, será necesario conectar un servidor con un cliente OPC y a partir de un layout de un proceso que los mismos estudiantes propongan, desarrollar las pantallas HMI considerando la utilización de tags de memoria, tags de sistema y también la utilización del driver de simulación del servidor OPC. Todo esto orientado por el docente para ser diseñados y cumplir así con los requisitos que se encuentran en un ambiente industrial.

Recomendaciones Metodológicas

El docente debe guiar la sesión por medio de la metodología del aprendizaje basado en proyectos. El alumno será una vez más el protagonista en esta sesión y tendrá la oportunidad de generar una solución de diseño, para lo cual se le debe apoyar mostrando y revelando variados ejemplos de procesos industriales. Es necesario revisar previamente algunos criterios de diseño con los alumnos, los cuales permitan consensuar por ejemplo, la cantidad y el tamaño de objetos por pantalla, los colores, destellos y movimiento de objetos entre otros a fin de no recargar de información cada HMI y obtener productos lo más cercano a la realidad industrial.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Implementa un enlace de comunicación entre un servidor y un cliente OPC, utilizando herramientas para aplicaciones HMI.

Actividad N°18.1 Diseño pantallas HMI



Minutos



Organice los equipos de trabajo en grupos de 3 personas y motive el diseño de pantallas HMI con personalidad propia, previo estudio y acuerdos con el grupo curso de utilizar criterios de diseño de uso industrial. Para ello muestre, provisto de algunas presentaciones, a los estudiantes el estándar en pantallas HMI.

Solicite ahora a sus estudiantes que dibujen un Layout del proceso que quieran animar, siendo esta la interfaz entre el usuario (operador de la planta) y el equipo real de proceso existente en terreno. Considere en cada objeto y pantalla de diseño la animación y su justificación respectiva. Considere como formalidad del trabajo un Layout descriptivo y explicativo de la aplicación en desarrollo.

Por ejemplo, puede motivar a sus estudiantes para utilizar alguno de los siguientes criterios, los que también podrán ser utilizados con posterioridad como indicadores de evaluación:

1. Creación de proyecto HMI (de acuerdo a layout propuesto).
2. Llamado de ventanas (se deben considerar ventanas Pop –up y Traslapadas)
3. Uso de a lo menos 6 animaciones (mover, rotar, desplazar, estirar, mostrar, ingresar datos entre otros)
4. Ajustar desplazamiento de objetos en forma horizontal y vertical entre 0 y 100 (valores menores a cero y mayores a 100 no están permitidos en los respectivos recorridos).
5. Considerar texto de alarma cuando el recorrido de desplazamiento esté entre 0 y 10; 90 y 100. El texto de aviso solo debe aparecer en esos rangos de valores, fuera de estos, no se debe visualizar.
6. Creación y uso de tags de memoria (mínimo 6)
7. Uso de tags de sistemas (mínimo 6)
8. Crear un objeto gráfico a partir de otros objetos gráficos de biblioteca.
9. Crear a lo menos tres niveles de acceso y/o seguridad.
10. El HMI debe contar con a lo menos con una partida de motor con su respectiva botonera y sus indicadores (partida directa e inversor de giro, parada y falla térmica)

Actividad N°18.2 Diseño de pantallas



Minutos



Diseñar en el software INFILINK un proceso industrial que permita interactuar a un operador con la pantalla HMI (Layout desarrollado por los estudiantes). Para esta actividad, apoye a los estudiantes en la utilización del software, en la creación de tags de sistemas y de memoria, como también en las animaciones de objetos pero sobre todo en la aplicación de los siguientes criterios y reglas básicas:

Aspectos Humanos del diseño de Pantallas

El objetivo de las pantallas de operación es permitir al usuario un rápido reconocimiento, interpretación y manipulación del proceso. Numerosos aspectos deben ser analizados para lograr este objetivo. Antes de comenzar con el diseño de las pantallas, es recomendable poseer los siguientes conocimientos:

1. Conocer el proceso: Se debe saber cómo funciona la planta tanto en estado estacionario como durante los transitorios.
2. Conocer al operador: Se debe saber que experiencia y conocimientos posee; las pantallas deben ser auto explicativas para el nivel de conocimientos que posee el usuario, haciendo evidente la próxima acción que el operario deba tomar.
3. Conocer el ambiente donde se encuentra la instalación: ¿Con qué hardware cuenta el operador? ¿Cuál es el diseño de la sala de control? ¿Hay personal en forma permanente en la sala? Estas preguntas deben tener respuestas antes de empezar el diseño.

Teniendo estos conocimientos, es posible iniciar el diseño de las pantallas.

Reglas Básicas

1 El usuario

Regla 1: Conozca al usuario, y diseñe la pantalla pensando en él. Una tendencia muy común de programadores e ingenieros es diseñar pantallas pensando en ellos mismos, en lugar de hacerlo pensando en el usuario.

Regla 2: Siga los estereotipos y convenciones del usuario en forma uniforme. Por ejemplo, en la señalización de tránsito todos sabemos que el rojo significa detención y el verde avance.

Regla 3: Haga que las pantallas sean tan fáciles de entender, que no se requiera un manual. Su uso debe ser obvio. La inconsistencia, y la falta de claridad atentan contra la obviedad de la pantalla.

Regla 4: Las pantallas deben ser fáciles de usar. Esto debe ser un objetivo del

diseño de las pantallas y no algo que ocurre por casualidad. En particular la pregunta ¿Cuál es el objetivo de esta pantalla?, debe hacerse antes de iniciar el diseño de cualquier pantalla.

Regla 5: *No atiborrar al operador con alarmas y mensajes que puedan aparecer simultáneamente. Existe la tentación de colocar alarmas y avisos a cada variable en forma individual, sin percibir que ante un evento se pueden desencadenar una cascada de información que puede confundir al operador.*

2 La disposición de los elementos en la Pantalla

Regla 6: *Evite el detalle innecesario. Por ejemplo, es innecesario dibujar el bypass de la válvula de control, a menos que éste esté automatizado. El bypass ocupa espacio en la pantalla y distrae al operador sin agregar información útil. El nivel de detalle de la pantalla está también relacionado con su objetivo.*

Regla 7: *Use una plantilla de referencia, común a todas las pantallas. El espacio disponible en la pantalla se divide en áreas para el título de la pantalla, mensajes, mímicos, zonas sensibles para el acceso a otras pantallas, fecha y hora.*

Regla 8: *En tablas de números, establezca el punto decimal. En tablas de palabras, ordene a la izquierda. Esta regla aumenta la legibilidad de la información.*

Regla 9: *Agrupe los elementos asociados. Para el ser humano es más fácil recordar un conjunto de equipos asociados, que esos mismos equipos individualmente.*

Regla 10: *Ubique las cosas en forma lógica. Por ejemplo, si se agrupan eventos por su orden de aparición o importancia, los más recientes y los más importantes deben estar al comienzo de la lista (arriba), y los más antiguos o de menor importancia al final (abajo).*

Regla 11: *Diseñe una pantalla balanceada. Una pantalla balanceada tiene la mitad del peso de cada lado. El "Peso" se refiere al hecho de que algunos objetos parecen pesar más que otros, en virtud de su tamaño, forma, color, grosor de las líneas.*

Regla 12: *Sea consistente. Los elementos dentro de una pantalla deben ser consistentes. También debe haber consistencia entre elementos de distintas pantallas. Por ejemplo, utilice siempre las mismas unidades para las mismas variables.*

3 Detalles de la Pantalla

Regla 13: *No usar más de siete colores. Un estudio psicológico sugiere que la máxima cantidad de información que el ser humano puede recibir en forma cómoda y eficiente, utilizando una codificación de un elemento (por ejemplo, el color), es de 7 valores diferentes. Usado con moderación el color se puede utilizar para llamar la atención sobre datos específicos, reducir los errores de interpre-*

tación, ayudar a absorber más información, y facilitar el recuerdo de una pantalla. Utilizada en exceso o inapropiadamente, la abundancia de colores provocará confusión, cansancio, y aumentará la posibilidad de error.

