

UNIVERSIDAD LASALLISTA BENAVENTE



ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN



Con estudios incorporados a la
Universidad Nacional Autónoma de México
CLAVE: 8793-16

“APLICACIÓN DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE A UNA LINEA DE PRODUCCIÓN”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA EN COMPUTACIÓN

PRESENTA:

CAROLINA CHAVEZ ZARATE

Asesor: ING. NOE DE JESÚS VELA AGUIRRE

Celaya, Gto.

Agosto de 2005



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme permitido concluir mi carrera

A mis padres Alicia y Leonardo

Por su amor y apoyo en el transcurso de mis estudios

A mi esposo Esteban

Por su apoyo y amor

Al Instituto Tecnológico de Celaya

Por facilitarme el equipo requerido para este proyecto

Al Ing. Noe de Jesús Vela Aguirre

Por su amistad y porque siempre me animó a terminar mi trabajo

Al Ing. Jorge Alberto García Muñoz

Por su ayuda prestada incondicionalmente

ÍNDICE

Introducción

Capítulo I

INTRODUCCIÓN Y MARCO HISTÓRICO

1.1	Introducción a los sistemas de control	1
1.2	Horizontes de los nuevos sistemas de control	2
1.3	Fundamentos de los sistemas de control	2
1.3.1	Descripción y elementos de un sistema de control	2
1.3.2	Clasificación de los sistemas de control	4
1.3.3	Diferencias entre sistemas de control de lazo cerrado con respecto a los de lazo abierto.....	6
1.4	Introducción al controlador lógico programable	6
1.4.1	Antecedentes	6
1.4.2	Sistemas de control con relevadores	6
1.4.3	Descripción de los controladores lógicos programables	9
1.4.4	Elementos y características del control con PLC	11
1.5	Comparación de los PLC con otros dispositivos	12
1.5.1	Diferencias del PLC con la computadora	12
1.5.2	Diferencias del PLC con los relevadores	12
1.6	El controlador lógico programable pionero	13
1.7	Arquitecturas actuales	14
1.7.1	Mejorías del hardware	15
1.7.2	Mejorías del software	15

Capítulo II

COMPONENTES DEL PLC

2.1	Elementos del controlador lógico programable	17
2.1.1	Principios de operación	17
2.1.2	Dispositivos principales del PLC	18
2.2	Secuencia de operaciones de un controlador lógico programable	26
2.3	Funciones adicionales	28
2.4	Clasificación del PLC	29
2.4.1	PLC tipo nano	29
2.4.2	PLC tipo compactos	29
2.4.3	PLC modular	30
2.5	Direccionamiento de entradas y salidas	30

Capítulo III

PROGRAMACIÓN LÓGICA Y TEMPORIZADORES

3.1	Lógica proposicional	31
3.1.1	Proposición	31
3.1.2	Conectivos	33
3.1.3	Negación	34
3.1.4	Conjunción	35
3.1.5	Disjunción	36
3.1.6	Condiciona l y bicondiciona l	38
3.1.7	Fórmulas bien formadas	41
3.1.8	Equivalencia de fórmulas	42

3.1.9	Dispositivos de dos estados y lógica relacional	45
3.1.10	Contadores, comparadores y temporizadores	55

Capítulo IV

LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

4.1	Programación de los controladores lógicos programables	56
4.1.1	Lenguaje de programación	56
4.2	Instrucciones del lenguaje de diagramas de contactos	57
4.3	Introducción al grafcet	61
4.3.1	Elementos gráficos	62
4.3.2	Reglas de evolución	64
4.3.3	Estructuras de grafcet	64
4.3.4	Secuencia lineal	65
4.3.5	Divergencia y convergencia en “o”	66
4.3.6	Divergencia y convergencia en “y”	66
4.4	Componentes que se presentan en un programa estructurado	67
4.5	Elección de un autómata programable	71
4.5.1	Criterios	72
4.5.2	Hardware	72
4.5.3	Software	73
4.5.4	Especificaciones de entrada/salida	74
4.5.5	Especificaciones de memoria	75
4.5.6	Especificaciones de las funciones del CPU	76
4.5.7	Especificaciones de programación	78

Capítulo V

APLICACIÓN A LA INDUSTRIA

5.1	Aplicación de un PLC a la industria	79
5.1.1	Descripción de la aplicación	79
5.1.2	Funcionamiento del sistema de control	79
5.1.3	Material empleado para implementar el proyecto	82
5.1.4	Entradas y salidas(E/S)	90
5.1.5	Características de los dispositivos empleados en la automatización	91
5.1.6	Programación del proyecto aplicado a la industria	98
5.1.6.1	Comentarios sobre el programa de control	98
5.1.6.2	Listado del programa en KOP	102
5.1.7	Fotografías del proyecto	105

Conclusión

Anexo

Bibliografía

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una gran necesidad de conocer las tecnologías que nos ayuden a simplificar las actividades de nuestra vida debido a la demanda de tareas que se nos requieren, por consiguiente estas tecnologías son de mucha utilidad en las industrias ya que ahí es donde existe la mayor demanda de actividades.

