



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**MANUAL DIDÁCTICO PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE CONTROL
BASADOS EN EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE LOGO! SIEMENS CON
APLICACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES**

Diana Paola Borrayo García

Asesorado por la MSc. Inga. Ingrid Salomé Rodríguez de Loukota

Guatemala, octubre de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DIDÁCTICO PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE CONTROL
BASADOS EN EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE LOGO! SIEMENS CON
APLICACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DIANA PAOLA BORRAYO GARCÍA

ASESORADO POR LA INGA INDRID SALOMÉ RODRÍGUEZ DE LOUKOTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA ELECTRÓNICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Helmut Federico Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Sergio Leonel Gómez Bravo
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Tiul Valenzuela
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MANUAL DIDÁCTICO PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE CONTROL
BASADOS EN EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE LOGO! SIEMENS CON
APLICACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 10 de febrero de 2022.



Diana Paola Borrayo García

Guatemala 27 de diciembre 2023

Ingeniero
Julio César Solares Peñate
Coordinador del Área de Electrónica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Apreciable Ingeniero Solares,

Me permito dar aprobación al trabajo de graduación titulado "**Manual didáctico para el diseño de sistemas automatizados de control basados en el controlador lógico programable LOGO! Siemens con aplicación en procesos industriales**", de la señorita **Diana Paola Borrayo García**, por considerar que cumple con los requisitos establecidos.

Por tanto, el autor de este trabajo de graduación y, yo, como su asesora, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones de este.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Atentamente,



MSc. Ingrid Rodríguez de Loukota
Ingeniera en Electrónica
Colegiada 5,356
Asesora

Ingrid Rodríguez de Loukota
Ingeniera en Electrónica
colegiado 5356



Guatemala, 19 de enero de 2024

Señor director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC

Estimado Señor director:

Por este medio me permito dar aprobación al Trabajo de Graduación titulado **MANUAL DIDÁCTICO PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE CONTROL BASADOS EN EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE LOGO! SIEMENS CON APLICAIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES**, desarrollado por la estudiante **Diana Paola Borrayo García**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Julio César Solares Peñate'.

Ing. Julio César Solares Peñate
Coordinador de Electrónica

SIST.LNG.DIRECTOR.23.EIME.2024

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante Diana Paola Borrayo Garcia: Manual didáctico para el diseño de sistemas automatizados de control basados en el módulo lógico LOGO! Siemens con aplicación en procesos industriales, procede a la autorización del mismo.



Ingeniero Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Guatemala, octubre de 2024



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.580.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **MANUAL DIDÁCTICO PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE CONTROL BASADOS EN EL MÓDULO LÓGICO LOGO! SIEMENS CON APLICACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES**, presentado por: **Diana Paola Borrayo Garcia** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, octubre de 2024

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 580 CUI: 3000982350101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme llegar a donde estoy y guiarme durante mi formación académica.
Mis padres	Omar Borrayo y Fidelia García por su apoyo constante, sus consejos y por ser un pilar esencial en mi camino hacia este logro.
Mis hermanos	Emilia y José Borrayo por su apoyo incondicional, su presencia significativa y por ser la fuente de mi motivación.
Mis amigos	Andrés Ortiz, Diego de Paz y Jorge Muralles por su apoyo fundamental y toda la ayuda brindada a lo largo de mi carrera.
Mi familia y amigos en general	Por su constante apoyo, el cual ha sido esencial para impulsarme a alcanzar este logro.
Mi	Por mi determinación, dedicación y los esfuerzos realizados para alcanzar esta nueva meta.

AGRADECIMIENTOS A:

- | | |
|---|---|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por brindarme la oportunidad de formar parte de esta casa de estudios durante este tiempo, la cual ha sido fundamental para mi crecimiento y desarrollo profesional. |
| Facultad de Ingeniería | Por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera y la exigencia académica, gracias a la cual he adquirido las habilidades necesarias para introducirme al ámbito profesional. |
| Ingeniera Ingrid de Loukota | Por su apoyo en la realización de este trabajo, así como por las enseñanzas y la influencia que han marcado mi trayectoria académica. |

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. AUTOMATIZACIÓN	1
1.1. Automatización industrial.....	1
1.1.1. Tipos de automatización industrial.....	2
1.1.1.1. Automatización fija.....	3
1.1.1.2. Automatización programable	3
1.1.1.3. Automatización flexible	3
1.1.2. Principales aplicaciones de la automatización industrial	4
1.2. Tecnologías de automatización	4
1.3. Sistemas automáticos de control	4
1.3.1. Sistema de control de lazo abierto.....	5
1.3.2. Sistema de control de lazo cerrado	6
1.3.3. Aplicación de los sistemas automáticos de control.....	8
2. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES	9
2.1. Introducción a PLCs	9
2.2. Definición de PLCs	10

2.3.	Estructura de un PLC	11
2.3.1.	Fuente de alimentación	11
2.3.2.	Módulos de entrada y salida.....	12
2.3.3.	CPU.....	12
2.3.4.	Dispositivos de programación	13
2.4.	Tipos de PLCs.....	14
2.4.1.	PLC nano	14
2.4.2.	PLC compacto.....	14
2.4.3.	PLC modular	15
2.5.	PLCs más utilizados en la industria.....	15
2.6.	Ventajas de utilizar PLC	16
2.7.	Desventaja de utilizar PLC	16
3.	LOGO! SIEMENS	19
3.1.	Características propias de LOGO! Siemens	20
3.2.	Estructura de LOGO! Siemens.....	22
3.3.	LOGO! Siemens en la industria.....	23
3.4.	Ventajas de LOGO! Siemens	23
4.	<i>SOFTWARE</i> DE PROGRAMACIÓN LOGO! SOFT COMFORT	25
4.1.	Descripción del <i>software</i>	25
4.1.1.	Interfaz del usuario	26
4.1.1.1.	Barra de menús.....	27
4.1.1.2.	Barra de herramientas estándar.....	27
4.1.1.3.	Barra de herramientas.....	28
4.1.1.4.	Interfaz de programación.....	29
4.1.1.5.	Ventana de información	30
4.1.1.6.	Árbol de operaciones	30
4.1.1.7.	Árbol de esquemas	31

4.1.2.	Teclas de función.....	32
4.1.3.	Teclas de método abreviado.....	33
4.2.	Programación general de LOGO! Siemens	35
4.2.1.	Constantes.....	35
4.2.1.1.	Digitales.....	36
4.2.1.1.1.	Entrada.....	36
4.2.1.1.2.	Tecla de cursor.....	37
4.2.1.1.3.	Estado 0 (bajo)	37
4.2.1.1.4.	Estado 1 (alto)	38
4.2.1.1.5.	Salida	39
4.2.1.1.6.	Conector abierto	40
4.2.1.1.7.	Marca	41
4.2.1.2.	Analógicas	42
4.2.1.2.1.	Entrada analógica.....	43
4.2.1.2.2.	Salida analógica	44
4.2.1.2.3.	Marca analógica	44
4.2.2.	Funciones básicas	45
4.2.2.1.	AND	45
4.2.2.2.	NAND	47
4.2.2.3.	OR	48
4.2.2.4.	NOR.....	50
4.2.2.5.	XOR.....	51
4.2.2.6.	NOT	52
4.2.2.7.	Ejemplos con funciones básicas.....	53
4.2.3.	Funciones especiales	55
4.2.3.1.	Temporizadores.....	55
4.2.3.1.1.	Retardo a la conexión...	55
4.2.3.1.2.	Retardo a la desconexión	56

	4.2.3.1.3.	Temporizador semanal.....	57
	4.2.3.2.	Contadores.....	58
	4.2.3.2.1.	Contador adelante/atrás	58
	4.2.3.2.2.	Contador de horas de funcionamiento.....	59
	4.2.3.3.	Analógicos.....	61
	4.2.3.3.1.	Comparador analógico.....	61
	4.2.3.3.2.	Conmutador analógico.....	62
	4.2.3.4.	Otros	63
	4.2.3.4.1.	Relé autoenclavador	63
	4.2.3.4.2.	Texto de aviso.....	64
	4.2.3.5.	Ejemplo con funciones especiales	65
5.	MÓDULOS PRÁCTICOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE UTILIZANDO EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE LOGO! SIEMENS.....		69
5.1.	Módulo práctico 1: cinta transportadora de alimentos		69
	5.1.1.	Objetivos	69
	5.1.2.	Descripción del sistema.....	70
	5.1.3.	Descripción funcional de control.....	71
	5.1.4.	Procedimiento y resolución del problema.....	74
	5.1.5.	Conclusiones.....	94
	5.1.6.	Recomendaciones.....	95
5.2.	Módulo práctico 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado		96

5.2.1.	Objetivos.....	96
5.2.2.	Descripción del sistema.....	97
5.2.3.	Descripción funcional de control.....	98
5.2.4.	Procedimiento y resolución del problema.....	101
5.2.5.	Conclusiones.....	125
5.2.6.	Recomendaciones.....	127
5.3.	Módulo práctico 3: sistema de control de un edificio de tres plantas.....	127
5.3.1.	Objetivos.....	128
5.3.2.	Descripción del sistema.....	129
5.3.3.	Descripción funcional de control.....	130
5.3.4.	Procedimiento y resolución del problema.....	133
5.3.5.	Conclusiones.....	157
5.3.6.	Recomendaciones.....	159
5.4.	Módulo práctico 4: Invernadero hidropónico industrial.....	160
5.4.1.	Objetivos.....	160
5.4.2.	Descripción del sistema.....	161
5.4.3.	Descripción funcional de control.....	162
5.4.4.	Procedimiento y resolución del problema.....	165
5.4.5.	Conclusiones.....	185
5.4.6.	Recomendaciones.....	187
	CONCLUSIONES.....	189
	RECOMENDACIONES.....	191
	REFERENCIAS.....	193
	APÉNDICE.....	195

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Sistema de control de lazo abierto.....	6
Figura 2.	Sistema de control de lazo cerrado	7
Figura 3.	Estructura de un PLC.....	11
Figura 4.	LOGO! Siemens	19
Figura 5.	LOGO! Siemens con módulo de ampliación	21
Figura 6.	Estructura de LOGO! Siemens	22
Figura 7.	Interfaz de usuario	26
Figura 8.	Barra de menús	27
Figura 9.	Barra de herramientas estándar	28
Figura 10.	Barra de herramientas	28
Figura 11.	Interfaz de programación	29
Figura 12.	Ventana de información.....	30
Figura 13.	Árbol de operaciones	31
Figura 14.	Árbol de esquemas.....	32
Figura 15.	Entrada digital.....	36
Figura 16.	Tecla de cursor digital.....	37
Figura 17.	Estado 0 (bajo)	38
Figura 18.	Estado 1 (alto)	39
Figura 19.	Salida.....	40
Figura 20.	Conector abierto	40
Figura 21.	Marca.....	42
Figura 22.	Marca especial.....	42
Figura 23.	Entrada analógica.....	43

Figura 24.	Salida analógica	44
Figura 25.	Marca analógica	45
Figura 26.	Función AND	46
Figura 27.	Función NAND	47
Figura 28.	Función OR	49
Figura 29.	Función NOR.....	50
Figura 30.	Función XOR.....	51
Figura 31.	Función NOT	53
Figura 32.	Ejemplo de la función AND.....	54
Figura 33.	Ejemplo de la función OR.....	54
Figura 34.	Retardo a la conexión.....	56
Figura 35.	Retardo a la desconexión.....	57
Figura 36.	Temporizador semanal.....	58
Figura 37.	Contador adelante/atrás	59
Figura 38.	Contador de horas de funcionamiento.....	61
Figura 39.	Comparador analógico	62
Figura 40.	Conmutador analógico	63
Figura 41.	Relé autoenclavador.....	64
Figura 42.	Texto de aviso	65
Figura 43.	Ejemplo con funciones especiales 3:52 s.....	66
Figura 44.	Ejemplo con funciones especiales 5:00 s.....	66
Figura 45.	Diagrama de cinta transportadora de alimentos	71
Figura 46.	Identificación de entradas y salidas módulo 1	74
Figura 47.	Arranque y paro módulo 1	75
Figura 48.	Sensor de entrada y de salida módulo 1	76
Figura 49.	Sección 3: visualización de conteo módulo 1	79
Figura 50.	Conexión de la sección 1 y 2 módulo 1	80
Figura 51.	Bloque B002 contador de horas de funcionamiento módulo 1	82
Figura 52.	Bloque B003 texto de aviso módulo 1	83

Figura 53.	Bloque B003 prioridad del texto de aviso módulo 1	83
Figura 54.	Bloque B004 contador adelante/atrás módulo 1	84
Figura 55.	Bloque B008 contador adelante/atrás módulo 1	85
Figura 56.	Bloque B006 retardo a la conexión módulo 1	86
Figura 57.	Bloque B010 retardo a la conexión módulo 1	87
Figura 58.	Bloque B007 texto de aviso módulo 1	88
Figura 59.	Bloque B011 contador adelante/atrás módulo 1	89
Figura 60.	Bloque B012 texto de aviso módulo 1	90
Figura 61.	Bloque B015 texto de aviso módulo 1	91
Figura 62.	Bloque B017 texto de aviso módulo 1	92
Figura 63.	Modelo final módulo 1: cinta transportadora de alimentos.....	93
Figura 64.	Diagrama de un sistema de llenado, envasado y empaquetado.....	98
Figura 65.	Identificación de entradas y salidas módulo 2	101
Figura 66.	Secuencia de interruptor módulo 2	102
Figura 67.	Etapas de llenado módulo 2	103
Figura 68.	Etapas de envasado módulo 2	105
Figura 69.	Etapas de empaquetado módulo 2.....	107
Figura 70.	Bloque B001 comparador analógico módulo 2	109
Figura 71.	Bloque B004 comparador analógico módulo 2	110
Figura 72.	Bloque B007 comparador analógico módulo 2	111
Figura 73.	Bloque B003 retardo a la conexión módulo 2	112
Figura 74.	Bloque B006 retardo a la conexión módulo 2	113
Figura 75.	Bloque B009 retardo a la conexión módulo 2	114
Figura 76.	Bloque B011 texto de aviso módulo 2	115
Figura 77.	Bloque B013 contador adelante/atrás módulo 2	116
Figura 78.	Bloque B015 retardo a la conexión módulo 2	117
Figura 79.	Bloque B016 texto de aviso módulo 2	118
Figura 80.	Bloque B019 retardo a la desconexión módulo 2	119