Regla 14: *No utilizar el negro como color de fondo. El uso de otro color oscuro como el azul o el gris oscuro, requerirá menor adaptación del ojo humano a los contrastes entre la iluminación de la sala y la pantalla del PC, y entre la información mostrada y el fondo de la pantalla.*

Regla 15: *No utilizar colores que combinados luzcan mal. El color suele ser afectado por su ambiente. Por lo tanto los colores a utilizar deben ser elegidos considerando no sólo individualmente, sino también en su conjunto.*

Regla 16: *Utilice el color en forma efectiva. Evite utilizar únicamente colores básicos; rojo, verde, azul, magenta, cian, amarillo, blanco, negro. Pruebe, por ejemplo, utilizar dos o tres tonos de marrón (o amarillo, o azul, o verde). Reserve el rojo para alarmas importantes. Una vez más, sea consistente.*

Regla 17: *Evite utilizar el parpadeo, excepto para llamar la atención sobre algo importante. Este recurso debe usarse con moderación ya que la atracción sobre el elemento parpadeante es muy fuerte, y neutraliza otras informaciones, no importa su color o formato. La frecuencia de parpadeo debe ser de 1 a 4 Hz, ya que a frecuencias mayores puede traer trastornos físicos. Los textos parpadeantes son muy difíciles de leer.*

Regla 18: *Use un tipo de caracteres que sea fácil de leer. En particular, observe si la siguiente combinación de caracteres son fáciles de distinguir: Q/O, S/5, U/V, X/K, I/1, 6/G, O/0.*

Regla 19: *Separe adecuadamente la letras, las palabras y las líneas de texto. Es recomendable una separación de un carácter entre palabras, y del 50% de la altura del carácter entre líneas de texto.*

Regla 20: *Utilice textos breves y claros (Club Saber Electrónica, 2014, pp. 43-44)*

Para esta actividad, entregue a los estudiantes la guía Actividad 18.2 “Enlazando INFILINK con el servidor OPC Kepsver” donde se espera que los estudiantes conecten los objetos con animación, a las variables que el servidor estará modificando. Para esto se ha de crear un proyecto en el servidor OPC con el driver “simulator”, el cual fue utilizado en la sesión N°16 (consulte esta actividad para reforzar los contenidos)

Actividad N°18.4 Cierre de Sesión. Explicación proyecto



Minutos

Como cierre de esta actividad solicite 1 grupo de trabajo que explique su proyecto acompañados con un proyector. Retroalimente el desarrollo de esta actividad explicando los aciertos en el proceso de realización de la actividad.

¿Qué opinión le merecen las reglas básicas para el diseño de pantallas HMI?

¿Utilizaría en sus proyectos todas las recomendaciones que se proponen?

Proponga otro “aspecto humano” a considerar en el diseño de pantallas HMI

MATERIALES

- PC con sistema operativo Windows y conexión a Internet.
- Proyector.
- Documento de Actividad N° 18.2 - “Enlazando INFILINK con el servidor OPC Kepserver”.

SESIÓN Nº 19

Herramientas para aplicaciones HMI, parte III.

AE

Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Presentación

En esta sesión se espera que los estudiantes efectúen una conexión física serial entre el servidor OPC Kepserver, el cual realiza la lectura y escritura de los registros de memoria de un PLC (S7-200 de Siemes) y la pantalla HMI creada para esta finalidad.

Esta sesión únicamente explica el procedimiento de la conexión de la comunicación y las sesiones siguientes darán la oportunidad de desarrollar proyectos cercanos a la realidad industrial.

Recomendaciones Metodológicas

Para esta actividad es necesario que el docente tenga presente la interfaz de comunicación que ha de utilizar entre el PLC y el computador, de ello depende la configuración a seguir. Sin embargo, en sesiones iniciales se ha dispuesto de una interfaz PPI serial para el PLC y de esta manera se debe considerar su uso nuevamente. Si el docente cuenta con otro tipo de interfaz, por ejemplo Ethernet, entonces deberá consultar el manual del usuario para la comunicación con el servidor OPC Kepserver.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Diseña pantallas HMI, verificando el monitoreo de datos entre el computador y el controlador lógico programable.

Actividad Nº19.1 Sistema SCADA



Minutos

Como primera actividad, motive a conectar los PLCs Siemens S7-200 a su software HMI/SCADA a través de una conexión serial, diseñando un sistema de adquisición de datos, de control y supervisión, usando estos recursos como solución de bajo costo. Cualquier programa con la capacidad de OPC, tal como un HMI, que tenga esa característica puede conectarse directamente a los PLCs S7-200 a través de puertos seriales al utilizar KepsServer como servidor.

Organice los equipos de trabajo y explica a sus estudiantes que al desarrollar estos sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA), se debe tener presente lo siguiente:

En forma general, se debe desarrollar un sistema SCADA donde se pueda identificar los subsistemas que lo componen, es decir, el subsistema de instrumentación y control local, el subsistema de comunicaciones y el subsistema de procesamiento de datos y control global. Estos subsistemas estarán integrados por las tecnologías, programas y aplicaciones de supervisión para procesos industriales.

Actividad Nº19.2 Lectura y escritura de datos



Minutos

Entregue la guía de Actividad 19.2 “Enlazando INFILINK con el PLC, a través del servidor “OPC KepsServer” del proceso a monitorear, con datos del tipo discreto, en el cual los alumnos deberán elaborar el enlace de comunicación y comprobar la lectura y escritura de datos desde el servidor OPC hasta el controlador del proceso, en este caso el PLC Siemens S7-200.

Es importante destacar que al crear el programa en el PLC las direcciones físicas de entrada no podrán ser forzadas desde el servidor, sino que a través de marcas de memoria dispuestas para ello.