Por ello es de interés conocer la tecnología de los controladores lógicos programables, los cuales son capaces de acoplarse a cualquier proceso industrial con el fin de automatizarlo, ahorrando así tiempo, dinero y esfuerzo con el mínimo de recursos, por esta razón cada vez mas industrias cuentan con equipos electrónicos como los controladores lógicos programables para automatizar los procesos que se llevan acabo dentro de éstas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los dispositivos utilizados en la industria son diversos, sobre todo cuando se requiere controlar multitud de procesos, pero en esta tesis se busca demostrar que uno de los dispositivos mas aptos para estas aplicaciones en las empresas son los controladores lógicos programables, ya que estos autómatas son muy factibles para automatizar los procesos típicos de la industria, además de que son sencillos de programar y manipular sus entradas y salidas. También se desea desarrollar una fuente de información acerca de estos dispositivos para determinar si son de utilidad para los procesos que se realizan en la industria.

Analizaremos en esta tesis sus características, funciones, alcances, etc. Con el fin de determinar si en verdad son factibles para la industria, por medio de teoría y práctica llegando con esto a una conclusión que nos demuestre su aceptación.

ANTECEDENTES

Desde épocas pasadas se ha tenido la necesidad de simplificar el trabajo que se realiza en nuestras vidas por lo que ha surgido el concepto de sistemas de control, este concepto se puede aplicar empezando tan solo con nuestro propio organismo que actúa como un sistema de control, regulando las diferentes funciones fisiológicas de nuestro cuerpo.

Al analizar este concepto se ha encontrado que se pueden simular sistemas de control tal como los naturales y estos son llamados sistemas de control hechos por el hombre, en los cuales surgen dispositivos como los controladores lógicos programables.

El controlador lógico se define como un sistema electrónico de operación digital, que usa una memoria programable, donde almacena las instrucciones de control que deberán realizar funciones específicas, tales como: lógica secuencial, temporización, conteo y operaciones aritméticas; para controlar diversos procesos o máquinas, a través de los módulos de entradas/salidas, analógicas o digitales.

Anteriormente, las operaciones de producción se automatizaban con la utilización de dispositivos llamados relevadores, pero se requería que los altos costos al utilizar estos dispositivos, disminuyeran las especificaciones requerían un sistema de estado sólido con apoyo de computadora que pudiera sobrevivir a los ambientes industriales y programarse fácilmente además de dársele mantenimiento fácilmente.

Es un sistema de control maduro que ofrece mucho más de los que se había pensado en un principio, y que además es capaz de comunicarse con otros sistemas de

control, el cual también proporciona reportes de producción, programación y diagnósticos de sus mismas fallas y de los procesos realizados por éste.

Al desarrollarse el software y el hardware el autómata aumento en flexibilidad entre estas mejorías se incluye la capacidad de memoria mas grande, entradas/salidas remotas, comunicaciones y software mejorado, estos avances hacen al PLC conveniente para un amplio rango de aplicaciones y contribuye a la reducción de costos de instalación del alambrado.

OBJETIVOS

Objetivo general

Tener un concepto mas practico de lo que son los controladores lógicos programables y comprobar que son de uso sencillo y que un técnico o Ingeniero puede programarlos sin ninguna dificultad, con la finalidad de comprender su funcionamiento y la tendencia a utilizarlos como aplicaciones a la industria.

Objetivo específicos

El objetivo del capítulo I es conocer los antecedentes generales en los cuales se basan los controladores lógicos para conocer sus orígenes, además de describir lo que es el PLC y sus diferencias con otros dispositivos con la finalidad de compararlo en su factibilidad con éstos.

En el capítulo II se busca determinar los elementos que componen el PLC para conocer su funcionamiento además de saber la secuencia de operaciones con el fin de saber como funciona internamente.

Conocer la lógica proposicional en que se basa la programación del PLC es el objetivo del capítulo III esto para comprender en que se basa su programación.

El capítulo IV tiene como objetivo conocer los lenguajes de programación de los controladores lógicos y las distintas instrucciones que pueden contener, las cuales varían dependiendo del fabricante, además de conocer las variables que intervienen en la elección de un autómata para determinado proceso, todo esto con la finalidad de adaptar un PLC para nuestro uso.

Demostrar que un dispositivo PLC se puede adaptar a cualquier proceso en la industria y que es de fácil aplicación es el objetivo del capítulo V.