Figura 81.	Bloque B023 retardo a la desconexión módulo 2	120
Figura 82.	Bloque B027 retardo a la desconexión módulo 2	121
Figura 83.	Bloque B020 texto de aviso módulo 2	122
Figura 84.	Bloque B024 texto de aviso módulo 2	123
Figura 85.	Bloque B028 texto de aviso módulo 2	124
Figura 86.	Modelo final módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado	125
Figura 87.	Diagrama de un sistema de control de un edificio de tres plantas.....	129
Figura 88.	Identificación de entradas y salidas módulo 3	133
Figura 89.	Etapa de iluminación módulo 3	134
Figura 90.	Etapa de climatización módulo 3.....	135
Figura 91.	Etapa de control de acceso módulo 3	137
Figura 92.	Etapa de control de ascensores módulo 3	139
Figura 93.	Bloque B001 temporizador semanal módulo 3.....	145
Figura 94.	Bloque B004 conmutador analógico de valor umbral módulo 3 .	146
Figura 95.	Bloque B002 conmutador analógico de valor umbral módulo 3 .	147
Figura 96.	Bloque B005 retardo a la conexión módulo 3.....	148
Figura 97.	Bloque B006 texto de aviso módulo 3	149
Figura 98.	Bloque B0028 contador adelante/atrás módulo 3.....	150
Figura 99.	Bloque B029 texto de aviso módulo 3	151
Figura 100.	Bloque B030 texto de aviso módulo 3	152
Figura 101.	Bloque B031 contador adelante/atrás módulo 3.....	153
Figura 102.	Bloque B032 temporizador semanal módulo 3.....	154
Figura 103.	Bloque B019 texto de aviso módulo 3	155
Figura 104.	Bloque B009 texto de aviso módulo 3	156
Figura 105.	Modelo final módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas.....	157
Figura 106.	Diagrama de un invernadero hidropónico industrial	162

Figura 107.	Identificación de entradas y salidas módulo 4	166
Figura 108.	Sistema de riego automático módulo 4.....	167
Figura 109.	Sistema de control de nutrientes y recirculación módulo 4	169
Figura 110.	Sistema de climatización módulo 4.....	171
Figura 111.	Bloque B003 retardo a la conexión módulo 4	173
Figura 112.	Bloque B005 retardo a la conexión módulo 4	174
Figura 113.	Bloque B007 retardo a la conexión módulo 4	175
Figura 114.	Bloque B001 retardo a la conexión módulo 4	176
Figura 115.	Bloque B010 conmutador analógico de valor umbral módulo 4.	177
Figura 116.	Bloque B011 conmutador analógico de valor umbral módulo 4.	178
Figura 117.	Bloque B013 conmutador analógico de valor umbral módulo 4.	179
Figura 118.	Bloque B014 texto de aviso módulo 4	180
Figura 119.	Bloque B014 texto de aviso módulo 4	181
Figura 120.	Bloque B016 temporizador semanal módulo 4	182
Figura 121.	Bloque B017 temporizador semanal módulo 4	183
Figura 122.	Bloque B021 texto de aviso módulo 4	184
Figura 123.	Modelo final módulo 4: invernadero hidropónico industrial	185

TABLAS

Tabla 1.	Modelos de LOGO! Siemens	20
Tabla 2.	Teclas de función de LOGO! Soft Comfort V8.3	32
Tabla 3.	Teclas de método abreviado de LOGO! Soft Comfort V8.3	34
Tabla 4.	Función AND	46
Tabla 5.	Función NAND.....	47
Tabla 6.	Función OR.....	49
Tabla 7.	Función NOR.....	50
Tabla 8.	Función XOR	52
Tabla 9.	Función NOT	53

Tabla 10.	Lista de componentes módulo 1.....	73
Tabla 11.	Lista de componentes módulo 2.....	100
Tabla 12.	Lista de componentes módulo 3.....	131
Tabla 13.	Lista de componentes módulo 4.....	164

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
V	Voltio

GLOSARIO

Allen Bradley	Marca destacada en la fabricación de productos relacionados con la automatización industrial y la electrónica.
Bytes	Unidad de medida de datos de informática.
CA	Corriente alterna, corriente que cambia periódicamente su dirección de flujo.
CD	Corriente directa, corriente que fluye en un solo sentido.
CPU	<i>Central processing unit</i> , encargada de realizar las operaciones de procesamiento de datos.
E/S	Entradas/salidas, dispositivos que gestionan la entrada y salida de datos.
ESC	Tecla de escape que se utiliza para salir de un proceso.
Ethernet	Tecnología que permite la comunicación entre dispositivos de red.

FBD	Tipo de lenguaje de programación llamado diagrama de bloques funcionales utilizado para programar PLCs.
FUP	Tipo de lenguaje de programación llamado programación de usuario de funciones utilizado para programar PLCs.
FPGA	Matriz de puertas lógicas que pueden ser programadas.
<i>Gigabytes</i>	Unidad de medida equivalente a aproximadamente mil millones de <i>bytes</i> .
KOP	Lenguaje de programación llamado lenguaje de contactos, diseñado para la programación de PLCs.
Ladder	Lenguaje de programación llamado lenguaje de escalera, diseñado para la programación de PLCs.
LAN	<i>Local area network</i> , es una red que permite la comunicación e intercambio de datos entre dispositivos conectados a la red.
LOGO!	Serie de controladores lógicos programables fabricada por la marca Siemens.

LOGO! Soft Comfort	<i>Software</i> de programación desarrollado por Siemens para programar los controladores lógicos programables de la serie LOGO!.
MicroSD	Memoria flash diseñada para almacenar datos en dispositivos electrónicos compactos.
PLC	<i>Programmable logic controller</i> es un dispositivo utilizado en la automatización industrial que realiza múltiples tareas simultáneamente. También se conoce como controlador lógico programable.
PC	<i>Personal computer</i> , computadora para uso personal.
RAM	<i>Random access memory</i> , memoria de almacenamiento temporal.
ROM	<i>Read only memory</i> , memoria de almacenamiento permanente.
Siemens	Compañía alemana líder a nivel mundial dedicada a la automatización industrial.
Software	Conjunto de programas que controlan dispositivos para la realización de tareas por medio de instrucciones.
TI	Tecnologías de la información que se utilizan para procesar información.

Timers

Dispositivos electrónicos que se utilizan para controlar el tiempo en los circuitos de control.

WLAN

Wireless local area network, es un tipo de red local que utiliza comunicación inalámbrica para el envío y recepción de datos.

RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño de un manual didáctico que incorpora cuatro proyectos aplicados a procesos industriales. Estos proyectos se desarrollan a lo largo del manual utilizando el *software* LOGO! Soft Comfort de Siemens. El primer capítulo, se tratan los temas fundamentales de la automatización industrial y los sistemas automáticos de control.

En el segundo capítulo, se proporciona información sobre los PLCs, incluyendo su estructura y tipos. También se incluye información sobre las ventajas y desventajas de estos dispositivos.

El tercer capítulo aborda información esencial sobre el PLC LOGO! de la marca Siemens, detallando sus características, estructura y aplicaciones en la industria.

En el cuarto capítulo se enfoca en la descripción del *software* de programación LOGO! Soft Comfort. Se proporciona información sobre la interfaz del usuario, la programación en general, se explican las funciones básicas y especiales, y se presenta un ejemplo práctico.

Finalmente, el quinto capítulo se estructura en cuatro módulos prácticos, cada uno compuesto por un proyecto que será automatizado paso a paso mediante la programación en LOGO! Soft Comfort. Estos proyectos incluyen una cinta transportadora de alimentos, un sistema de llenado, envasado y empaquetado, un sistema de control de un edificio de tres plantas y un invernadero hidropónico industrial.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un manual didáctico basado en el controlador lógico programable LOGO! de Siemens, con el propósito de automatizar cuatro proyectos aplicados a procesos industriales a través de simulaciones en el *software* LOGO! Soft Comfort, proporcionando así una herramienta de apoyo para el aprendizaje y aplicación práctica de la automatización.

Específicos

1. Identificar los beneficios de la automatización en los sistemas de control de procesos industriales, mediante el uso del controlador lógico programable LOGO! de Siemens.
2. Elaborar cuatro módulos didácticos, cada uno enfocado en la resolución de un problema específico, con la finalidad de automatizarlos a través de simulaciones en el *software* LOGO! Soft Comfort.
3. Aplicar las funciones básicas y especiales del *software* LOGO! Soft Comfort para generar soluciones a los problemas planteados.
4. Utilizar las facilidades adquiridas a lo largo del manual para configurar los parámetros en el *software*, adaptándolos a las necesidades específicas de cada módulo.

5. Demostrar el proceso de transferencia física al dispositivo LOGO! para permitir la implementación de las simulaciones en entornos reales.

INTRODUCCIÓN

A medida que las nuevas tecnologías avanzan exponencialmente, las industrias se actualizan y optan por sistemas automatizados para aumentar su producción. Debido a esto, es importante utilizar controladores lógicos programables que sean de ayuda en el proceso de automatización.

Uno de los PLCs más utilizados en la industria hoy en día, y de fácil comprensión, son los de la marca Siemens. Son económicamente accesibles y cumplen con todas las funciones disponibles en el mercado.

Los PLCs compactos han sido de gran utilidad para la realización de proyectos industriales extensos, dado que son pequeños y fáciles de instalar. El PLC LOGO! de Siemens destaca como una excelente herramienta que facilita la automatización de la mayoría de proyectos propuestos.

Aprender a programar LOGO! Siemens mediante el *software* LOGO! Soft Comfort ayuda a los profesionales a capacitarse en temas de automatización industrial e incluso les brinda mejores oportunidades al integrarse en el ámbito laboral. Dada la información limitada y la reducida comunidad dedicada a la programación de estos dispositivos enfocados en la enseñanza y aprendizaje, este trabajo de graduación se centra en un manual didáctico paso a paso que resuelve las dudas que surgen al programar y se enfoca en cuatro proyectos de automatización industriales que pueden formar parte de problemas reales en el ámbito profesional.

1. AUTOMATIZACIÓN

La automatización permite realizar tareas o procesos de forma autónoma mediante herramientas, que sean capaces de reducir el tiempo y costo, con poca o nula intervención humana.

Los procesos de automatización son aplicables a cualquier área donde las tareas lleguen a ser repetitivas. Las aplicaciones van desde procesos administrativos hasta procesos industriales a gran escala.

1.1. Automatización industrial

Debido al crecimiento en las grandes industrias, donde hoy en día se cuenta con producciones en masa, procesos de tareas repetitivas, procesos de alto riesgo y producciones o tareas específicas, es necesario incluir cada vez más el uso de la automatización industrial. Esto permite que los procesos sean realizados por sí solos con aplicaciones en la industria, que anteriormente eran ejecutados por algún individuo, dando como resultado un mejor rendimiento de producción tanto en precisión, calidad, optimización de tiempo y costo, como en la disminución de riesgos que pueden ser provocados por la intervención humana en distintos procesos industriales. En este sentido, "hoy en día la automatización se ha vuelto imprescindible para el progreso de la industria" (Mamani, 2021, p. 2).

La automatización industrial cuenta con circuitos de potencia, que están compuestos por componentes eléctricos, tales como contactores, relés térmicos, interruptores termomagnéticos, guardamotores, variadores de

frecuencia, entre otros, que son capaces de manejar un equipo mediante accionamientos para realizar las tareas de forma secuencial. También cuenta con circuitos de control cuya función principal es controlar el circuito de potencia mediante señales eléctricas. Estos circuitos pueden contar o no con una retroalimentación.

La parte de control en los sistemas de automatización se realiza mediante dispositivos eléctricos o electrónicos programables tales como FPGAs, temporizadores electrónicos, autómatas programables industriales, módulos lógicos programables o relés programables que configurando sus parámetros permiten controlar en tiempo real las tareas a realizar mediante señales eléctricas de entrada que pueden ser proporcionadas por sensores o accionadores. Estas señales de entrada son procesadas por los dispositivos programables, los cuales poseen las instrucciones para realizar las tareas propuestas y con ello accionar las salidas necesarias para poder controlar un circuito de potencia que será el encargado de realizar el trabajo industrial.

Entre las ventajas más importantes de la automatización industrial se encuentra el alto nivel de productividad y calidad en los procesos. No obstante, también presenta algunas desventajas como el alto costo de mantenimiento, la posible pérdida de empleos y la necesidad de realizar inversiones iniciales costosas.

1.1.1. Tipos de automatización industrial

Debido a la variedad de ventajas y aplicaciones que ofrece la automatización industrial, es necesario conocer los diferentes tipos que existen para determinar cuál se acopla mejor a las necesidades de cada industria.

Los tipos de automatización industrial se clasifican en: automatización fija, automatización programable y automatización flexible.

1.1.1.1. Automatización fija

La automatización fija se utiliza en producciones en serie donde no es necesario cambiar la programación y se realizan tareas repetitivas durante largos periodos de tiempo. Se puede aplicar en la producción en masa de algún artículo en el que no sea necesario cambiar sus características, como el tamaño, la forma, el color, entre otros.

1.1.1.2. Automatización programable

La automatización programable se utiliza en industrias en las que es necesario ajustar los parámetros de programación para adaptarse a distintas necesidades y con ello realizar nuevos procesos. Se observa comúnmente en industrias donde se requiere que la producción de ciertos artículos varíe sus características dependiendo de ciertas temporadas o necesidades en específico.

1.1.1.3. Automatización flexible

La automatización flexible se utiliza en industrias donde se necesita una combinación o punto medio entre la automatización fija y la automatización programable. Es aplicable en producciones a nivel medio donde se requiere reprogramar constantemente las configuraciones o parámetros utilizando un único equipo.

1.1.2. Principales aplicaciones de la automatización industrial

La automatización de procesos industriales ha experimentado un crecimiento exponencial, gracias a que casi cualquier tarea industrial se puede automatizar. Debido a la alta demanda de producciones en masa, embalaje y ensamble de piezas, las industrias optan por automatizar sus procesos para lograr una optimización en la realización de ciertas tareas.

Entre las aplicaciones más importantes de la automatización industrial que se observan hoy en día, se encuentran las industrias de alimentos y bebidas, la fabricación y ensamblaje de automóviles, los invernaderos automáticos, las industrias químicas y farmacéuticas, la robótica y los sistemas de TI, entre otras.