Actividad N°19.3 Funcionamiento de programa en forma local y remota



Minutos

Los alumnos deben comprobar el funcionamiento de su programa en forma local y remota, para esto deben conectar entradas y salidas al PLC asegurando con esto el intercambio de datos de control de procesos. Entregar guía Actividad 19.3 “Enlazando INFILINK con el servidor OPC Kepservers”

Instrucciones a estudiantes:

- Conecte dos pulsadores N.O. a la entrada I0.0 (botón_1) e I0.1 (botón_2) de su PLC.
- Compruebe la activación de la salida Q0.0 (lámpara_1) en modo local, es decir utilizando dichos pulsadores.
- Compruebe la activación de la salida Q0.0 (lámpara_1) en modo remoto, utilizando el HMI.
- Encienda la salida (lámpara_1) en modo local y apague la salida (lámpara_1) en modo remoto (y viceversa), de esta manera podrá inferir lo que sucede en un proceso industrial real. Es decir, una acción se está produciendo en la sala de control (En forma remota) y la otra acción se está produciendo en terreno (En forma local).

Actividad N°19.4 Cierre de Sesión. Sistema global de supervisión



Minutos

Genere un debate con sus alumnos en torno a los sistemas SCADA. Se puede citar ejemplos industriales, donde se está actualmente utilizando estas plataformas, o solicitar la investigación bibliográfica a sus estudiantes para esquematizar algunos modelos existentes.

Compare estos modelos con la actividad desarrollada en la sesión y encontrar semejanzas generales.

Cierre la sesión dejando en claro que lo importante ha sido crear un sistema global de supervisión, control y adquisición de datos, a partir de los subsistemas que lo conforman. Proyectando esta sesión hacia el próximo trabajo de integración de los aprendizajes acá logrados.

Posibles preguntas para el debate:

¿Qué opinan sobre el proceso que se ha realizado para la interconexión de equipos? ¿Es posible optimizar dichas tareas?

¿Cuáles serían las acciones que tomarían para una eventual falla en la comunicación?

¿Cómo plantea usted mejorar el sistema de adquisición de datos? Y ¿Será necesario contar con esta información en tiempo real?

MATERIALES

- Proyector.
- PLC
- Pulsadores NO y NC
- Terminales de conexión
- Multímetro
- Documento de Actividad N° 19.2 - Partida estrella / triángulo de 2 bombas.
- Documento de Actividad N° 19.3 - Partida secuencial de tres motores conectados en partida directa.

SESIÓN Nº 20

Aplicación I: Sistema de estacionamientos de vehículos.

AE

Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

La sesión tiene como propósito programar un PLC para una aplicación requerida y conectar con dos pantallas de operación y supervisión HMI. La dinámica para el desarrollo de esta actividad es resolver cada ejercicio de manera independiente pero con intención posterior de integrar los dos trabajos y conseguir el producto esperado.

Es propósito también de esta sesión evaluar competencias de los estudiantes ya que a estas alturas del módulo se deberá integrar los aprendizajes esperados para colocarlos a disposición de soluciones reales, trabajando así las competencias de empleabilidad requeridas.

Recomendaciones Metodológicas

Se sugiere al docente contar previamente con todos los equipos necesarios para realizar la integración de sistemas de control (sensores, PLCs, PCs y software correctamente instalados y funcionando). El actuar didáctico del docente se relaciona con procesos de observación y utilización de pautas que permitan recoger el grado de logro de las competencias a desarrollar.

El docente debe conocer las pautas de cotejo entregadas y evaluar la pertinencia de su aplicación en el trabajo solicitado a los estudiantes.

Puede complementar el trabajo, solicitando a sus estudiantes el informe final de la actividad.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Diseña pantallas HMI, de acuerdo a requerimientos de aplicación del proceso específico propuesto.

Actividad N°20.1 Integración de los sistemas de control



Motivar a los estudiantes acerca de la integración de los sistemas de control y como ellos en esta sesión aportará las soluciones a un problema de aplicación.

Utilizar este tiempo para conectar con los conocimientos previos y que se relacionan con: (i) Realizar programas de control y (2) La supervisión de procesos mediante sistemas SCADA/HMI.

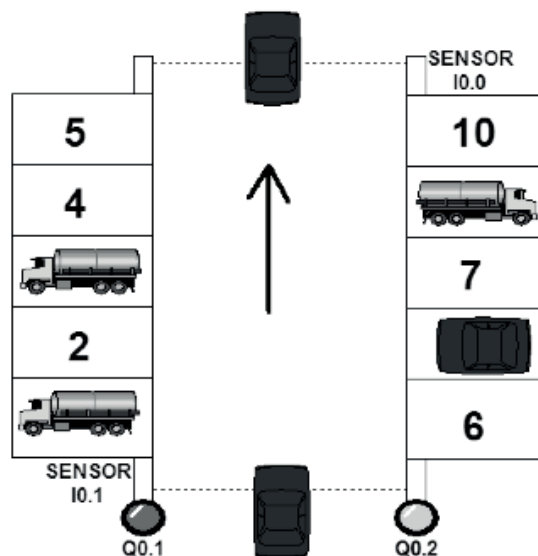
Realizar una dinámica con los equipos de trabajo organizados en grupos de 3 personas que anticipen algunas tareas de la labor posterior, tales como:

1. Reunir equipos e instrumentos de laboratorio.
2. Revisar el estado de los equipos y software involucrados.
3. Ordenar los puestos de trabajo antes de iniciar sus tareas.

Actividad N°20.2 Programa de control



Figura 65. Programa de control, estacionamiento



Fuente: Elaboración Propia (2017)

Realizar un programa de control, con su correspondiente tabla de símbolos, de un sistema de estacionamiento de vehículos, el cual tiene 10 lugares disponibles. A continuación se adjunta imagen de referencia:

Entregar a los estudiantes la guía Actividad 20.2 y Evaluar la configuración del autómatas programable de acuerdo a los requerimientos del proceso a controlar.

El sistema debe contar con los siguientes elementos:

- Un botón de parada de emergencia para bloqueo de la barrera de entrada y apertura de la barrera de salida, la cual además debe encender una luz piloto roja.
- Un indicador Luz piloto verde que indique cuando existan entre 0 y 6 estacionamientos disponibles inclusive.
- Un indicador Luz piloto amarillo que indique cuando existan 4 estacionamientos disponibles.
- Un indicador Luz piloto roja que indique cuando el estacionamiento este completo, la cual es la misma de la parada de emergencia.
- 2 sensores, uno que detecta si un vehículo se encuentra en la entrada y otro en la salida. Estos se deben bloquear si se activa la parada de emergencia.

El sistema debe cumplir con el siguiente principio de funcionamiento:

- Cuando el sensor de entrada se activa, debe abrir la barrera de ingreso, siempre y cuando queden estacionamientos disponibles.
- Cuando el sensor de salida se activa, debe abrir la barrera de salida.

Puede evaluar el procedimiento de los estudiantes mediante la siguiente pauta de cotejo.

Tabla 6. PAUTA DE COTEJO I

INDICADORES	SI	NO
1. Conecta la interface y pone en línea el PLC con el PC.	2	0
2. Programa el PLC de acuerdo al requerimiento planteado.	2	0
3. Programa en el PLC la parada de emergencia.	4	0
4. Programa en el PLC las luces indicadoras.	4	0
5. Programa en el PLC el sensor de barrera de entrada y salida.	4	0
6. Realiza las pruebas en el PLC y comprueba la operación del programa.	2	0
7. Utiliza Tabla de Símbolos en el programa.	2	0
PUNTAJE TOTAL DEL EJERCICIO (20 puntos)		

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Actividad Nº20.3 Supervisión y control



Minutos

Utilizando el programa realizado en la Actividad 20.2, solicite realizar la supervisión y control utilizando un sistema de control SCADA/HMI, el cual debe tener 2 pantallas.