HIPÓTESIS

Los controladores lógicos programables tiene características que nos ayudan a manejarlos con mayor confiabilidad y facilidad que otros dispositivos que incluye su programación y cableado, además que representan un bajo costo con relación ala automatización que producen, por medio de esta investigación nos daremos cuenta si esta suposición es acertada.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, existe una gran necesidad de conocer las tecnologías mas recientes en cuanto a los sistemas de control debido a que se emplean de forma importante en las empresas y un ejemplo de son los controladores lógicos los cuales son capaces de acoplarse a cualquier tipo de proceso industrial para automatizarlo. El contar con un medio de información mas detallado para personas que empiezan a conocer esta tecnología además de comprobar que son sencillos de aplicar a los procesos industriales, son los motivos que me llevaron a desarrollarlo como tema .

METODOLOGÍA

Los métodos y técnicas que se aplicaron son las siguientes:

Investigar los conceptos prácticos del controlador lógico programable(PLC) a fin de que sea sencillo de comprender para aquellos lectores que se introduzcan por primera vez al tema.

Investigar los antecedentes y bases teóricas con respecto a los controladores para entender su funcionamiento.

Conocer el software de los autómatas y así familiarizarse con las instrucciones del controlador con el objetivo de manipular el autómata y este a su vez controle los dispositivos conectados a éste.

Determinar los criterios que se deben tomar en cuenta para elegir un controlador lógico programable.

Aplicarlo de una manera real a una línea de producción en la industria de bebidas con el fin de demostrar su utilidad en las empresas.

Determinar los dispositivos mas factibles para llevar a cabo el proyecto con el objetivo de adaptar los mas indicados de acuerdo a la necesidad y presupuesto que se tenga.

Llevar acabo la aplicación con los dispositivos a los que se tiene acceso.

Creación del programa principal y aplicación del mismo a los dispositivos utilizados con el fin de comprobar que el controlador lógico manipula bien las entradas y las salidas.

RESULTADOS

Al aplicar el PLC al proyecto de la industria se puede ver que el software del controlador es relativamente sencillo de manejar, al igual que sus conexiones con las fuentes de alimentación y con las entradas y salidas que cuenta este dispositivo. Por ello es muy útil aplicarlo en las empresas independientemente del ramo industrial al que se incline, se puede implementar en distintas líneas de producción, en diversos proyectos y en todas las áreas.

Análisis y discusión

El controlador lógico es utilizado actualmente en un gran número de industrias, desde las pequeñas empresas hasta las mas grandes e importantes, en estos dispositivos se pueden aumentar módulos de entradas y salidas analógicas y digitales, con el fin de aumentar su capacidad de manipulación de entradas y salidas, igualmente se pueden conectar en red y manejarlos remotamente.

Este controlador puede reducir muchos costos comparándolo con los relevadores u otros dispositivos de control ya que tiene un periodo de vida largo y su programación se puede modificar contando con unidades de memoria donde se almacenan estos programas con capacidades muy grandes y de acuerdo con la necesidad del proyecto que se quiera realizar, también reduce tiempo al automatizar los procesos industriales, y el PLC se programa una sola vez para cada proceso o se puede modificar cada vez que se necesite, soporta ambientes industriales como las temperaturas considerables que existe en éstas.

Por ello es de gran factibilidad utilizarlo ya que presenta muchas ventajas para cualquier ramo industrial.

CONCLUSIÓN

Se puede concluir que los controladores lógicos programables son equipos sencillos de operar y programar ajustándolos a los diversos procesos de la industria, son muy versátiles debido a que se pueden aplicar a distintas disciplinas como la hidráulica, neumática, mecánica y a muchas otras mas, además aportan una gran ventaja a la industria automatizando sus procesos o tareas repetitivas ahorrando de esta forma tiempo en las líneas de producción, al igual que dinero y esfuerzo.

Al implementar un proyecto aplicando controladores lógicos se programan una única vez y ese programa servirá para manejar todo el proceso o también se puede modificar en caso de que se tengan que introducir mas positivos, etc. además de que sus costos son reducidos comparándolos con el beneficio que proporcionan. El software que manejan estos dispositivos resulta muy amigable para el programador y de fácil comprensión por lo que los usuarios necesitan de una capacitación relativamente sencilla. En fin es una buena opción para automatizar procesos en la industria.