1.2. Tecnologías de automatización

La automatización hace uso de diferentes ciencias y tecnologías para llevar a cabo procesos competitivos en la industria, como la mecánica, hidráulica, neumática, robótica, instrumentación, comunicación industrial, electrónica, entre otros. Estas tecnologías permiten realizar tareas específicas en tiempos determinados con precisión y rapidez.

1.3. Sistemas automáticos de control

Un sistema automático de control se refiere al conjunto de herramientas, dispositivos, tecnologías y técnicas que trabajan en conjunto para optimizar procesos en los cuales es necesario controlar y modificar el valor de una o más variables de manera simultánea.

Las variables que se controlan comúnmente en los sistemas de control son la temperatura, la humedad, el nivel, la presión, entre otros, las cuales son medidas mediante sensores que captan las magnitudes físicas y las convierten en señales eléctricas. El valor de estas variables debe ajustarse según las condiciones o necesidades de las tareas asignadas.

En los sistemas de control se utilizan diversos dispositivos conocidos como elementos de control, los cuales pueden ser eléctricos, electrónicos, mecánicos, hidráulicos o neumáticos y que, a su vez, cumplen con los requerimientos específicos en cada proceso.

En cada sistema de control, se encuentran dos tipos de señales: una señal de entrada, que interactúa con todo el sistema, y una señal de salida, que es proporcionada por dicho sistema.

1.3.1. Sistema de control de lazo abierto

En los sistemas de control de lazo abierto, la señal de salida no tiene dominio sobre la señal de entrada. La señal de entrada activa los elementos de control, los cuales realizan el proceso necesario hasta obtener una respuesta o señal de salida.

Las ventajas de estos sistemas de control sobre otros son que son mucho más económicos, requieren poco mantenimiento y son de fabricación simple. Sin embargo, su uso está limitado a procesos simples y que no requieren ajustes constantes, ya que presentan problemas como la falta de precisión, la incapacidad de corregir los errores de salida y la sensibilidad a las perturbaciones del entorno.

Tienen sus aplicaciones en diversos campos, como filtros, amplificadores, sistemas de iluminación, electrodomésticos como lavadoras y secadora de manos eléctrica, entre otros. Además, también se utilizan en sistemas de computadoras.

Figura 1.

Sistema de control de lazo abierto



Nota. Diagrama que muestra la función de un sistema de control de lazo abierto. Elaboración propia, realizado con Lucidchart.

1.3.2. Sistema de control de lazo cerrado

El sistema de control de lazo cerrado cuenta con retroalimentación, lo que permite que la señal de salida influya sobre la señal de entrada y se produzca una calibración automática del sistema, reduciendo así la cantidad de errores.

La señal de salida actúa como retroalimentación y se compara con la señal de entrada. Esta comparación proporciona una señal de error que varía constantemente y es capaz de accionar los elementos de control para que realicen los ajustes necesarios en el proceso.

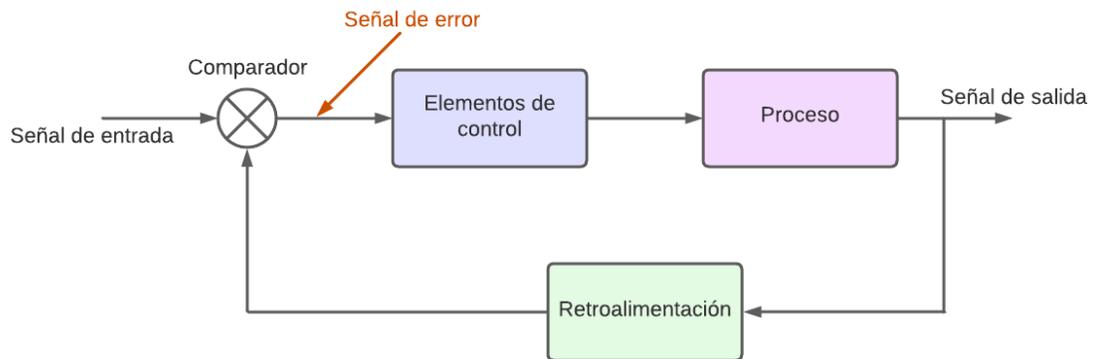
La retroalimentación genera un valor proporcional entre la señal de salida y la señal de entrada en cada instante de tiempo y esto ayuda a reducir y corregir los posibles errores en el sistema.

Estos sistemas de control son menos afectados por perturbaciones o ruido, lo que los hace más precisos, pero también son más costosos en términos de mantenimiento y por lo general requieren circuitos más complejos.

Una de las aplicaciones más comunes de estos sistemas de control es en los sistemas de calefacción, donde es necesario ajustar la temperatura de forma automática en función de la temperatura del ambiente.

Figura 2.

Sistema de control de lazo cerrado



Nota. Diagrama que muestra la función de un sistema de control de lazo cerrado. Elaboración propia, realizado con Lucidchart.

1.3.3. Aplicación de los sistemas automáticos de control

Hoy en día, las aplicaciones de los sistemas de control abarcan un campo muy amplio que va desde aplicaciones en los hogares, como calefacción, lavadoras, microondas, entre otros, hasta aplicaciones industriales, como en la producción a gran escala, fábricas textiles, ensamblaje y fabricación de piezas mecánicas, líneas de empaque automatizadas, invernaderos automáticos, robótica, entre otras.

2. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

2.1. Introducción a PLCs

Los controladores lógicos programables (PLCs, por sus siglas en inglés) surgieron a finales de la década de 1960 junto con la necesidad de reemplazar los sistemas de control de ese entonces, en los cuales se utilizaban únicamente relés eléctricos e interruptores para realizar los circuitos que controlaran las salidas en cada proceso automatizado. A medida que la complejidad de estos procesos de automatización aumentaba, los circuitos eléctricos y electrónicos que se necesitaban para cada sistema de control resultaban cada vez más grandes y costosos, y debido a esto eran más vulnerables al ruido y a las vibraciones.

La implementación de estos dispositivos en la automatización hizo posible que los sistemas de control, que utilizaban sólo la lógica combinatorial (señales de salidas que trabajan únicamente en función de las señales de entrada actuales), fueran capaces de implementar la lógica secuencial, donde las señales de salida no solo dependían de las entradas, sino también de estados o señales anteriores.

La lógica secuencial que se empezó a utilizar en los primeros controladores lógicos programables era capaz de llevar a cabo sistemas que tuvieran retroalimentación y memoria, lo cual no era posible anteriormente. De esta manera, los PLCs se convirtieron en dispositivos esenciales en la automatización industrial.

2.2. Definición de PLCs

Se define a un PLC como una computadora capaz de realizar procesos industriales de forma autónoma, los cuales al hacerse de forma manual serían muy lentos y peligrosos. Debido a las diferentes tecnologías avanzadas que se utilizan en la automatización industrial, estos procesos pueden involucrar robótica, electromecánica, electroneumática, electrohidráulica de alta precisión, entre otras.

Un controlador lógico programable (PLC) es un dispositivo electrónico programable capaz de realizar tareas combinacionales y secuenciales en sistemas automatizados. Es el encargado de accionar los componentes que realizarán las tareas específicas mediante módulos de entrada y salida, ya sean analógicos o digitales.

Las salidas de estos dispositivos se controlan en función de las señales de entradas y los estados anteriores del sistema. Todo esto se realiza en tiempo real a través de instrucciones que se han programado previamente en un *software*, utilizando lenguajes de programación de alto nivel, como diagrama de escalera o Ladder (en inglés, *ladder diagram*), y diagrama de bloques de funciones (FBD, por sus siglas en inglés). Debido a la flexibilidad de los PLCs en términos de programación, estas instrucciones se pueden modificar y adaptar para satisfacer nuevas necesidades, lo que puede ayudar a reducir los costos en futuros proyectos.

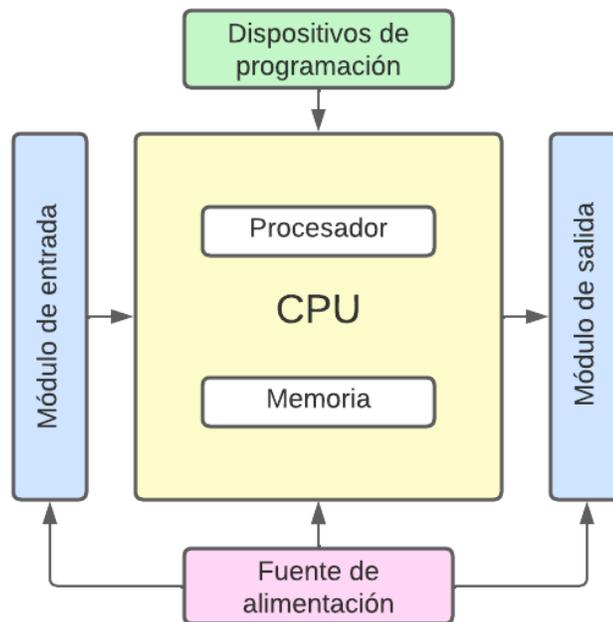
Los PLCs automatizan procesos complejos que pueden llegar a ser de alto riesgo. Por ende, estos dispositivos deben ser capaces de soportar temperaturas elevadas, altas tensiones o corrientes, inmunidad al ruido y vibraciones.

2.3. Estructura de un PLC

La figura 3 muestra los componentes y el funcionamiento general de un controlador lógico programable:

Figura 3.

Estructura de un PLC



Nota. Estructura general de un controlador lógico programable. Elaboración propia, realizado con Lucidchart.

2.3.1. Fuente de alimentación

En los sistemas de control puede haber una o varias fuentes de alimentación, cuyo propósito general es alimentar al PLC y proporcionar un control preciso sobre los voltajes de entrada y salida que controlan los dispositivos externos.

2.3.2. Módulos de entrada y salida

Los módulos de entrada y de salida (E/S) se encargan de que el PLC se comunique con el mundo exterior. Pueden ser analógicos o digitales y son capaces de recibir señales continuas o discretas, así como de utilizarlas para el control de procesos de automatización.

Los módulos de entrada reciben las señales provenientes de dispositivos, como sensores (de precisión, temperatura, flujo, proximidad), interruptores, pulsadores, entre otros, y las convierten en señales internas que pueden ser interpretadas por el PLC.

Los módulos de salida interpretan las señales internas del PLC y tienen como función principal accionar los componentes externos (relés, actuadores, motores, válvulas, entre otros), que son los encargados del desarrollo, monitoreo y control de los procesos de automatización en función de las señales de entrada.

El número de entradas y salidas de los módulos dependen de cada modelo y fabricante de PLC.

2.3.3. CPU

La unidad central de procesamiento (CPU) es la parte fundamental del PLC. Está compuesta por un módulo de procesamiento y un módulo de memoria y es la encargada de procesar y almacenar las señales provenientes de los módulos de entrada, para posteriormente enviar instrucciones a los módulos de salidas.

El módulo de procesamiento realiza las operaciones lógicas y aritméticas necesarias para decodificar, interpretar y ejecutar las secuencias de instrucciones que son desarrolladas previamente en el *software* de programación propio de cada PLC.

El módulo de memoria tiene como función almacenar los datos e instrucciones que controlan los procesos del PLC. Esta memoria se divide en dos partes: la memoria permanente o ROM, que almacena los datos de control principal que no pueden ser modificados; y la memoria de operación o RAM, que almacena temporalmente los estados de entrada y salida, así como las instrucciones del programa que se están ejecutando en ese momento.

Otra de las funciones esenciales de la CPU es la detección de errores en tiempo real, los cuales son posteriormente corregidos para asegurar un mejor funcionamiento de los procesos en el futuro.

2.3.4. Dispositivos de programación

Los dispositivos de programación son los encargados de crear las secuencias de instrucciones y órdenes que componen los programas, para posteriormente introducirlos en los PLCs.

Hacen posible que los operarios puedan acceder a la programación para realizar tareas como control, transferencia, modificación y verificación de los comandos.

Los dispositivos de programación varían según la complejidad y las necesidades de cada proceso industrial. Pueden ser de tipo calculadora, cuyo teclado incluye todos los símbolos que representan comandos de

programación, o un ordenador personal (PC) capaz de soportar el *software* de programación diseñado por los fabricantes de cada PLC en particular.

Hoy en día, el dispositivo más utilizado es la PC o laptop, ya que permite la simulación del programa antes de ser introducido al PLC, lo que proporciona un mejor rendimiento en los procesos automatizados.

2.4. Tipos de PLCs

Actualmente, existe una gran variedad de PLCs que se adaptan a las necesidades de cada proceso. La selección de cada uno de ellos dependerá de la capacidad de memoria, voltajes de entrada y salida, tamaño, peso, módulos de E/S y alcances de programación.

2.4.1. PLC nano

Este tipo de PLC de gama baja es de tamaño pequeño y cuenta con un número reducido de E/S. Está compuesto por un solo módulo que contiene la CPU, la fuente de alimentación y las entradas y salidas, y se utiliza en procesos de automatización que no son tan complejos.

2.4.2. PLC compacto

Los PLCs compactos, al igual que los nano, tienen un único módulo en donde se integran todos sus componentes. Su tamaño es mayor al nano y se utiliza para procesos en los que se requieren más E/S o que sean de mayor complejidad.

El PLC tipo compacto es de gama media y es capaz de expandir sus funciones conectando módulos externos para generar soluciones a sistemas de control más complejos.

2.4.3. PLC modular

A diferencia de los otros modelos de PLC, el PLC tipo modular tiene un mayor número de E/S y es de mayor tamaño. Tiene diferentes tipos de módulos, como el módulo de E/S, el módulo de CPU y el módulo de alimentación, los cuales funcionan por separado y se pueden conectar para realizar procesos más complejos y de alta presión. Es un tipo de PLC de gama alta que puede ejecutar más de un programa a la vez.

2.5. PLCs más utilizados en la industria

Existen diferentes tipos y marcas de PLCs que se escogen según las necesidades y preferencias de cada industria. Las dos marcas más utilizadas de PLC hoy en día son Allen Bradley y Siemens que cuentan con PLCs de tipo nano, compacto y modular.

Los PLCs de la marca Allen Bradley se han utilizado durante años en procesos industriales y cuentan con una variedad de módulos externos. Entre los modelos más utilizados se encuentran:

- ControlLogix
- SoftLogix
- Micro800
- Micrologix

Los PLCs de la marca Siemens se adaptan a cualquier proceso de automatización industrial y cuentan con una amplia variedad de modelos de alta calidad y durabilidad. Entre los modelos más utilizados se encuentran:

- LOGO!
- S7-200
- S7-1500
- S7-300.