La primera pantalla, debe contener un nombre de fantasía y un botón para cambiar a la segunda pantalla de supervisión de proceso.

La segunda pantalla de supervisión de proceso, debe tener:

- Luces piloto verde, amarilla y roja.
- Animación de barrera de entrada.
- Animación de barrera de salida.
- Botón de parada de emergencia.
- Mensaje de parada de emergencia.
- Botón de retorno a pantalla principal

Entregar a los estudiantes la guía Actividad 20.3 y Evaluar la integración de instrumentos de medición y control en sistemas automatizados para supervisar la calidad y eficiencia de los sistemas de producción según pauta de cotejo adjunta

Tabla 7. PAUTA DE COTEJO II

INDICADORES		SI	NO
1.	Pantalla principal.	2	0
2.	Animación de luces piloto verde, amarilla y roja.	2	0
3.	Animación de barrera de entrada.	3	0
4.	Animación de barrera de salida.	3	0
5.	Botón de parada de emergencia.	2	0
6.	Mensaje de parada de emergencia.	2	0
7.	Botón de retorno a pantalla principal.	2	0
8.	Funcionamiento total del sistema	4	0
PUNTAJE TOTAL DEL EJERCICIO (20 puntos)			

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Actividad N°20.4 Cierre de Sesión. Evaluación resultados**Minutos**

Generar una instancia de evaluación de los resultados, para ello debe disponer de dinámicas e instrumentos que le permitan realizar la autoevaluación y la coevaluación de los estudiantes.

Dirija este proceso para retroalimentar los resultados obtenidos y comente los aciertos y dificultades que se presentaron durante el desarrollo de la actividad, tanto desde el punto de vista metodológico como de las competencias profesionales que se espera de ellos al asumir un problema integrado.

Revise con el curso al menos una solución de un equipo de trabajo y fortalezca aquellos aspectos que usted como docente necesita reforzar para la siguiente actividad.

MATERIALES

- Proyector.
- PLC
- Pulsadores NO y NC
- Sensores.
- Luces indicadoras.
- Terminales de conexión
- Multímetro
- Hoja de Actividad N° 20.2 – “Control de un sistema de estacionamiento de vehículos”.
- Hoja de Actividad N° 20.3 – “Sistema de control SCADA/HMI para un estacionamiento de vehículos”.

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

SESIÓN Nº 21

Aplicación II: Portón eléctrico automatizado.

AE

Programa PLCs de gama baja y pantallas HMI, según requerimientos del proceso industriales simples.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

La sesión tiene como propósito programar un PLC para una aplicación requerida y conectar con dos pantallas de operación y supervisión HMI. La dinámica para el desarrollo de esta actividad es resolver cada ejercicio de manera independiente pero con intención posterior de integrar los dos trabajos y conseguir el producto esperado.

Es propósito también de esta sesión evaluar competencias de los estudiantes ya que se deberá integrar los aprendizajes esperados para colocarlos a disposición de soluciones reales, trabajando así las competencias de empleabilidad requeridas.

Recomendaciones Metodológicas

Se sugiere al docente contar previamente con todos los equipos necesarios para realizar la integración de sistemas de control (sensores, PLCs, PCs y software correctamente instalados y funcionando). El actuar didáctico del docente se relaciona con procesos de observación y utilización de pautas que permitan recoger el grado de logro de las competencias a desarrollar.

El docente debe conocer las pautas de cotejo entregadas y evaluar la pertinencia de su aplicación en el trabajo solicitado a los estudiantes.

Puede complementar el trabajo, solicitando a sus estudiantes el informe final de la actividad.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Diseña pantallas HMI, de acuerdo a requerimientos de aplicación del proceso específico propuesto.

Actividad Nº21.1 Integración de los sistemas de control



Minutos

Motive a los estudiantes acerca de la integración de los sistemas de control y como ellos en esta sesión aportará las soluciones a un problema de aplicación. Utilice este tiempo para conectar con los conocimientos y para mejorar aspectos didácticos y de organización de la sesión anterior.

Realice una dinámica con los equipos de trabajo organizados en grupos de 3 personas que anticipen algunas tareas de la labor posterior.

Por ejemplo, que los alumnos reúnan los equipos y verifiquen el estado de estos para determinar si son los adecuados a la solución, que los alumnos bosquejen en su cuaderno la solución gráfica indicando las animaciones solicitadas. Realizar un check-list con la finalidad de realizar estas actividades en las que es importante que no se olvide ningún paso y además deban hacerse las tareas con un orden establecido.

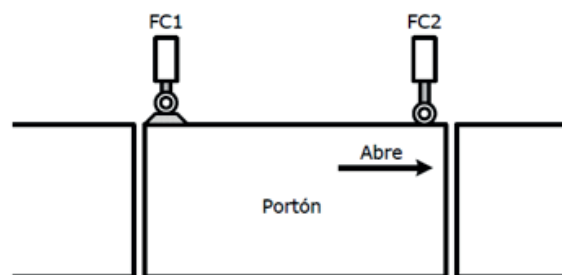
Actividad Nº21.2 Automatización



Minutos

Se requiere automatizar un portón eléctrico de acuerdo a su principio de funcionamiento.

Figura 66. Portón.



Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Se cuenta con dos fines de carrera accionados por una leva, con contactos normalmente abiertos, uno para la posición cerrado (FC1) y otro para la posición abierto (FC2).

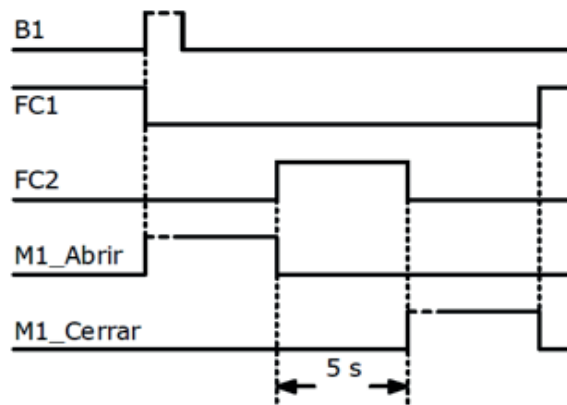
- Tan pronto como se pulsa un botón de apertura B1 (normalmente abierto), mientras se encuentra cerrado (FC1 = On), se conecta el motor para abrir el

portón (M1_Abrir). El motor se desconectará tan pronto como se cierre el fin de carrera de apertura (FC2).

- Luego de permanecer 5 segundos abierto, el portón se debe cerrar automáticamente (M1_Cerrar) sólo si se encontraba completamente abierto (FC2 = On).
- Debe disponer de una parada de emergencia que detenga el proceso en cualquier momento.

Realizar un programa de control con su correspondiente tabla de símbolos. El siguiente diagrama de tiempo, muestra el funcionamiento del sistema:

Figura 67. Diagrama de tiempo.



Fuente: Elaboración Propia.