ANEXO

Especificaciones del sistema de automatización S7- 200

CPU 214 alimentación AC, entradas DC, salidas de relé

Características generales		Salidas	
Dimensiones (l x a x p)	197 x 80 x 62 mm	Tipo de salida	Relé, contacto de baja potencia
Peso	0,5 Kg	Margen de tensión	DC 5 V a 30 V/ AC 250 V
Disipación	9W	Corriente de carga máxima	2 A/salidas, 8 A/hilo neutro
Tamaño programa de usuario/ memoria	2 Kpalabras/ EEPROM	Sobretensión transitoria	7A, cerrados los contactos
Tamaño datos usuario/ memoria	2 Kpalabras/RAM	Resistencia de aislamiento	mín. 100MΩ(nuevo)
Ret. de datos y del tiempo real	típ.190 h (mín. 120)	Retardo de conmutación	máx. 10 ms
Condensadores de alta potencia	h a 40° C 200 días	Vida útil	10 000 000 mecánico 100 000 con carga normal
Pila opcional	de uso continuo	Resistencia de contacto	máx. 200 mΩ (nuevo)
E/S locales*	14 entradas/10 salidas	Aislamiento	
Número máximo de módulos de ampliación	7	bobina de contacto	AC 1500 V, 1 minuto
E/S digitales asistidas	64 entradas/64 salidas	contacto a contacto (entre contactos abiertos)	AC 750 V, 1 minuto
E/S analógicas asistidas	16 entradas/16 salidas	Protección contra cortocircuitos	ninguno
Velocidad de ejecución booleana	0,8 μs/operación	Alimentación	
Marcas internas	256	Margen de tens./frec.	AC 85V a 264V a 47 a 63 Hz
Temporizadores	128 Temporizadores	Corriente de entrada	típ. 4,5 VA, sólo CPU 50 VA carga máx.
Contadores	128 Contadores	Tiempo de retardo	mín. 20 ms de AC 110V,
Contadores rápidos	1 software(máx. 2 KHz) 2 hardware(máx. 7 KHz c/u)	Extra-corriente de cierre	20 a pico a AC 264 V

* En la CPU están previstas 16 entradas y 16 salidas en la imagen de proceso para E/S locales

<p>Tolerancia del reloj de tiempo real (TOD) 6 minutos/mes</p> <p>Salidas de impulso no recomendadas</p> <p>Potenciómetros analógicos 2</p> <p>Homologaciones UL 508 CSA C22.2 142 FM clase I, categoría 2 Según VDE 0160 según CE</p>	<p>Protección con fusibles 2 A, 250V, acción lenta</p> <p>Corriente disponible DC 5V 340 mA para 660 mA para módulo de ampliación</p> <p>Aislamiento Sí. Transformador, AC 1500 V, 1 minuto</p>
Entradas	Alimentación para sensores DC
<p>Tipo de entrada (IEC 1131-2) Tipo 1, con sumidero de corriente</p> <p>Área en ON DC 15 V a 30 V, mín. 4 mA DC 35 V, 500 ms sobretensión transitoria</p> <p>Tensión nominal en ON DC 24 V, 7 mA</p> <p>Máxima en OFF DC 5 V, 1 mA</p> <p>Tiempo de respuesta máxima 0,2 ms a 8,7 ms 10.0 a 11.5 seleccionable 0,2ms predeterminado 10.6 a 11.5 en HSC1 y HSC2 típ. 30 µs/ máx. 70µs</p> <p>Separación galvánica AC 500 V, 1 minuto</p>	<p>Margen de tensión/ DC 20,4 a 28,8 V</p> <p>Rizado/ corriente parásita (<10 Mhz) máx. 1 V de pico a pico</p> <p>Corriente disponible DC 24 V 280 mA</p> <p>Limitación de corriente de cortocircuito < 600 mA</p> <p>Aislamiento no</p>

BIBLIOGRAFÍA

- a) FARRANDO BOIX, Ramón, **Circuitos neumáticos eléctricos e hidráulicos**, 2a ed., Publicaciones marcombo, s.a., 1982, México, p.p. 129.
- b) KEMMERLY, Jack E., **Análisis de circuitos en ingeniería**, 5ª ed., Mc Graw Hill, 1993, México, p.p.312
- c) LARA, Jorge, **Diseño de paginas web para el curso de controladores lógicos programables**, Tesis, México, 1999, p.p. 243.
- d) MANUAL DEL SISTEMA, **Sistema de automatización S7-200**, 1998, Siemens AG, p.p. H-2.
- e) MARCOMBO, **Diccionario de Electrónica Informática**, España, 1986, p.p.95
- f) OGATA, Katsuhiko, **Ingeniería de control moderna**, 3ª ed., Prentice Hall, México, 1992, p.p.423

Páginas de Internet

- www.catalog.festo.com
- www.geocities.com/ingenieria_control/
- www.kobold.com
- www.orbita.starmedia.com-osander/ci3815/cpu.pdf
- www.radsur.com/telemec/
- www.siemensandina.com/archivos/colombia/cap%Edfulo
- www.teledynereleys.com
- www.uclm.es/profesorado/rcarcelen_plc/control.htm
- www.uclm.es/profesorado/rcarcelen_plc/Prog2.htm
- www.uclm.es/profesorado/rcarcelen_plc/Prog3.htm