2.6. Ventajas de utilizar PLC

Estos dispositivos ofrecen una gran variedad de ventajas, entre las cuales se encuentran:

- Inmunidad a ruido, polvo, vibraciones.
- Soportan altas temperaturas, altas tensiones y corrientes.
- Reducen el tiempo de producción y dan una mejor eficiencia.
- Flexibilidad de programación (adaptación del programa).
- Son seguros para utilizar en entornos peligrosos.
- Ocupan poco espacio.
- Se adaptan a proyectos industriales y domiciliarios.

2.7. Desventaja de utilizar PLC

A pesar de las extensas ventajas que presentan los PLC, también se encuentran ciertas desventajas y se deben tomar en cuenta las necesidades de cada producción para decidir si un PLC es la mejor opción para automatizar sus procesos. Algunas de las desventajas son las siguientes:

- Se necesitan inversiones iniciales costosas.
- Capacitaciones constantes.
- Se deben realizar mantenimientos constantes (calibración, actualización del *software*, entre otros.).

3. LOGO! SIEMENS

LOGO! Siemens es una serie de controladores lógicos programables de la marca Siemens, que permite la automatización de procesos tanto domésticos como industriales. Con estos dispositivos es posible controlar sistemas de iluminación, calefacción, aire acondicionado, seguridad y más, así como control de maquinarias, motores eléctricos, procesos de producción y climatización.

Estos controladores son actualmente los modelos de PLC más económicos del mercado, su fácil instalación y tamaño compacto los hace ideales para una amplia gama de aplicaciones de control automático. La programación de estos dispositivos se realiza mediante el *software* LOGO! Soft Comfort, desarrollado por la compañía Siemens.

Figura 4.

LOGO! Siemens



Nota. Controladores lógicos programables de la serie LOGO! de Siemens. Obtenida de Siemens. (s.f). *LOGO! Basic Modules.* [Módulos básicos de LOGO!] (<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-basic-modules.html>), consultado el 10 de abril de 2023. De dominio público.

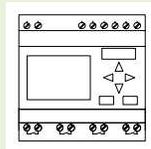
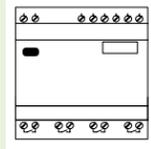
3.1. Características propias de LOGO! Siemens

La serie de controladores lógicos programables LOGO! Siemens cuenta con distintos modelos que poseen características y capacidades distintas. Una de las características en común es que todos los modelos disponen del mismo módulo de E/S, que consta de 8 entradas digitales, de las cuales 2 pueden ser utilizadas como análogas, y 4 salidas de tipo relé.

La alimentación de los controladores LOGO! varía según el modelo, pudiendo ser de 12-24 voltios en corriente directa (CD) o de 110-220 voltios en corriente alterna (CA).

Tabla 1.

Modelos de LOGO! Siemens

Modelo	Alimentación	Características	Símbolo
LOGO! 12/24RC	12-24V CD	Con pantalla 8 entradas / 4 salidas	
LOGO! 230RC	110-220V CA	Con pantalla 8 entradas / 4 salidas	
LOGO! 12/24RCo	12-24V CD	Sin pantalla, sin teclado 8 entradas / 4 salidas	
LOGO! 230RCo	110-220V CA	Sin pantalla, sin teclado 8 entradas / 4 salidas	

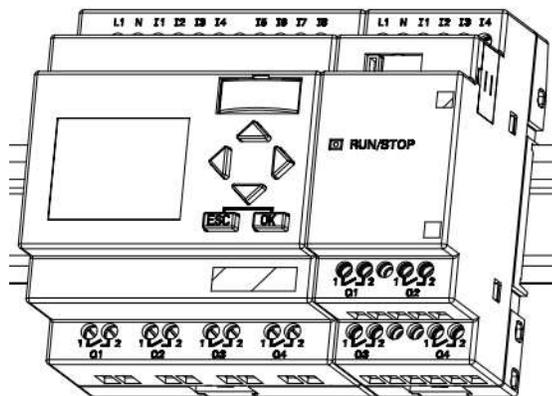
Nota. Modelos de PLC de la serie LOGO! fabricados por Siemens. Elaboración propia, realizado con Word.

Estos dispositivos cuentan con una interfaz que permite conectar módulos de ampliación, los cuales tienen como función incrementar el número de entradas y salidas de cada modelo de LOGO!.

Cada módulo de ampliación puede ser de 4 u 8 entradas y de 4 u 8 salidas adicionales, y permite la conexión en cascada de varios módulos para obtener un máximo de 24 entradas digitales, de las cuales 8 pueden ser análogas, y 20 salidas de relé, lo que facilita la realización de grandes proyectos industriales.

Figura 5.

LOGO! Siemens con módulo de ampliación



Nota. Modelo LOGO! 230RC de la serie LOGO! Siemens con módulo de ampliación de 4 entradas y 4 salidas. Obtenido de Siemens AG (2003). *Manual de usuario LOGO! A5E00228594-01.* (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf), consultado el 10 de abril de 2023. De dominio público.

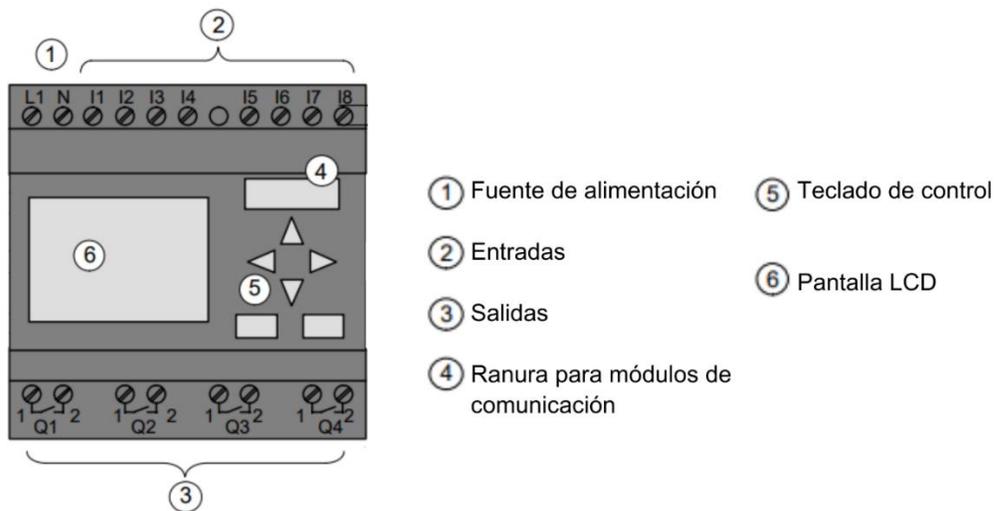
Cada modelo también cuenta con un módulo de programación que permite la integración de un servidor *web* y una interfaz de comunicación física.

Los programas pueden ser transferidos mediante un cable Ethernet que se conecta a una PC o laptop, o a través de una tarjeta microSD.

3.2. Estructura de LOGO! Siemens

Es importante conocer la estructura externa de los modelos de LOGO! Siemens para lograr una buena conexión de los componentes externos y evitar errores tanto en los dispositivos como en el sistema en general. Además, la identificación precisa de cada elemento externo resulta fundamental para un buen mantenimiento y para facilitar reparaciones que se deban realizar en el futuro.

Figura 6.
Estructura de LOGO! Siemens



Nota. Estructura externa del modelo LOGO! 230RC de la serie LOGO! Siemens. Adaptado de Siemens AG (2003). *Manual de usuario LOGO! A5E00228594-01.* (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf), consultado el 10 abril de 2023. De dominio público.

3.3. LOGO! Siemens en la industria

A medida que las industrias buscan mejorar la calidad de su producción, se hace necesario introducir PLCs capaces de cubrir las necesidades específicas de cada proyecto. Esto hace posible que modelos de PLCs, como la serie LOGO! de Siemens, sean cada vez más utilizados en procesos industriales y compitan actualmente con controladores más complejos debido a la practicidad, flexibilidad y facilidad de programación. Estos tipos de controladores son una solución ideal para procesos industriales en los que se requiere un tamaño compacto y un funcionamiento eficiente y confiable. Con la capacitación adecuada, su uso y operación pueden ser fácilmente entendidos de manera segura y efectiva, ya que "muchos procesos industriales y comerciales están controlados por este tipo de elementos" (Guardado y Fariñas, 2016, p. 5).

3.4. Ventajas de LOGO! Siemens

Las ventajas que se encuentran hoy en día en los controladores LOGO! de la marca Siemens son extensas, por eso las industrias utilizan cada vez más estos modelos. Siemens actualiza constantemente sus productos y programas, lo que permite que las ventajas crezcan día a día. Sus modelos son compatibles con diferentes sensores y actuadores, lo que permite una fácil adaptación a cada proyecto, desde domésticos hasta industriales, lo que hace que se puedan realizar múltiples tareas en un único controlador.

Gracias a las interfaces de comunicación y los servidores *web* integrados en estos dispositivos, es posible monitorear en tiempo real los parámetros e instrucciones a través de redes locales (WLAN o LAN) o redes globales como Internet.

Además, los controladores LOGO! poseen una capacidad de memoria interna de aproximadamente 200 bytes y cuentan con una ranura para tarjetas microSD de hasta 32 gigabytes.

4. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN LOGO! SOFT COMFORT

4.1. Descripción del *software*

LOGO! Soft Comfort es un *software* de programación fabricado por la compañía Siemens para el desarrollo y configuración de programas en la serie de controladores lógicos programables LOGO! Siemens.

Este *software* está diseñado específicamente para PC o laptops, lo que permite almacenar los programas en el disco duro del ordenador y transferirlos de PC a LOGO! o viceversa. Además, LOGO! Soft Comfort cuenta con funciones de simulación de programa y lectura de parámetros, lo que facilita la realización de pruebas directamente desde el ordenador antes de transferir el programa al LOGO!. Esta función ahorra tiempo y disminuye posibles errores.

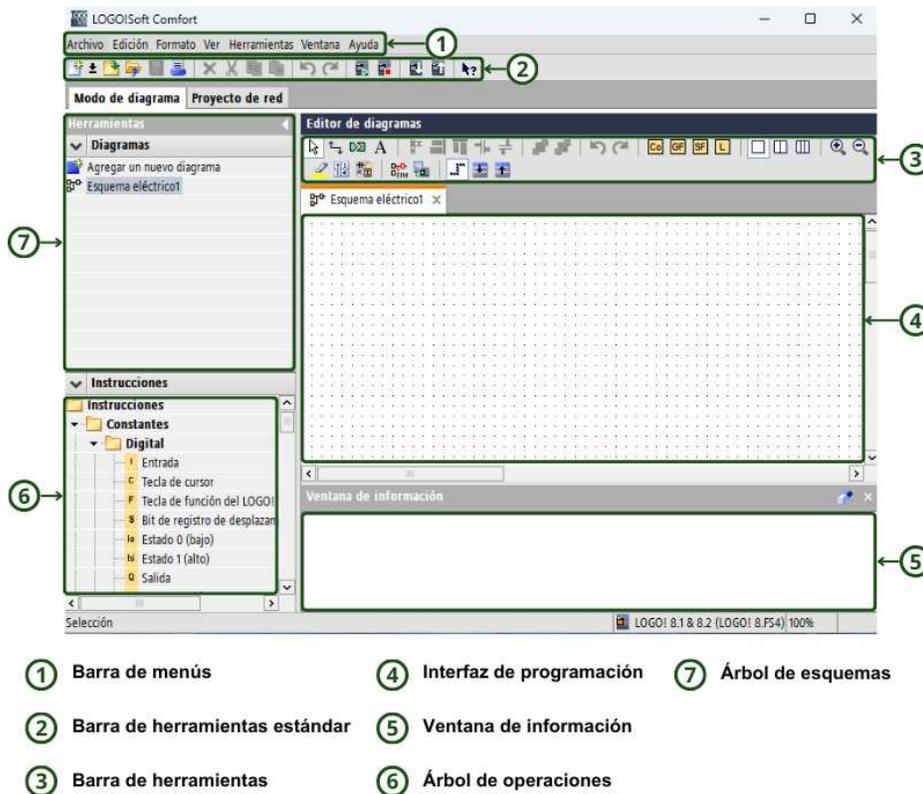
La interfaz gráfica del *software* permite la elaboración de programas de manera intuitiva, mediante el arrastre y colocación de bloques de funciones específicas. Estos bloques se configuran de manera práctica y cómoda, lo que facilita la creación de programas. LOGO! Soft Comfort cuenta con dos modos de programación: el modo de diagrama de funciones (FUP), que se basa en bloques que utilizan el álgebra booleana, y el modo de esquema de contactos (KOP), que se basa en la representación de contactos eléctricos. La selección del modo de programación dependerá de la familiarización de cada usuario con el programa.

Además, posee la capacidad de realizar distintas funciones como ajuste horario, contador de horas de funcionamiento, parametrización de entrada y salidas analógicas y digitales, entre otras.

4.1.1. Interfaz del usuario

Al abrir el *software*, se mostrará en la pantalla la interfaz de usuario, desde la cual se podrá comenzar a programar, ver figura 7.

Figura 7.
Interfaz de usuario



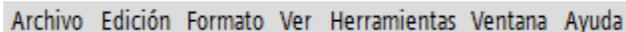
Nota. Descripción de la interfaz de usuario del *software* LOGO! Soft Comfort V8.3. Elaboración propia, realizado con Canva.

4.1.1.1. Barra de menús

La barra de menús es fundamental en el *software* de programación ya que contiene los comandos necesarios para gestionar de manera eficiente los programas. Algunos de los comandos que se encuentran en la barra de menús incluyen la opción de abrir y guardar nuevos proyectos, la edición de proyectos existentes, la visualización de las distintas barras de herramientas, la transferencia de programas entre dispositivos y una opción para ver temas de ayuda sobre el *software*.

Figura 8.

Barra de menús



Archivo Edición Formato Ver Herramientas Ventana Ayuda

Nota. Imagen que muestra la barra de menús de la interfaz de usuario. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

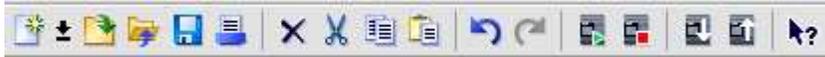
4.1.1.2. Barra de herramientas estándar

En esta barra de herramientas se encuentran los accesos directos a las funciones esenciales de LOGO! Soft Comfort que están disponibles en la barra de menús.