Entregue a los estudiantes la guía Actividad 21.2 y Evaluar la configuración del autómatas programable de acuerdo a los requerimientos del proceso a controlar. Esto según pauta de cotejo adjunta.

Tabla 8. PAUTA DE COTEJO III

INDICADORES	SI	NO
1. Conecta la interface y pone en línea el PLC con el PC.	2	0
2. Programa el PLC de acuerdo al requerimiento planteado.	2	0
3. Programa en el PLC la parada de emergencia.	4	0
4. Programa en el PLC las luces indicadoras.	4	0
5. Programa en el PLC el sensor de barrera de entrada y salida.	4	0
6. Realiza las pruebas en el PLC y comprueba la operación del programa.	2	0
7. Utiliza Tabla de Símbolos en el programa.	2	0
PUNTAJE TOTAL DEL EJERCICIO (20 puntos)		

Fuente: Elaboración Propia.

Actividad Nº21.3 Sistema de control SCADA/HMI



Minutos

Utilizando el programa realizado en la Actividad 21.2, se solita realizar la supervisión y control utilizando un sistema de control SCADA/HMI, el cual debe tener 2 pantallas.

La pantalla de supervisión de proceso debe tener:

- Botón pulsador de apertura.
- Luz piloto Verde que indica que el portón está cerrado.
- Luz piloto Amarilla que indica que el portón está en proceso de apertura o cierre.
- Luz piloto Roja que indica que el portón está abierto.
- Animación de la apertura y cierre del portón.
- Botón de parada de emergencia.
- Mensaje de parada de emergencia.
- Botón de retorno a pantalla principal

Entregue a los estudiantes la guía Actividad 21.3 y Evaluar la integración de instrumentos de medición y control en sistemas automatizados para supervisar la calidad y eficiencia de los sistemas de producción según pauta de cotejo adjunta.

Tabla 9. PAUTA DE COTEJO IV

INDICADORES	SI	NO
1. Diseña la Pantalla principal.	2	0
2. Anima todos los indicadores de acuerdo a las especificaciones.	4	0
3. Anima de apertura y cierre de portón de acuerdo a las especificaciones.	4	0
4. Anima el botón de parada de emergencia de acuerdo a las especificaciones.	2	0
5. Anima el mensaje de parada de emergencia de acuerdo a las especificaciones.	2	0
6. Anima el botón de retorno a pantalla principal de acuerdo a las especificaciones.	2	0
7. El sistema funciona de acuerdo a todas las especificaciones.	4	0
PUNTAJE TOTAL DEL EJERCICIO (20 puntos)		

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Actividad N°21.4 Cierre de Sesión. Retroalimentación resultados



Minutos

Dirija este proceso para retroalimentar los resultados obtenidos y comente los aciertos y dificultades que se presentaron durante el desarrollo de la actividad, tanto desde el punto de vista metodológico como de las competencias profesionales que se espera de ellos al asumir un problema integrado.

Revise con el curso al menos una solución de un equipo de trabajo y fortalezca aquellos aspectos que usted como docente necesita reforzar para la siguiente actividad. Compare además estos resultados con los de la sesión anterior y emita comentarios acerca de la progresión que se obtuvo.

MATERIALES

- Proyector.
- PLC
- Pulsadores NO y NC
- Finales de carrera.
- Luces indicadoras.
- Terminales de conexión
- Multímetro
- Hoja de Actividad N° 21.2 – “Control de un portón eléctrico automatizado”.
- Hoja de Actividad N° 21.3 – “Sistema de control SCADA/HMI para un portón eléctrico”.

SESIÓN Nº 22

Aplicación III: Equipo de Fundición de Hierro

AE

Instala tablero eléctrico, sistemas y dispositivos de protección para proteger máquinas y usuarios, de acuerdo a la normativa vigente.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

El propósito de la sesión es programar una pantalla HMI para un diseño propuesto, se diferencia de los ejercicios anteriores en que acá solo se le pedirá al estudiante la utilización de TAGs virtuales o de memoria, quedando restringido el uso de TAGs OPC. De esta manera se persigue el uso o desarrollo de aprendizajes que van en la línea de la programación avanzada con script. La utilización de script, facilitará la programación de aspectos en cada pantalla y dará más opciones para cálculo, mejorando la visualización de estas.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Diseña pantallas HMI, de acuerdo a requerimientos de aplicación del proceso específico propuesto.

Recomendaciones Metodológicas

Para la actividad de inicio se recomienda tener preparado un set de programas simples (hechos con scripts y utilizando TAGs virtuales) que muestren al alumno variadas animaciones de objetos, de esta manera se gana tiempo al momento de la motivación inicial. De igual manera, es bueno haber visitado algunas páginas web que se pueda recomendar al estudiante para su consulta, el criterio del docente en este aspecto es fundamental aun cuando puede referirse al material bibliográfico de la sesión.

De acuerdo al grado de complejidad de la sesión, en ella se ha considerado solo un ejercicio y es importante respetar los tiempos asignados al estudiante para la tarea. Puede complementar el trabajo, solicitando a sus estudiantes el informe final de la actividad.

El docente debe conocer las pautas de cotejo entregadas y evaluar la pertinencia de su aplicación en el trabajo solicitado a los estudiantes.

Actividad Nº22.1 Describir lenguaje de programación de script en HMIs.



Minutos

Indique a sus estudiantes que la presente sesión va a describir el lenguaje de programación de script en HMIs.

Pida a los estudiantes una breve investigación en la web respecto del concepto de programación con script y luego guíe la actividad refuerza estos contenidos realizando (en PC y apoyado por un proyector) pequeños programas para la animación de objetos.

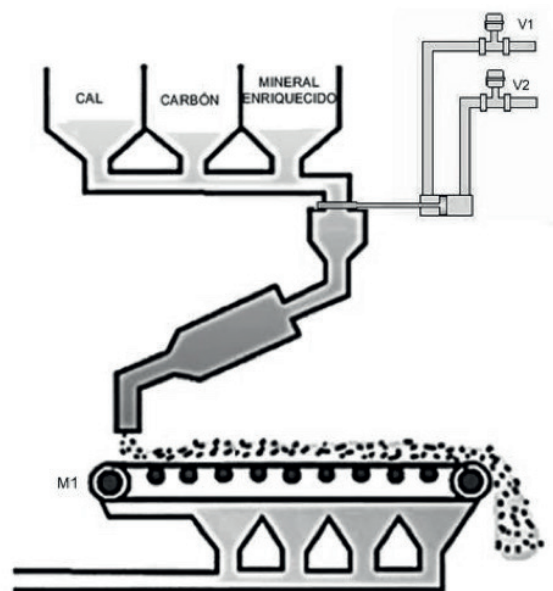
Solicite a sus estudiantes que en la siguiente actividad, organizados en equipos de 3 personas, ellos deberán utilizar estos script para dar vida a las pantallas HMI.

Actividad Nº22.2 Diseñar un sistema de supervisión a distancia



Minutos

Figura 68. Fundición.



Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene un proceso de fundición de hierro, para el cual se requiere diseñar un sistema de supervisión a distancia, para el proceso de mezcla de tres componentes, antes de pasar al proceso de fundición.

En esta actividad se solita realizar la supervisión y control utilizando un sistema de control SCADA/HMI. Éste debe contar con dos pantallas:

1. Pantalla de inicio: Esta pantalla debe contener el nombre del proceso a supervisar, el nombre del autor y un botón para pasar a la pantalla de proceso.
2. Pantalla de proceso: Esta pantalla debe contener imagen emuladora del proceso (cinta transportadora, contenedores, botón de partida del sistema, botón de parada del sistema, botón cambio a la pantalla de inicio, tuberías, etc...)

Entregar a los estudiantes la guía Actividad 22.2 y Evaluar según pauta de cotejo adjunta.

Tabla 10. PAUTA DE COTEJO V

INDICADORES		SI	NO
1.	Diseña la pantalla de inicio.	2	0
2.	Diseña la pantalla de proceso.	3	0
3.	Realiza animación de la mirilla de nivel en cada contenedor.	3	0
4.	Anima movimiento de la cinta transportadora.	3	0
5.	Anima cambio de color en leds indicadores.	2	0
6.	Anima botones solicitados de forma correcta.	2	0
7.	Establece alarma de nivel bajo para contenedores.	3	0
8.	El sistema funciona de manera apropiada	4	0
PUNTAJE TOTAL DEL EJERCICIO (20 puntos)			

Fuente: Elaboración Propia.

Actividad Nº22.3 Cierre de Sesión. Retroalimentar resultado



Minutos

Dirija este proceso para retroalimentar los resultados obtenidos y comente los aciertos y dificultades que se presentaron durante el desarrollo de la actividad, tanto desde el punto de vista metodológico como de las competencias profesionales que se espera de ellos al asumir un problema, cuya dificultad podría haber estado en la programación avanzada de animación de objetos.

Revise con el curso al menos una solución de un equipo de trabajo y fortalezca aquellos aspectos que usted como docente necesita reforzar.

Al utilizar scrip en la programación, ¿Le ha resultado familiar con algún otro lenguaje de programación? Explique cuál.

¿Queda entendida la diferencia entre pantalla de proceso y pantalla de inicio?
Explíquela.

Explique las diferencias entre animación de objeto y animación de pantalla.

MATERIALES

- Proyector.
- PC y software de procesos (Kepserver e Infilink)
- Documento de Actividad N° 22.2 – *“Supervisión de un proceso de fundición de hierro”*.

SESIÓN Nº 23

Supervisión del funcionamiento de un PLC. Parte I.

AE

Mantiene equipos electrónicos de control automático industrial, conforme al tipo de sistema, considerando procedimientos establecidos y especificaciones técnicas del fabricante.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

El propósito de la sesión es revisar y responder un conjunto de ejercicios relacionados con PLC e Instrumentación, los cuales se acompañan con manuales o explicaciones técnicas, para que los estudiantes a través de la consulta bibliográfica puedan realizar el análisis de la situación y dar respuesta a estas preguntas. Esta actividad está relacionada con aspectos de funcionamiento de equipos en el contexto de la localización de fallas de un sistema de control automatizado.

La sesión conecta a los estudiantes con otros aprendizajes esperados de la especialidad esperando que desarrollen los conocimientos necesarios para la aplicación de elementos usados en lazos de control e instrumentación, como son transductores y sensores, complementándose con otros

módulos de la especialidad, sobre todo en los ámbitos de la medición de señales eléctricas y principalmente con el módulo “Instrumentos y mediciones”.

Recomendaciones Metodológicas

El docente debe guiar la actividad entregando a sus alumnos los manuales de los equipos que se dispongan en el establecimiento, sin perjuicio de poder utilizar los que en esta sesión se proveen para responder adecuadamente a las preguntas. Esta recomendación está dada para que el docente adapte las preguntas técnicas de acuerdo a la realidad de su establecimiento.

Si el docente (el establecimiento) cuenta con el equipo o instrumento mencionado, se recomienda revisar físicamente el componente y realizar mediciones con instrumentos para verificar el estado o correcto funcionamiento de este, respondiendo así a lo solicitado.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Aplica métodos de localización de averías de acuerdo a manual de fabricante de un PLC.

Actividad N°23.1 Actividad de Inicio



Minutos

Motive a sus estudiantes y conéctelos con sus conocimientos previos que hayan desarrollado en otros módulos de la especialidad, les explica que para el desarrollo de esta sesión ellos responderán preguntas y harán el análisis de situaciones donde la instrumentación, que se conecta a la entrada y salida de un PLC, es la que recurrentemente sufre de averías en el contexto industrial.

A partir de su experiencia, presente ejemplos industriales y analice las consecuencias que podrían tener los procesos críticos cuando estos sufren una detención por motivo de fallas en los equipos.

Algunos ejemplos industriales a considerar:

- pH de Agua de Refrigeración
- Flujo Másico de Pescado hacia Prensa
- Presión de Vapor hacia Secador Nro 2
- Presión de Gas Natural hacia Horno Nro 1
- Humedad de Astillas hacia Digestor Continuo
- Caudal Másico de Chatarra a Convertidor Nro 1
- Presión de Oxígeno a Convertidor Nro 2
- Nivel de Clinker en Silo
- % de H₂S en Gases de Salida de SRU 1
- Caudal Volumétrico de Agua Desmineralizada hacia Caldera Recuperadora
- Tensión de Suministro Eléctrico a Sala Eléctrica de Materias Primas
- Consistencia de Pasta a Cajón de Nivel
- Viscosidad de Almidón a Prensa Encoladora

Analice por ejemplo, el Flujo Másico de Pescado hacia la Prensa, en este caso la medición del flujo másico es de importancia como indicador de carga, dado que permite ajustar la presión que se ejerce en el prensado del pescado cocido proveniente de los Cocedores en un planta de harina de pescado. Su eventual detención o falla afectaría a la siguiente etapa que trabaja con la “torta de prensa” (los Secadores) y con el “licor de prensa” (los Decantadores), productos semielaborados que deben continuar en la línea de producción dado que se trata de un proceso continuo y este no se debe detener.

Actividad Nº23.2 Actividad Nº 1



Minutos

Organice los equipos de trabajo en grupos de 3 personas, entregará a cada alumno el documento de Actividad 23.2 “Análisis de funcionamiento y detección de fallas en equipos automatizados”, donde cada equipo deberá responder preguntas que justificarán con consulta bibliográfica o con el uso de las TIC.

Guíe y medie el trabajo de cada uno de los grupos, debido a que en este proceso podrá responder dudas, consolidar aprendizajes, motivar y contextualizar cada uno de los ejercicios. Recuerde que este proceso se encuentra contextualizado en la guía de trabajo, por lo que es importante que pueda también adaptar los procedimientos en un ámbito local y particular en donde se encuentra su establecimiento.

Esta hoja de trabajo contiene 15 ejercicios, por lo que hay que tener en consideración los tiempos de trabajo de cada grupo de estudiantes. Finalice esta actividad e indica a los estudiantes que deberán repasar lo aprendido para poder desarrollar actividad de cierre.

Actividad Nº23.3 Cierre de Sesión



Minutos

Como cierre de esta actividad solicite a cada grupo que explique desde su puesto de trabajo los resultados obtenidos de algunas preguntas en forma aleatoria, y retroalimente brevemente cada trabajo.