Contiene comandos de archivo, edición, herramientas y ayuda. Los botones permiten crear, abrir, cerrar y guardar programas, borrar, cortar, pegar y copiar objetos, realizar acciones de hacer y deshacer, transferir programas de LOGO! a PC y viceversa y además una opción de ayuda detallada.

Figura 9.

Barra de herramientas estándar



Nota. Imagen que muestra la barra de herramientas estándar de la interfaz de usuario. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.1.1.3. Barra de herramientas

La barra de herramientas contiene los comandos necesarios para crear, editar, procesar, programar y comprobar programas. Incluye botones de edición, formato, archivo y herramientas que permiten la selección, conexión y alineación entre bloques, agregar comentarios, deshacer y rehacer acciones, añadir bloques de funciones básicas y especiales de forma rápida y sencilla, cambiar el diseño de la página dividiéndola en ventanas, convertir programas al lenguaje de programación deseado, simularlos y realizar pruebas en línea. También es posible ampliar los cuadros de diálogo para diferentes parámetros.

Figura 10.

Barra de herramientas



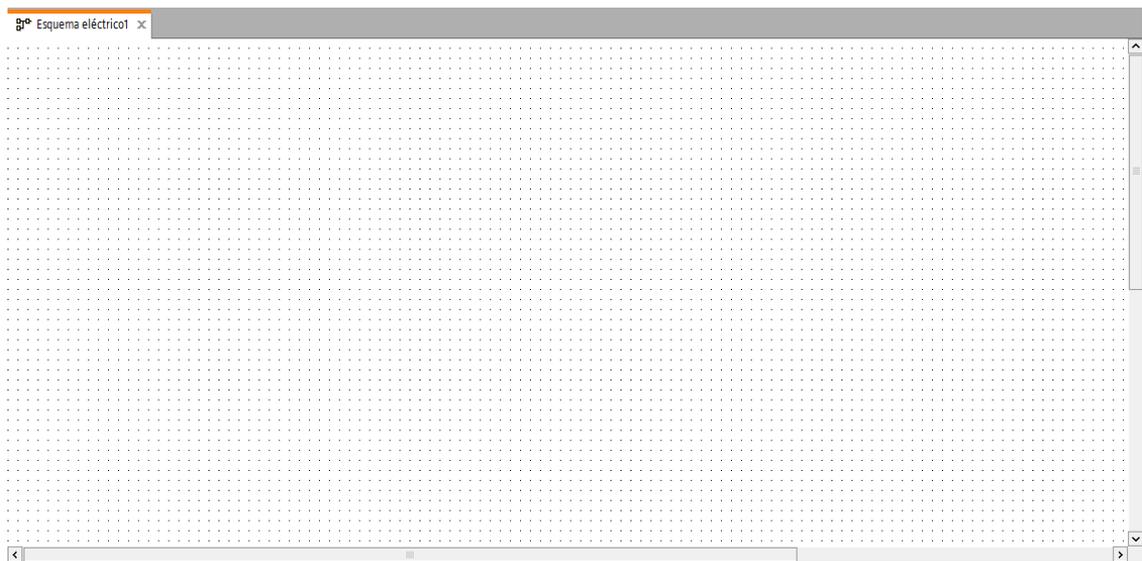
Nota. Imagen que muestra la barra de herramientas de la interfaz de usuario. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.1.1.4. Interfaz de programación

La interfaz de programación o entorno de desarrollo, ocupa la mayor parte del espacio en la pantalla del usuario. Es el espacio donde los desarrolladores crean el programa, arrastrando y colocando bloques que posteriormente serán conectados entre sí. Además, la interfaz contiene una barra de desplazamiento horizontal y vertical para ver el contenido completo del área de trabajo.

Figura 11.

Interfaz de programación



Nota. Imagen que muestra la interfaz de programación de la interfaz de usuario. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

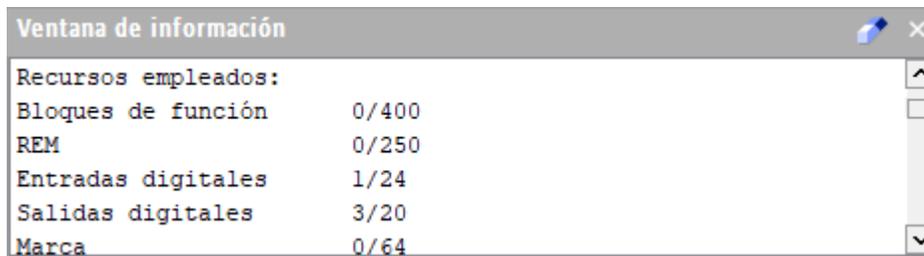
4.1.1.5. Ventana de información

En la ventana de información se muestran los recursos empleados y los mensajes de error generados al iniciar la simulación del programa desarrollado. Además, en esta ventana se proporcionará información sobre la versión mínima de los dispositivos LOGO! necesarios para transferir el programa, así como todas las versiones compatibles con ese programa.

La ventana de información puede abrirse o cerrarse presionando la tecla de función [F4].

Figura 12.

Ventana de información



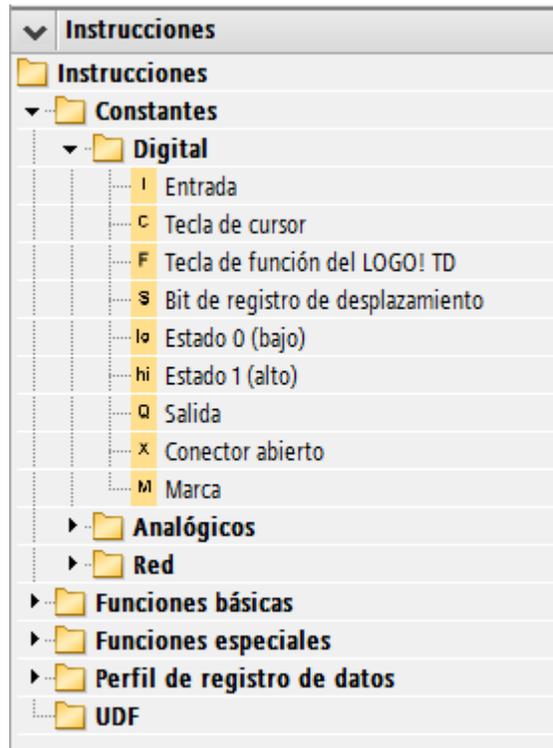
Nota. Imagen que muestra la venta de información de la interfaz de usuario. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.1.1.6. Árbol de operaciones

El árbol de operaciones contiene en un orden jerárquico las instrucciones necesarias para crear programas. Estas instrucciones se presentan en forma de bloques de funciones, que contienen constantes, funciones básicas, funciones especiales y registro de datos.

Figura 13.

Árbol de operaciones



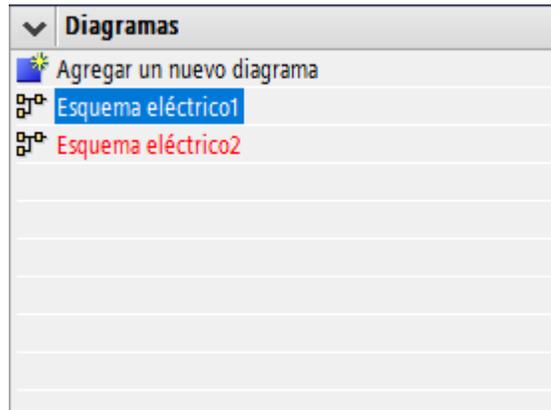
Nota. Imagen que muestra el árbol de operaciones de la interfaz de usuario. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.1.1.7. Árbol de esquemas

En el árbol de esquemas se enumeran todos los diagramas que se han creado o abierto recientemente. Para cambiar de diagrama, solo es necesario hacer doble clic en el nombre del que se desea abrir, y se redireccionará automáticamente.

Figura 14.

Árbol de esquemas



Nota. Imagen que muestra el árbol de esquemas de la interfaz de usuario. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.1.2. Teclas de función

Las teclas de función brindan atajos a funciones específicas dentro del *software*, lo que permite mejorar la eficiencia al programar, ver tabla 2.

Tabla 2.

Teclas de función de LOGO! Soft Comfort V8.3

Tecla	Función
F1	Abre ayuda en la pantalla
F2	Determinar LOGO!
F3	Inicia/finaliza una simulación

Continuación de la tabla 2.

Tecla	Función
F4	Ventana de información
F5	Herramienta de conexión
F6	Herramienta de constantes y conectores
F7	Funciones Básicas
F8	Funciones especiales
F9	Herramienta de texto
F10	Abre la barra de menús
F11	Deshacer/unir conexión

Nota. Teclas de función del *software* LOGO! Soft Comfort V8.3. Elaboración propia, realizado con Word.

4.1.3. Teclas de método abreviado

Mediante la combinación de teclas de método abreviado, es posible realizar acciones de manera rápida y eficiente.

Tabla 3.*Teclas de método abreviado de LOGO! Soft Comfort V8.3*

Combinación	Función
[Ctrl+N]	Nuevo
[Ctrl+O]	Abrir
[Ctrl+F4]	Cerrar
[Ctrl+S]	Guardar
[Ctrl+P]	Imprimir
[Ctrl+Z]	Deshacer
[Ctrl+Y]	Restablecer
[SUPRIMIR]	Borrar
[Ctrl+X]	Cortar
[Ctrl+C]	Copiar
[Ctrl+V]	Pegar
[Ctrl+rueda scroll]	Acercar/Alejar

Continuación de la tabla 3.

Combinación	Función
[Ctrl+D]	Transferir a PC de LOGO!
[Ctrl+U]	Transferir de LOGO! a PC

Nota. Principales teclas de método abreviado del *software* LOGO! Soft Comfort V8.3. Elaboración propia, realizado con Word.

4.2. Programación general de LOGO! Siemens

La programación en LOGO! Soft Comfort utiliza el lenguaje de programación FUP y se basa en la lógica programable, que permite realizar operaciones booleanas mediante compuertas lógicas. Esta lógica es esencial para el control eficiente de procesos.

4.2.1. Constantes

En las constantes, se encuentran los bloques de entrada y de salida, ya sean análogos o digitales. Estos bloques se seleccionan según las señales de entrada y salida que se deben controlar en el sistema y las operaciones que se deseen realizar.

4.2.1.1. Digitales

Las constantes digitales únicamente pueden tomar el valor lógico 0 o 1, donde 0 representa el estado bajo y 1 representa el estado alto. Aquí se incluyen las entradas, salidas y marcas digitales.

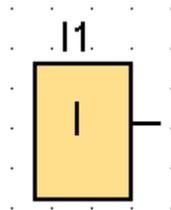
4.2.1.1.1. Entrada

Los bloques de entrada representan las señales digitales físicas que entran al dispositivo LOGO!. El máximo de entradas digitales que se pueden programar es 24.

La simulación puede ser de tipo interruptor, pulsador normalmente abierto o cerrado, o de frecuencia.

Figura 15.

Entrada digital



Nota. Bloque I1 que representa una entrada digital. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

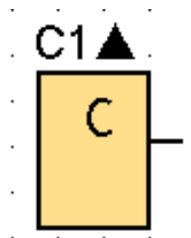
4.2.1.1.2. Tecla de cursor

Las teclas de cursor se programan de la misma manera que las entradas digitales. El máximo de teclas de cursor es de 4. Su función principal es proporcionar 4 entradas adicionales para controlar manualmente ciertas acciones desde el LOGO!.

Para utilizar las teclas de cursor, es necesario mantener presionada la tecla ESC en el LOGO!, seguida de la tecla de cursor correspondiente a una de las 4 entradas disponibles. La tecla de cursor hacia arriba activa la entrada C1, la tecla de cursor hacia abajo activa la entrada C2, la tecla de cursor hacia la izquierda activa la entrada C3 y la tecla de cursor hacia la derecha activa C4.

Figura 16.

Tecla de cursor digital



Nota. Bloque C1 que representa una tecla de cursor digital. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.1.1.3. Estado 0 (bajo)

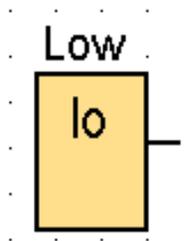
El bloque de estado 0, o estado bajo, representa un valor lógico de 0. Este bloque se identifica con el término *lo*, que es una abreviatura de la palabra

low en inglés, la cual significa bajo en español y se refiere al nivel bajo de una señal digital.

Este bloque de nivel fijo se utiliza cuando se requiere que el estado lógico siempre sea 0 en la entrada de algún bloque.

Figura 17.

Estado 0 (bajo)



Nota. Bloque Low que representa un estado 0 (bajo). Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

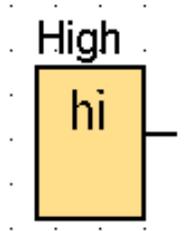
4.2.1.1.4. Estado 1 (alto)

El bloque de estado 1, también conocido como estado alto, representa un valor lógico de 1 y es de nivel fijo. Este bloque se identifica con el término *hi*, que es una abreviatura de la palabra *high* en inglés, la cual significa alto en español.

Se utiliza cuando se requiere que la señal de entrada de un bloque tenga un nivel alto constante.

Figura 18.

Estado 1 (alto)



Nota. Bloque High que representa un estado 1 (alto). Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

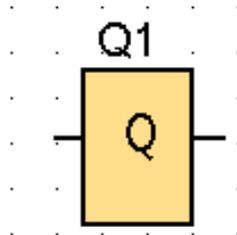
4.2.1.1.5. Salida

Los bloques de salida representan las señales digitales físicas que salen del dispositivo LOGO!. El máximo de salidas digitales que se pueden programar son 20.

Las salidas del LOGO! funcionan como relés que se abren o cierran dependiendo de cómo se programen.

Figura 19.

Salida



Nota. Bloque Q1 que representa una salida digital. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

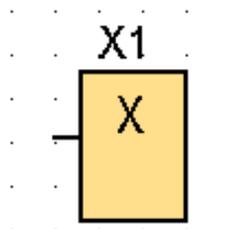
4.2.1.1.6. Conector abierto

El conector abierto es un bloque que se utiliza cuando las salidas de otro bloque no se utilizan, de manera que se conecta un conector abierto en su lugar.

Es posible tener hasta 64 conectores abiertos.

Figura 20.

Conector abierto



Nota. Bloque X1 que representa un conector abierto. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.1.1.7. Marca

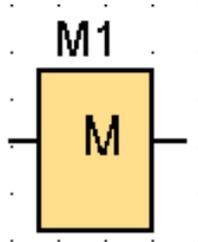
El bloque de marca devuelve en su salida el valor digital de la señal que se le aplica en su entrada. Además, puede ser utilizado como una salida virtual o relé interno en el programa. Es posible tener hasta 64 bloques de marcas digitales.

Dentro de los bloques de marcas, es posible encontrar marcas especiales que poseen funciones y características propias. Algunos ejemplos de estas marcas son:

- M8: marca de arranque. Esta marca coloca su estado en alto cuando se inicia el programa en el LOGO!.
- M25: LOGO! se retroilumina en blanco. Esta marca cambia el color de fondo de la pantalla del LOGO! a blanco.
- M28: LOGO! se retroilumina en ámbar. Esta marca cambia el color de fondo de la pantalla del LOGO! a ámbar.
- M29: LOGO! se retroilumina en rojo. Esta marca cambia el color de fondo de la pantalla del LOGO! a rojo.

Figura 21.

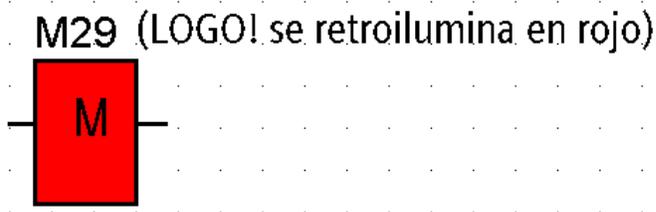
Marca



Nota. Bloque M1 que representa una marca digital. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Figura 22.

Marca especial



Nota. Bloque M29 que representa una marca especial (LOGO! se retroilumina en rojo). Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.1.2. Analógicas

Estas constantes permiten el procesamiento de señales analógicas, ya sea que los valores varíen en el tiempo, como en el caso de voltajes y corrientes variables, o sean constantes, como en el caso de voltajes o corrientes directos.

Entre estos bloques se encuentran entradas, salidas y marcas, que se representan con señales continuas. Las constantes analógicas pueden utilizarse para establecer los límites de los valores de entrada y salida, con el fin de determinar la precisión y estabilidad en el sistema.

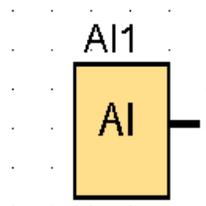
4.2.1.2.1. Entrada analógica

Las entradas analógicas representan las señales analógicas físicas que entran al dispositivo LOGO!. El máximo de entradas analógicas que se pueden programar son 8.

Estas entradas tienen un rango normalizado de 0 a 1000, donde 1000 representa el 100 % del valor máximo que puede ser leído por el sensor conectado. La conversión a la escala adecuada depende del rango de lectura que tenga el sensor.

Figura 23.

Entrada analógica



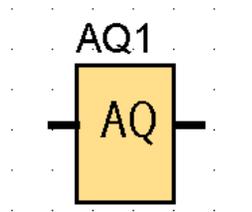
Nota. Bloque AI1 que representa una entrada analógica. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.1.2.2. Salida analógica

A los bloques de salida analógica sólo pueden conectarse bloques con una señal analógica, como entradas analógicas, marcas analógicas o salidas de funciones analógicas y tienen un rango normalizado de 0 a 10 voltios (V). Se pueden programar hasta 8 salidas analógicas.

Figura 24.

Salida analógica



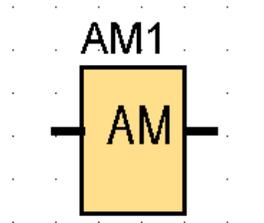
Nota. Bloque AQ1 que representa una salida analógica. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.1.2.3. Marca analógica

El bloque de marca analógica al igual que el bloque de marca digital, devuelve en su salida el valor de la señal que se le aplica en su entrada. Además, puede ser utilizado como una salida virtual o relé interno en el programa. Es posible tener hasta 64 bloques de marcas analógicas en el programa.

Figura 25.

Marca analógica



Nota. Bloque AM1 que representa una marca analógica. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.2. Funciones básicas

Entre las funciones básicas se incluyen bloques para la realización de operaciones lógicas, como AND, OR, NOT, entre otras.

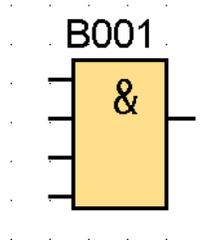
4.2.2.1. AND

La salida de la función AND tendrá un valor lógico de 1 solo cuando todas sus entradas tengan un estado de 1. En caso contrario, la salida será 0.

Este bloque puede tener hasta 4 entradas, y si no se utiliza alguna de ellas, tomará el valor de 1. Si se necesitan comparar más entradas, se pueden conectar más bloques en cascada, uniendo la salida de un bloque a la entrada de otro y así sucesivamente para tener múltiples entradas.

Figura 26.

Función AND



Nota. Bloque B001 que representa la función AND. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

En la tabla 4 se describe el comportamiento de la función AND cuando se tienen dos entradas.

Tabla 4.

Función AND

Entrada 1	Entrada 2	Salida
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Nota. Tabla lógica de la función AND para dos entradas. Elaboración propia, realizado con Word.

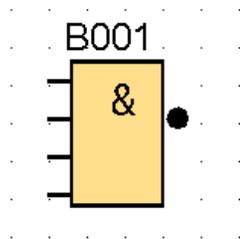
4.2.2.2. NAND

La salida de la función NAND tendrá un valor lógico de 0 solo cuando todas sus entradas tengan un estado de 1. En caso contrario, la salida será 1.

Esta función es la negación de la compuerta AND. Por lo tanto, también se puede obtener el mismo resultado negando la salida de la compuerta AND.

Figura 27.

Función NAND



Nota. Bloque B001 que representa la función NAND. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La tabla 5 muestra el comportamiento de la función NAND cuando se tienen dos entradas.

Tabla 5.

Función NAND

Entrada 1	Entrada 2	Salida
0	0	1
0	1	1
1	0	1

Continuación de la tabla 5.

Entrada 1	Entrada 2	Salida
1	1	0

Nota. Tabla lógica de la función NAND para dos entradas. Elaboración propia, realizado con Word.

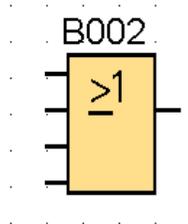
4.2.2.3. OR

La salida de la función OR tendrá un valor lógico de 0 solo cuando todas sus entradas tengan un estado de 0. En caso contrario, la salida será 1. Esto significa que la salida tomará el valor de 1 cuando al menos una de sus entradas tenga estado 1.

Si alguna de las entradas no se utiliza, esta tomará el valor de 0. Si se necesitan comparar más entradas, se pueden conectar más bloques en cascada, uniendo la salida de un bloque a la entrada de otro y así sucesivamente.

Figura 28.

Función OR



Nota. Bloque B002 que representa la función OR. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La tabla 6 muestra el comportamiento de la función OR cuando se tienen dos entradas.

Tabla 6.

Función OR

Entrada 1	Entrada 2	Salida
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Nota. Tabla lógica de la función OR para dos entradas. Elaboración propia, realizado con Word.

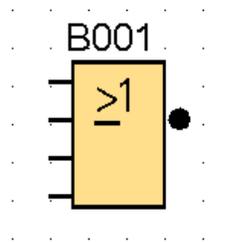
4.2.2.4. NOR

La salida de la función NOR tendrá un valor lógico de 0 cuando al menos una de sus entradas tenga un estado 1. En caso contrario, la salida será 1.

Esta función es la negación de la compuerta OR. Por lo tanto, también se puede obtener el mismo resultado negando la salida de la compuerta OR.

Figura 29.

Función NOR



Nota. Bloque B001 que representa la función NOR. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La tabla 7 muestra el comportamiento de la función NOR cuando se tienen dos entradas.

Tabla 7.

Función NOR

Entrada 1	Entrada 2	Salida
0	0	1
0	1	0

Continuación de la tabla 7.

Entrada 1	Entrada 2	Salida
1	0	0
1	1	0

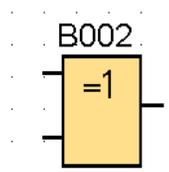
Nota. Tabla lógica de la función NOR para dos entradas. Elaboración propia, realizado con Word.

4.2.2.5. XOR

La función XOR, también conocida como OR exclusiva, tendrá un valor lógico de 1 en su salida cuando sus entradas tengan diferente estado. En caso contrario, si sus entradas son iguales, la salida será 0.

Figura 30.

Función XOR



Nota. Bloque B002 que representa la función XOR. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La tabla 8 muestra el comportamiento de la función XOR cuando se tienen dos entradas.

Tabla 8.

Función XOR

Entrada 1	Entrada 2	Salida
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Nota. Tabla lógica de la función XOR para dos entradas. Elaboración propia, realizado con Word.

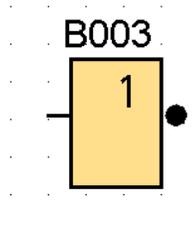
4.2.2.6. NOT

La función NOT devuelve en su salida la negación de la entrada. Si la entrada es 0, la salida será 1, y si la entrada es 1, la salida será 0.

Otra forma de negar la entrada de los bloques es haciendo doble clic en esa entrada en particular.

Figura 31.

Función NOT



Nota. Bloque B003 que representa la función NOT. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La tabla 9 muestra el comportamiento de la función NOT.

Tabla 9.

Función NOT

Entrada	Salida
0	1
1	0

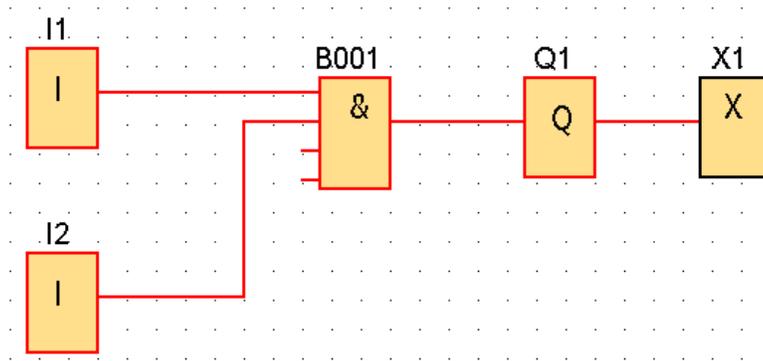
Nota. Tabla lógica de la función NOT. Elaboración propia, realizado con Word.

4.2.2.7. Ejemplos con funciones básicas

La figura 32 muestra el comportamiento de la función AND cuando la entrada I1 está en estado 1 y la entrada I2 está en estado 1. La salida es 1.

Figura 32.

Ejemplo de la función AND

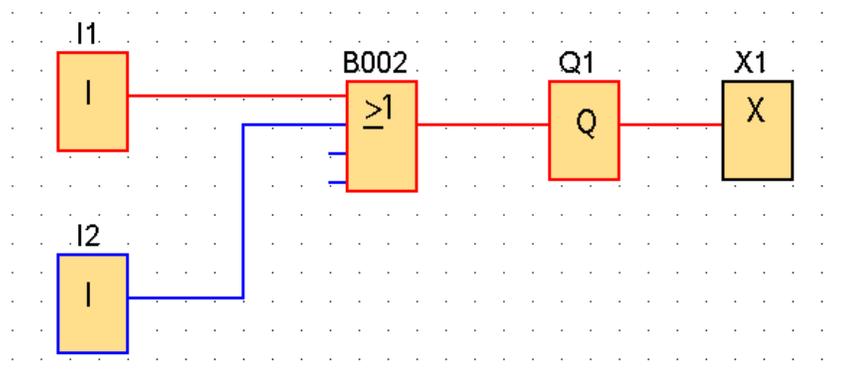


Nota. Ejemplo de la función AND con su salida en estado 1. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La figura 33 muestra el comportamiento de la función OR cuando la entrada I1 está en estado 1 y la entrada I2 está en estado 0. La salida es 1.

Figura 33.

Ejemplo de la función OR



Nota. Ejemplo de la función OR con su salida en estado 1. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.3. Funciones especiales

Entre los bloques de funciones especiales de LOGO! Soft Comfort se encuentran los temporizadores, contadores, funciones analógicas y relés. En conjuntos con las funciones básicas, son capaces de realizar tareas específicas y crear grandes proyectos.

Además, las funciones especiales tienen la opción de proteger los parámetros para que no puedan ser modificados desde el dispositivo LOGO!, así como la opción de remanencia, que conserva los valores actuales de los bloques aunque haya un corte de energía, lo que garantiza seguridad en los programas realizados.

4.2.3.1. Temporizadores

Las funciones que se encuentran en esta sección abarcan una variedad de bloques relacionados con el control de tiempo, como retardos, generadores de pulsos, temporizadores y relojes.

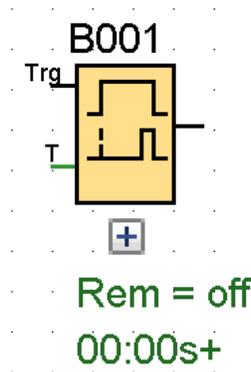
4.2.3.1.1. Retardo a la conexión

Este bloque activa la salida solo cuando haya transcurrido el tiempo configurado.

Cuando el pin *Trg*, abreviatura de la palabra *trigger* en inglés, pasa de estado 0 a 1, el temporizador se activa y comienza la cuenta regresiva hasta llegar al valor programado. Cuando se alcanza dicho valor, la salida del temporizador pasa a estado lógico 1.

Figura 34.

Retardo a la conexión



Nota. Bloque B001 que representa la función especial retardo a la conexión. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.3.1.2. Retardo a la desconexión

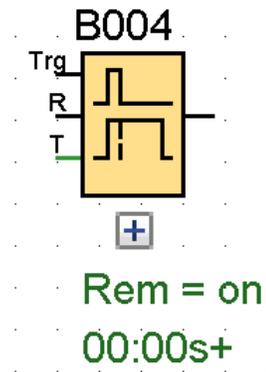
El bloque retardo a la desconexión activa la salida durante un tiempo determinado y la desactiva después de que haya transcurrido el tiempo configurado.