Trabaje las siguientes preguntas con sus estudiantes:

De los ejercicios propuestos, ¿Con cuál de ellos había trabajado antes en otros módulos de su especialidad? Explique cómo lo había resuelto.

¿Cuál instrumento le ha resultado más desconocido en su quehacer profesional? Y ¿Por qué?

Liste un conjunto de instrumentos que usted conozca y no se hayan revisado en estos ejercicios.

Como procedimiento de mantenimiento de equipos e instrumentos, enumere algunos criterios para realizar mantenencias de equipos electrónicos y de automatización.

MATERIALES

- Proyector.
- PLCs compactos y modulares
- Transductores y sensores
- Terminales de conexión
- Multímetro
- Documento de Actividad N° 23.2 – “Análisis de funcionamiento y detección de fallas en equipos automatizados”.

SESIÓN Nº 24

Supervisión del funcionamiento de un PLC. Parte II.

AE

Mantiene equipos electrónicos de control automático industrial, conforme al tipo de sistema, considerando procedimientos establecidos y especificaciones técnicas del fabricante.

Duración: 4 horas pedagógicas en total



Horas

Presentación

Se espera que en esta sesión el estudiante conecte elementos de E/S de acuerdo a un Circuito de Control propuesto, programe el PLC para la puesta en funcionamiento de un Sistema de Control automatizado, verifique el funcionamiento del Sistema de Control y diagnostique en línea el Programa de Control del PLC. Todo lo anterior con metodología de un aprendizaje basado en problemas.

Además en esta sesión se privilegiará el tratamiento de la variable analógica como complemento importante en un lazo cerrado de control automático.

Recomendaciones Metodológicas

Para esta actividad el docente deberá contar con el equipo necesario para la implementación de la sesión, esto es, sensores, actuadores y un PLC que tenga la característica de conectar una entrada analógica para el escalamiento de la señal de proceso. Específicamente, si hará la actividad con un PLC Siemens S7-200, entonces necesitará del módulo EM-235 acoplado al PLC.

Objetivo de Aprendizaje de la Sesión

- Aplica un proceso automatizado, conectando equipos, programando y demostrando el correcto funcionamiento de la automatización.

Actividad N°24.1 Variables de proceso



Minutos

Comience esta sesión explicando y motivando a sus alumnos respecto de las variables de proceso que son necesarias medir y controlar en una industria, específicamente refiérase a las variables analógicas, tales como: El nivel de líquidos y sólidos, La presión, El caudal volumétrico y másico, La temperatura, etc.

Explique la diferencia entre la detección y la medición continua de nivel en un estanque. Esto porque sus estudiantes controlarán el nivel de líquido mediante la medición continua de este.

Organice a sus equipos de trabajo en grupos de 3 personas y disponga a cada grupo los elementos necesarios para la actividad (sensores, transmisores, PLC, PC, guías, etc.)

Actividad N°24.2 Control de nivel en un estanque



Minutos

Entregue la guía Actividad 24.2 “Control de nivel en un estanque, con medición continua de la variable”. Solicita a los estudiantes analizar el problema y explica que para esta sesión se trabajará con el escalamiento y acondicionamiento de señal en el PLC, de una variable analógica de entrada.

Explique el proceso de escalamiento a los alumnos, donde se relaciona la señal del transmisor con la variable de ingeniería. En este ejercicio el nivel es medido en porcentaje (estanque vacío es 0% y estanque lleno es 100%).

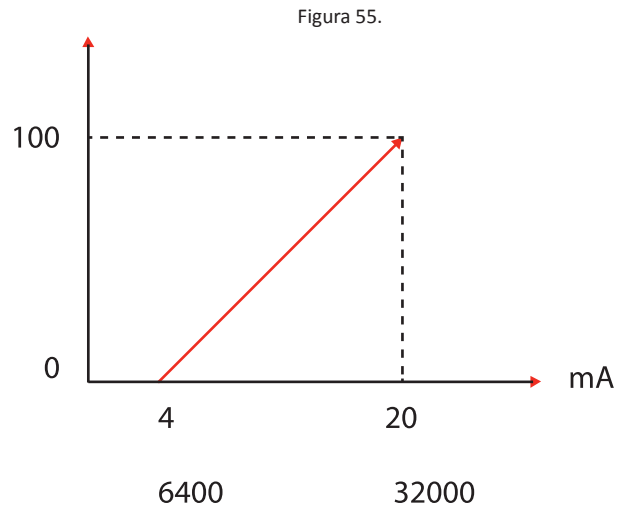
Datos aportados por el problema, que ayudan al escalamiento de señal:

1. Señal del transmisor = 4 a 20 [mA]
2. Nivel del estanque = 0% mínimo y 100% máximo

Datos aportados por el manual del módulo analógico EM235, que ayudan al escalamiento de señal:

1. Formato de la palabra de datos = Margen Unipolar 0 a + 32000
2. Corriente de entrada máxima = 32 [mA]

Desarrollo: Se bosqueja la gráfica que relaciona ambas variables:



Y se vincula la palabra de datos con el rango de salida del transmisor:

4 [mA] es a 6400, como 20 [mA] es a 32000

$$y = mx + b$$

Donde:

y = Nivel en valor porcentual %

$m = (100 - 0) / (32000 - 6400) = 0,003906$ = Es la pendiente

x = La corriente que varía en función del nivel, pero que en la fórmula es la palabra de datos.

b = Es la constante, para este ejercicio = -25

Por lo tanto, si queremos demostrar la utilidad de esta ecuación es posible plantearse la siguiente pregunta:

¿Cuál será el nivel en valor porcentual %, cuando la corriente que entrega el transmisor es de 12 [mA]? La respuesta es obvia 50 %, pero la calcularemos para verificar nuestra ecuación.

$$Y = mx + b$$

$$Y = 0,003906 * 12[\text{mA}] - 25$$

Pero 12 [mA] es 19200 en palabra de datos, luego

$$Y = (0,003906 * 19200) - 25$$

$$Y = 50 \%$$

Se concluye entonces que se puede conocer en todo momento el nivel dentro del estanque, si un transmisor nos entrega la señal en corriente proporcional al nivel medido.

Actividad N°24.3 Conexión de transmisor

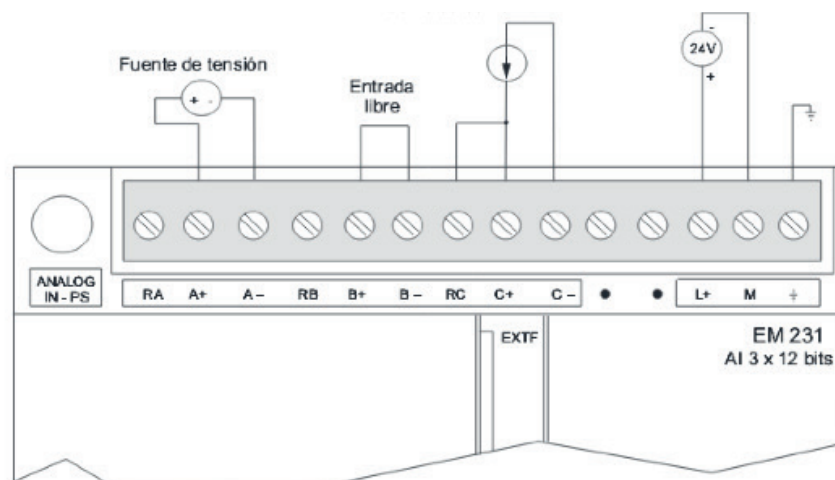


Minutos

Explique el conexionado de un transmisor (puede ser un generador de corriente) a la entrada del módulo EM-235 y señale los aspectos más importantes, como por ejemplo la disposición de los dip-switch para seleccionar el margen de las entradas analógicas y el acondicionamiento de señal que realiza el módulo a través de los circuitos electrónicos internos.