Cuando el pin *Trg* pasa de estado 1 a 0, el temporizador se activa, la salida toma estado 1 y comienza la cuenta regresiva hasta llegar al valor programado. Cuando se alcanza dicho valor, la salida del temporizador pasa a estado lógico 0.

Cuando el pin *R*, abreviatura de la palabra *reset* en inglés, cambia a 1, el tiempo y la salida del bloque tomarán el valor de 0.

Figura 35.

Retardo a la desconexión



Nota. Bloque B004 que representa la función especial retardo a la desconexión. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

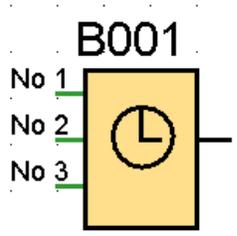
4.2.3.1.3. Temporizador semanal

La salida de este bloque se activará y desactivará según la fecha y hora que se haya programado previamente. Es posible especificar el día de la semana y la hora exacta de conexión y desconexión.

El reloj interno del LOGO! funciona incluso si hay un corte de energía eléctrica, lo que permite que este bloque tenga remanencia.

Figura 36.

Temporizador semanal



Nota. Bloque B001 que representa la función especial temporizador semanal. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.3.2. Contadores

Las funciones en esta sección incluyen bloques relacionados con el conteo de pulsos, análogos o digitales.

4.2.3.2.1. Contador adelante/atrás

Este bloque activa y desactiva su salida cuando el contador ha alcanzado los valores programados previamente para la conexión y desconexión respectivamente.

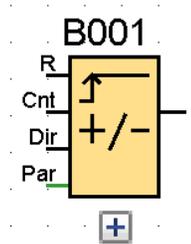
El contador cuenta cada vez que el pin *Cnt* cambia de estado de 0 a 1 y el pin *Dir*, que significa dirección, determina si la cuenta es ascendente o descendente.

Cuando el pin *Dir* tiene estado 0, la cuenta es ascendente y cuando el pin *Dir* tiene estado 1, la cuenta es descendente.

El pin de *reset* coloca el contador y la salida en estado 0.

Figura 37.

Contador adelante/atrás



Nota. Bloque B001 que representa la función especial contador adelante/atrás. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.3.2.2. Contador de horas de funcionamiento

Este bloque actúa como un horómetro y registra el total de horas de funcionamiento de una de las salidas que pueden estar conectadas a un equipo eléctrico. Su propósito es controlar el mantenimiento preventivo necesario para garantizar el correcto funcionamiento y prolongar la vida útil de los equipos.

Los tres parámetros que se muestran son los siguientes:

- MI: parámetro que indica el intervalo de tiempo en el que se debe realizar el mantenimiento del equipo que se está controlando.

- MN: parámetro que indica el tiempo restante para alcanzar al valor asignado en MI. La cuenta regresiva comienza en $MN = MI$ y la termina en 0.
- OT: parámetro que indica el tiempo durante el cual la entrada 'En' ha estado activa.

Cuando el pin de entrada *En* se activa, el contador comienza a registrar las horas de funcionamiento, contabilizando el tiempo en que la entrada permanece activada en horas y minutos.

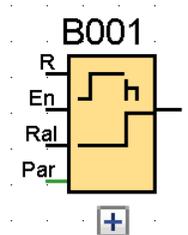
Cuando el pin *R* cambia de estado de 0 a 1, se resetea el valor actual de MN y se inicia la cuenta regresiva de nuevo desde el valor de MI. Esto permite que, después de realizar el mantenimiento adecuado, el contador comience a contar desde cero y llevar un control del tiempo de funcionamiento.

Cuando se activa el pin *Ral*, abreviatura de *reset all* en inglés que significa resetear todo, el parámetro MN se coloca en el mismo valor que MI, el parámetro OT se pone en 0, lo que permite que el contador comience a contar desde 0 nuevamente en caso de un cambio de equipo, y la salida se coloca en estado 0.

Además, cuando la cuenta regresiva de MN llegue a 0, indicando que ha transcurrido el tiempo para realizar el mantenimiento, la salida tomará el estado 1. Si no se establece el intervalo de mantenimiento, el bloque solo contará las horas de funcionamiento (OT), y los parámetros MI y MN no estarán presentes. En ese caso, la salida siempre será 1 si el pin *En* está activado.

Figura 38.

Contador de horas de funcionamiento



Nota. Bloque B001 que representa la función especial contador de horas de funcionamiento. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.3.3. Analógicos

Las funciones en esta sección incluyen los bloques responsables de realizar operaciones análogas, como comparadores, conmutadores, amplificadores, entre otros.

4.2.3.3.1. Comparador analógico

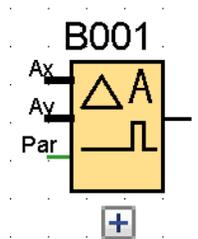
Este bloque compara las señales analógicas de las dos entradas provenientes de los pines A_x y A_y . En función de la diferencia entre A_x y A_y , se establecerá un valor para activar o desactivar la salida correspondiente. Si no se establece un valor para A_y , entonces se utilizará solo el valor de A_x para controlar el bloque.

Los parámetros a configurar en el comparador analógico son el parámetro *On*, que es el valor de umbral en el cual se activará la salida, y el parámetro *Off*, que será el valor de umbral en el cual se desactivará la salida.

En el rango de medida del bloque se establece el valor del sensor que se esté utilizando, en caso de que se esté utilizando alguno.

Figura 39.

Comparador analógico



Nota. Bloque B001 que representa la función especial comparador analógico. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

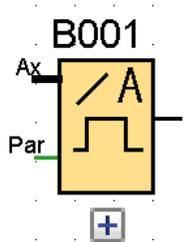
4.2.3.3.2. Conmutador analógico

El conmutador analógico activa o desactiva su señal en función del valor proporcionado al pin de entrada *Ax* y los parámetros previamente configurados.

El valor del parámetro *On* activará la salida, mientras que el valor del parámetro *Off* será el umbral para desactivar la salida. En caso de estar utilizando algún sensor, se deberá establecer el rango de medida del bloque de acuerdo a la capacidad que el sensor puede medir.

Figura 40.

Conmutador analógico



Nota. Bloque B001 que representa la función especial conmutador analógico. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.3.4. Otros

Las funciones de esta sección incluyen bloques tipo relé y los textos de aviso, que permiten gestionar señales y emitir avisos en la pantalla del LOGO!.

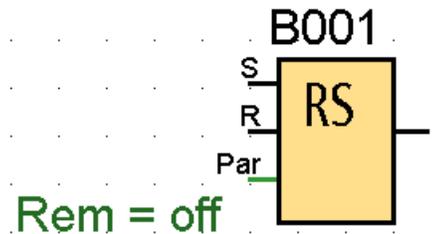
4.2.3.4.1. Relé autoenclavador

El bloque de relé autoenclavador activa su salida cuando detecta un cambio de 0 a 1 en el pin de entrada *S* (*set*), y se mantiene activada hasta que una señal en el pin *R* (*reset*) resetee el bloque y vuelva a poner la salida en estado 0.

Este bloque tiene la opción de remanencia. Si hay un corte de energía, conservará el mismo estado que tenía antes de este.

Figura 41.

Relé autoenclavador



Nota. Bloque B001 que representa la función especial relé autoenclavador. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

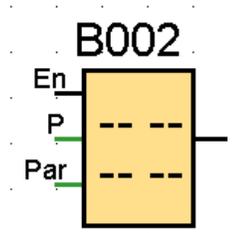
4.2.3.4.2. Texto de aviso

El bloque texto de aviso muestra textos y parámetros en la pantalla del LOGO!. Se activa cuando hay una señal de entrada en el pin *En*.

En un solo programa, se pueden colocar hasta 127 textos de aviso, y su prioridad puede ir de 0 a 127, donde 0 representa la prioridad más baja y 127 la prioridad más alta. En caso de que estén activados dos o más textos de aviso, se mostrará en la pantalla del LOGO! el que tenga la prioridad más alta.

Figura 42.

Texto de aviso



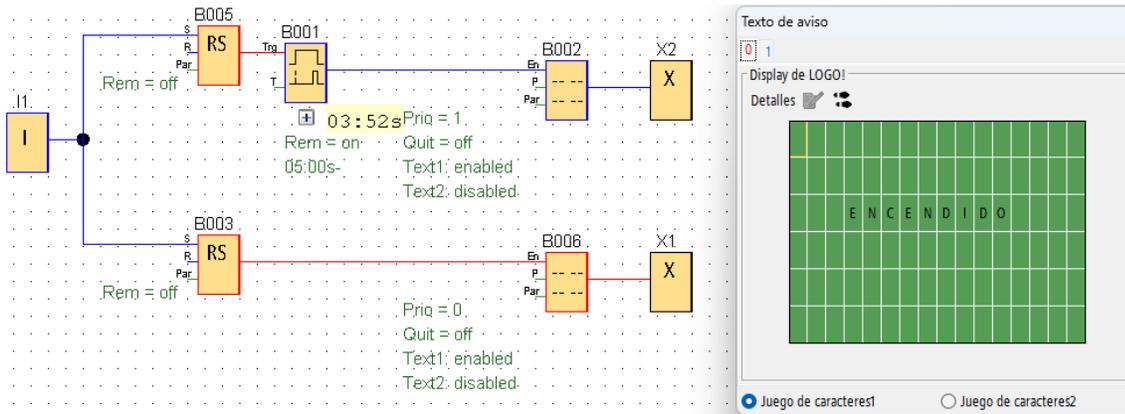
Nota. Bloque B002 que representa la función especial texto de aviso. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

4.2.3.5. Ejemplo con funciones especiales

En la figura 43 y la figura 44, se muestra un ejemplo del comportamiento de la prioridad de los textos de aviso utilizando la entrada I1 como pulsador. Este pulsador se utiliza para activar dos bloques de relés autoenclavadores diferentes, los cuales permanecerán activados una vez que se haya pulsado I1. El bloque B003 activa el primer texto de aviso, que corresponde al bloque B006 con prioridad 0. Este texto se despliega y no cambia hasta que se active el segundo bloque de texto B002 con prioridad 1. La activación del segundo bloque ocurre después que haya transcurrido el tiempo de retardo a la conexión del bloque B001, que en este ejemplo es de 5 segundos.

Figura 43.

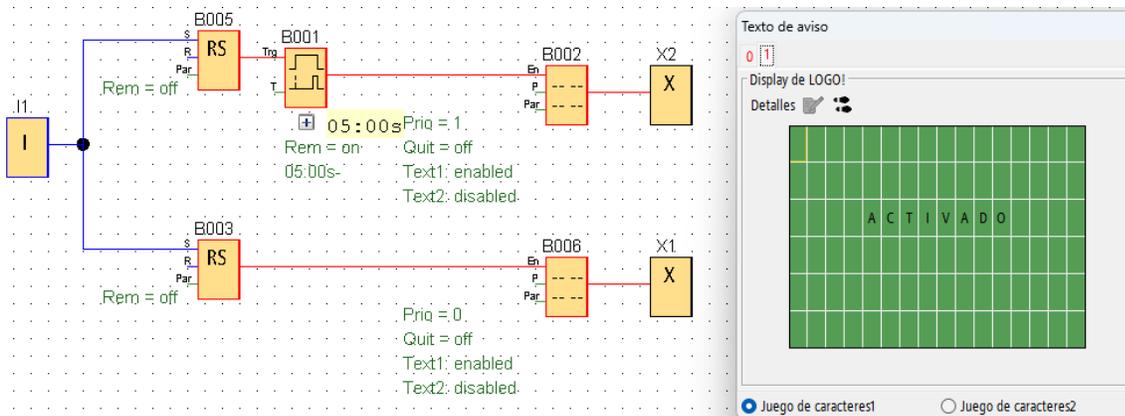
Ejemplo con funciones especiales 3:52 s



Nota. Esta imagen muestra el ejemplo con funciones especiales después de transcurrir 3 segundos y 52 milisegundos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Figura 44.

Ejemplo con funciones especiales 5:00 s



Nota. Esta imagen muestra el ejemplo con funciones especiales después de transcurrir 5 segundos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Al iniciar la simulación y presionar el pulsador, se mostrará el texto de ENCENDIDO. Después de transcurrir 5 segundos, se mostrará el texto ACTIVADO.

5. MÓDULOS PRÁCTICOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE UTILIZANDO EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE LOGO! SIEMENS

Los cuatro módulos prácticos presentados ayudarán a la enseñanza y aprendizaje del *software* de programación LOGO! Soft Comfort, con aplicaciones directas en diversos procesos industriales. Estos módulos pueden ser implementados de manera efectiva en el ámbito profesional del área de automatización, permitiendo desarrollar habilidades y conocimientos fundamentales en el manejo de este *software*.

5.1. Módulo práctico 1: cinta transportadora de alimentos

El primer módulo práctico describe el funcionamiento de una banda transportadora de alimentos y plantea una solución para automatizar este proceso. Dado que el traslado de alimentos es primordial en la cadena de suministros, es necesario aprender a automatizar su transporte y conteo para ahorrar tiempo, reducir costos, minimizar riesgos y asegurar el control preciso de los productos transportados.

5.1.1. Objetivos

- General

Hacer uso de las funciones básicas y especiales del *software* LOGO! Soft Comfort para desarrollar una solución al problema planteado en el

proceso de transporte y conteo de productos alimenticios en una banda transportadora.

- Específicos
 - Automatizar el proceso de transporte de productos alimenticios en una banda transportadora mediante la programación adecuada con LOGO! Soft Comfort.
 - Diseñar un sistema de conteo automático que permita registrar con precisión la cantidad de productos que pasen por la banda transportadora, y que sea capaz de detectar cualquier falla en el conteo, en caso de que las hubiera.
 - Realizar un sistema de llenado y conteo de cajas con una cantidad específica de productos alimenticios para su posterior recolección.
 - Emplear los conocimientos necesarios para configurar los parámetros de los contadores y textos de aviso de acuerdo con las necesidades del sistema.

5.1.2. Descripción del sistema

La función de este mecanismo es transportar ciertos productos alimenticios en una corta distancia para que sean colocados en cajas. Cada caja se llena con 10 unidades de ese producto. Una vez que se hayan llenado 6 cajas, equivalente a 60 productos, serán recogidos por el transporte correspondiente.

Figura 45.