Solicite a sus alumnos conectar el transmisor, según diagrama de conexionado del módulo.

Figura 69. EM 231



Fuente: Siemens, 1998.

Entregue la guía Actividad 24.3 “Programa de escalamiento de señal analógica”. Solicite a los estudiantes analizar el programa entregado y explica que para esta parte de la sesión corresponde a ellos programar el PLC para la puesta en funcionamiento del sistema de control automatizado, verificando el funcionamiento del sistema y diagnosticando en línea el programa de control.

Actividad N°24.4 Cierre de Sesión Medición continúa



Minutos

Realice el cierre de la sesión retroalimentando a sus estudiantes de lo observado durante el desarrollo de la actividad. Refuerce el propósito de utilizar la medición continua, explique que de esta manera se podría utilizar un control regulatorio con un bloque PID programado en el PLC.

Puede solicitar a sus estudiantes mostrar resultados y exponer fortalezas y debilidades de la actividad realizada.

Trabaje las siguientes preguntas con sus estudiantes:

¿Qué importancia tiene la resolución del módulo de entrada analógico de su PLC?
¿Cómo realizar un escalamiento de salida en su PLC?

Proponga modificar el programa de escalamiento de señal analógica, con la finalidad de cambiar el rango de medida que realiza el instrumento. Proponga un rango de medida comprendido entre 10% y 90 % de nivel mínimo y máximo respectivamente.

MATERIALES

- Proyector.
- PLCs compactos y modulares con entrada analógica
- Módulo de expansión EM-235
- Transductores y sensores
- Transmisores
- Terminales de conexión
- Multímetro
- Documento de Actividad N° 24.2 – “Control de nivel en un estanque, con medición continua de la variable”
- Documento de Actividad N° 24.3 – “Programa de escalamiento de señal analógica”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegsa, L. (2014). Definición de objeto OLE. Alegsa.com.ar. Recuperado de http://www.alegsa.com.ar/Dic/objeto_ole.php

Automation Direct (2005). *KEPDirect para PLCs Instalación y configuración Manual de como comenzar* (1st ed.). Recuperado de https://www.automationdirect.com/static/manuals/dakepplcm/kepdirectplcm_sp.pdf

Automation Direct. (2007). *Pautas de Uso de Entradas y Salidas Discretas. En Manual de módulos opcionales para DI05/DI06*. Recuperado de <https://www.automationdirect.com/static/manuals/d0optionsmsp/ch2.pdf>

Automation Direct. (2015). *PLC Sinking and Sourcing Explained*. (2016). Recuperado de <http://library.automationdirect.com/sinking-sourcing-concepts/>

Balcells, J. & Romeral, J. (2000). *Autómatas Programables*. Barcelona, España: Marcombo.

Club Saber Electrónica. (2014). La Estación de Trabajo de un Autómata. En *Curso de Autómatas Programables de PC* (114), pp. 39 - 41. Buenos Aires, Argentina: Quark SRL.

Cobo, R. (2007). Revista Electroindustria - OPC: *El estándar para comunicaciones entre dispositivos y sistemas de control de procesos*. Emb.cl. Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=764&srch=fabelec&act=3>

Departamento de Ingeniería y Servicios Comind Ltda., (2009). Una alternativa sencilla de comunicación industrial. *Lazo De Corriente De 4-20Ma*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/101982717/Art-Lazo-de-Corriente-4-20mA-Comind-1>

Fabelec,. (2015). *INFILINK easy to use HMI*. Fabelec.cl. Recuperado de <http://www.fabelec.cl/img/news/julio2015/infilink.jpg>

Guerrero, V., Yuste, R. y Martínez, L. (2010). *Comunicaciones Industriales*. Barcelona; Marcombo S.A.

Kessler-Ellis Products, Inc,. (2003). *Infilink HMI Software para Windows™ Manual de Usuario* (1st ed.).

Recuperado de <http://www.fabelec.cl/downloads/InfilinkEspanolFinalmanual.pdf>

Lenguaje Ladder (s.f). Es.wikipedia.org. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_Ladder

Siemens. (2016). Product Support. Recuperado de <https://support.industry.siemens.com/cs/document/58523240/step7-microwin-v4-0-sp8-y-sp9?dti=0&lc=es-WW>

Siemens (1998). *Simatic. Sistema de automatización S7-200, Manual del sistema* . Nürnberg.

Recuperado de http://blog.artegijon.com/toni/files/2008/02/s7-200-sistema-de-automatizacion_manual.pdf

Vanin, M. & Waman, Á. (2003). *Controladores de Lógica Programable*. Santiago: Departamento Ingeniería

Eléctrica, Universidad de Santiago de Chile. Recuperado de http://www.automaticausach.cl/asignaturas/automatizaind/304_PLC_01_actualizacion_24_04_03.pdf

What is OPC?. (2010). Opccdatahub.com. Recuperado de <http://www.opccdatahub.com/WhatIsOPC.html>

html

Yo Ingeniería. (2015). *El sensor inductivo y su conexión como entrada de PLC* |. Recuperado de [http://](http://yoingenieria.com/el-sensor-inductivo-su-conexion-como-entrada-plc/)

yoingenieria.com/el-sensor-inductivo-su-conexion-como-entrada-plc/



INACAP es un sistema integrado de Educación Superior, constituido por la Universidad Tecnológica de Chile INACAP, el Instituto Profesional INACAP y el Centro de Formación Técnica INACAP, que comparten una Misión y Valores Institucionales.

El Sistema Integrado de Educación Superior INACAP y su Organismo Técnico de Capacitación INACAP están presentes, a través de sus 26 Sedes, en las 15 regiones del país.

INACAP es una corporación de derecho privado, sin fines de lucro. Su Consejo Directivo está integrado por miembros elegidos por la Confederación de la Producción y del Comercio (CPC), la Corporación Nacional Privada de Desarrollo Social (CNPDS) y el Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC), filial de CORFO.



CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA INACAP ACREDITADO

6
años

- Gestión Institucional.
- Docencia de Pregrado.

ENERO 2018

INSTITUTO PROFESIONAL INACAP ACREDITADO

6
años

- Gestión Institucional.
- Docencia de Pregrado.

DICIEMBRE 2022

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INACAP ACREDITADA

2
años

- Gestión Institucional.
- Docencia de Pregrado.
- Vinculación con el Medio.

NOVIEMBRE 2018