Diagrama de cinta transportadora de alimentos



Nota. Imagen que muestra la descripción gráfica de una cinta transportadora de alimentos. Obtenido de JOCAR-TRANSPORTADORES & JOCAR-TRANSMISIONES (2020). *La importancia del mantenimiento preventivo en la cinta transportadora.* (<https://jocar.eu/blog/cinta-transportadora.html>), consultado el 31 de julio de 2023. De dominio público.

5.1.3. Descripción funcional de control

La banda transportadora contará con una secuencia de arranque y paro que permite iniciar o detener el proceso en cualquier momento.

El sistema detectará los productos alimenticios con ayuda de dos sensores, uno ubicado al inicio y otro al final de la banda transportadora. Cuando se alcance el conteo de 10 productos, la banda se detendrá durante 20 segundos y se activa una electroválvula que permitirá llenar una caja con los 10 productos y traer otra caja vacía. Después de los 20 segundos, los contadores se reiniciarán y se iniciará nuevamente el conteo.

Si después de 8 segundos de haber pasado 10 productos, el sensor ubicado al final de la banda no detecta la misma cantidad de productos que el sensor de inicio, se mostrará la palabra FALLA en color rojo en la pantalla del LOGO!, y la banda se detendrá indefinidamente.

Las cajas se apilarán hasta alcanzar un total de 6 cajas. En ese momento, el sistema se detendrá de forma indefinida y mostrará en la pantalla del LOGO! el mensaje RECOGER CAJAS. El sistema se reanudará únicamente al presionar el botón de arranque.

Al presionar el botón de paro, la banda transportadora se detendrá, pero el contador no se reiniciará.

Al mantener presionada la tecla C1 del LOGO!, la pantalla mostrará el conteo actual de los productos en color blanco. Al mantener presionada la tecla C2 del LOGO!, la pantalla mostrará el conteo actual de cajas en color blanco.

El contador de horas de funcionamiento y el control de mantenimiento estarán disponibles para el motor que impulsa la banda transportadora. El mantenimiento se realizará cada 6 meses o cada 4,380 horas de funcionamiento. Cuando se alcance este período, se mostrará un mensaje en

la pantalla que diga MANTENIMIENTO. Este texto debe tener prioridad sobre cualquier otro mensaje y no es necesario que el sistema se detenga.

Cada entrada y salida debe estar identificada.

Tabla 10.

Lista de componentes módulo 1

Entradas y Salidas	Descripción
I1	Arranque
I2	Paro
I3	Sensor entrada
I4	Sensor salida
C1	Conteo de productos
C2	Conteo de cajas
Q1	Motor
Q2	Electroválvula

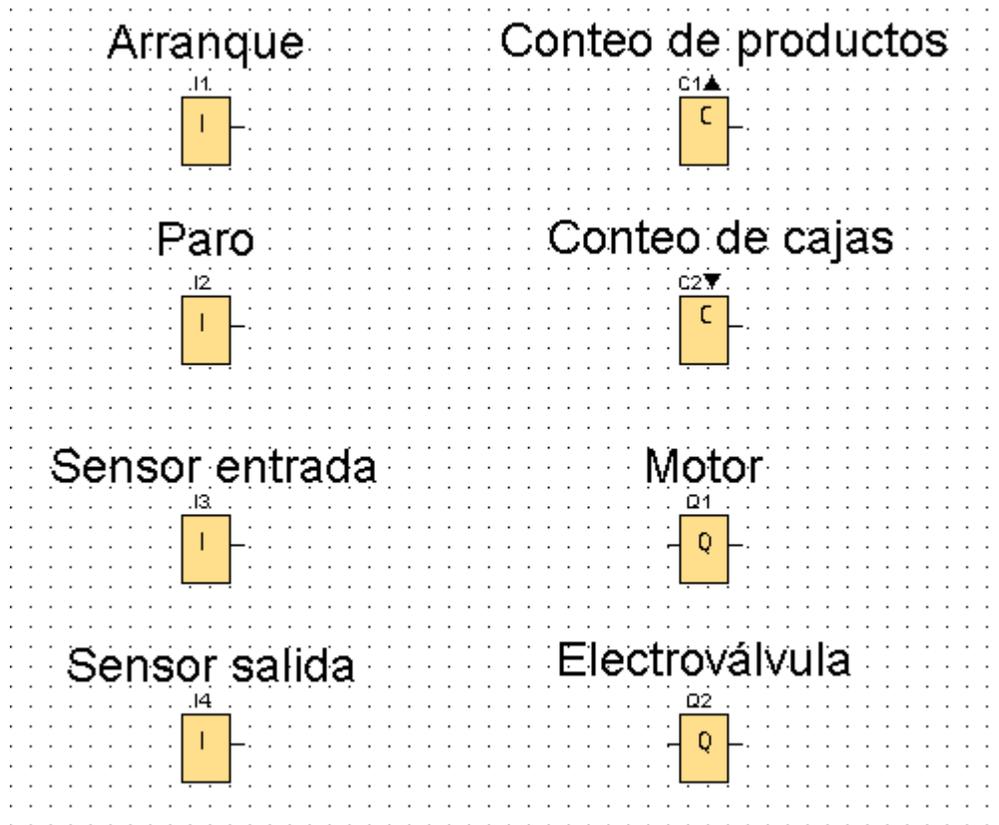
Nota. Descripción de las entradas y salidas a utilizar en el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con Word.

5.1.4. Procedimiento y resolución del problema

Se comienza identificando cada señal de entrada y salida, para tener un mejor control sobre el funcionamiento del sistema.

Figura 46.

Identificación de entradas y salidas módulo 1



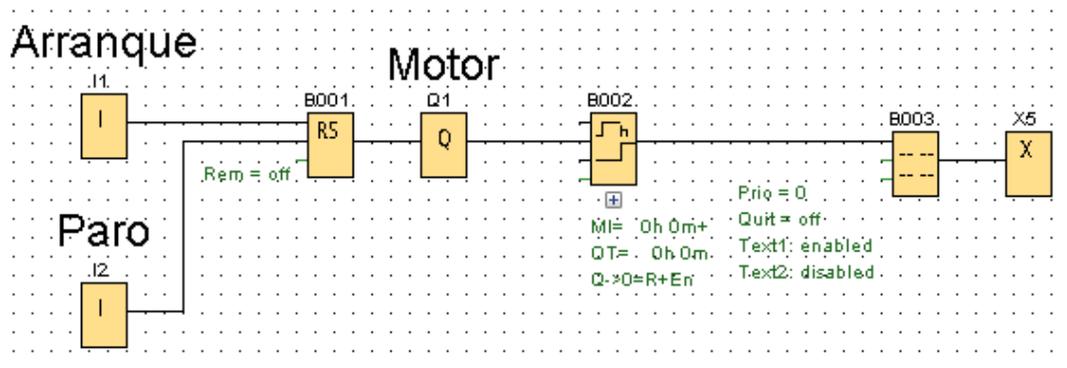
Nota. Esta imagen muestra la identificación de las entradas y salidas para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Para realizar el módulo 1: cinta transportadora de alimentos, se dividirá en 4 secciones: secuencia de arranque y paro, sensor de entrada y salida, visualización de conteo, configuración de parámetros y textos de aviso.

La primera sección que se trabajará será la de secuencia de arranque y paro en la cual se incluirán las dos señales de entrada I1 e I2 y la señal de salida digital Q1.

Figura 47.

Arranque y paro módulo 1



Nota. Modelo de la sección de arranque y paro del módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B001 es un relé autoenclavador que mantiene su salida en estado 1 cuando se presiona I1 y cambia su estado a 0 únicamente cuando se presiona I2. Por lo tanto, la salida Q1 adquiere estos valores. La salida de Q1 se conecta al bloque B002, el cual cuenta las horas de funcionamiento y determina el momento para realizar mantenimiento. En este módulo, el mantenimiento se lleva a cabo cada 4380 horas, por lo tanto, el bloque B002 se activará después de transcurrir ese tiempo.

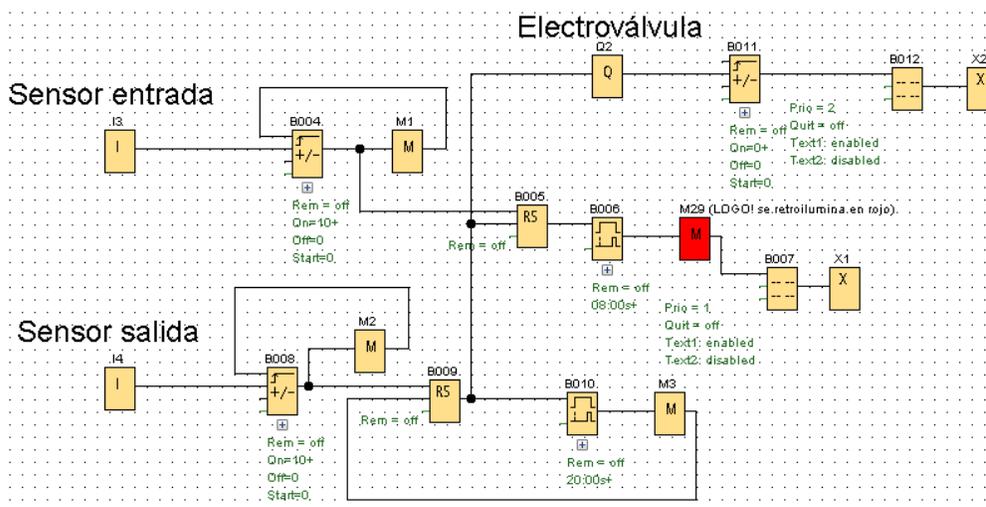
El bloque B003 es un bloque de texto de aviso que se activará para mostrar la palabra MANTENIMIENTO cuando el bloque B002 esté activo.

Finalmente, se coloca un conector abierto, ya que la salida de B003 no se utilizará en este punto del circuito.

La segunda sección es la de sensor de entrada y salida. En esta se incluirán las señales de entrada I3 e I4, así como la señal de salida Q2. Se realizará el monitoreo del conteo tanto del sensor de entrada como del sensor de salida. Se llevará a cabo la comparación en ambos contadores para asegurarse de que el conteo sea idéntico.

Figura 48.

Sensor de entrada y de salida módulo 1



Nota. Modelo de la sección de sensor de entrada y salida del módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La entrada I3 se conecta al bloque B004, un contador adelante/atrás que realizará el conteo cada vez que esta entrada cambie de estado de 0 a 1. Utilizando la marca M1, se conecta la salida del contador al pin de reinicio del mismo bloque. De esta manera, cuando el contador alcance el valor predefinido, enviará un pulso que reiniciará el contador.

Es necesario incluir las marcas, ya que, si no se utilizan, no se puede conectar la salida de un bloque a alguna de sus entradas.

La salida del contador se conecta al bloque B005, que es un relé autoenclavador. Este relé permite registrar el pulso y mantenerlo en su salida.

A la salida del bloque B005 se conecta el bloque B006, que es un bloque de retardo a la conexión. Este bloque se activa después de transcurrir 8 segundos desde que el contador de entrada no sea igual al contador del sensor de salida. A la salida del bloque B006 se conecta la marca M29 (LOGO! se retroilumina en rojo), la cual se utiliza para que el siguiente bloque B007, que es un texto de aviso, se ilumine en rojo y muestre la palabra FALLA. Por último, se coloca un conector abierto, ya que la salida no se utilizará en este momento del programa.

La entrada I4 se conecta al bloque B008, contador adelante/atrás que registra el conteo cada vez que esta señal cambie de estado de 0 a 1. Utilizando la marca M2, se conecta la salida del contador al pin de reinicio del mismo bloque. De esta manera, cuando el contador alcance el valor predefinido, enviará un pulso que reiniciará el contador.

La salida del contador se conecta al bloque B009, un relé autoenclavador que permite registrar el pulso y mantenerlo en su salida.

Si el bloque B009 se activa antes de transcurrir los 8 segundos del bloque B006, la salida del bloque B009 reiniciará el contador, por lo tanto, no se mostrará el mensaje de FALLA.

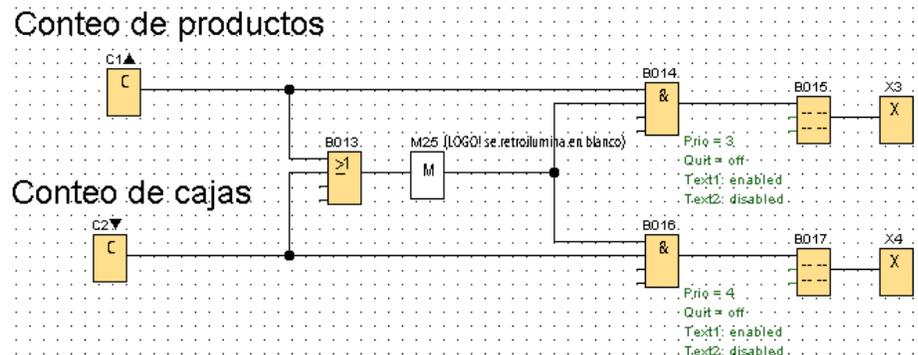
Cuando el bloque B009 se active, esto indicará que el conteo de productos ha finalizado. Es necesario conectar esta salida al bloque B010, que es un bloque de retardo a la conexión. Este bloque comenzará a contar un tiempo de 20 segundos, que es el tiempo durante el cual la banda transportadora debe detenerse. Durante estos 20 segundos, la salida Q2 debe estar activa, ya que corresponde a la electroválvula. Por lo tanto, la salida del bloque B009 se conecta a la entrada de Q2. Además, la salida de Q2 se conecta al bloque B011, que es el encargado de contar el cambio de estado de 0 a 1 de Q2 para contar las cajas que se han llenado hasta el momento. La salida de este contador se conecta al bloque B012, que es un bloque de texto de aviso. Este bloque mostrará el mensaje RECOGER CAJAS cuando el conteo de las cajas llegue a 6. La salida del bloque B012 se conecta a un conector abierto X2.

Utilizando la marca M3, se reiniciará el contador B010 cuando este alcance el valor predefinido.

La sección de visualización de conteo incluirá las señales de entrada C1 y C2. Esta sección permitirá visualizar el conteo de productos y el conteo de cajas, mostrándolos en la pantalla del LOGO!.

Figura 49.

Sección 3: visualización de conteo módulo 1



Nota. Modelo de la sección de visualización de conteo para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

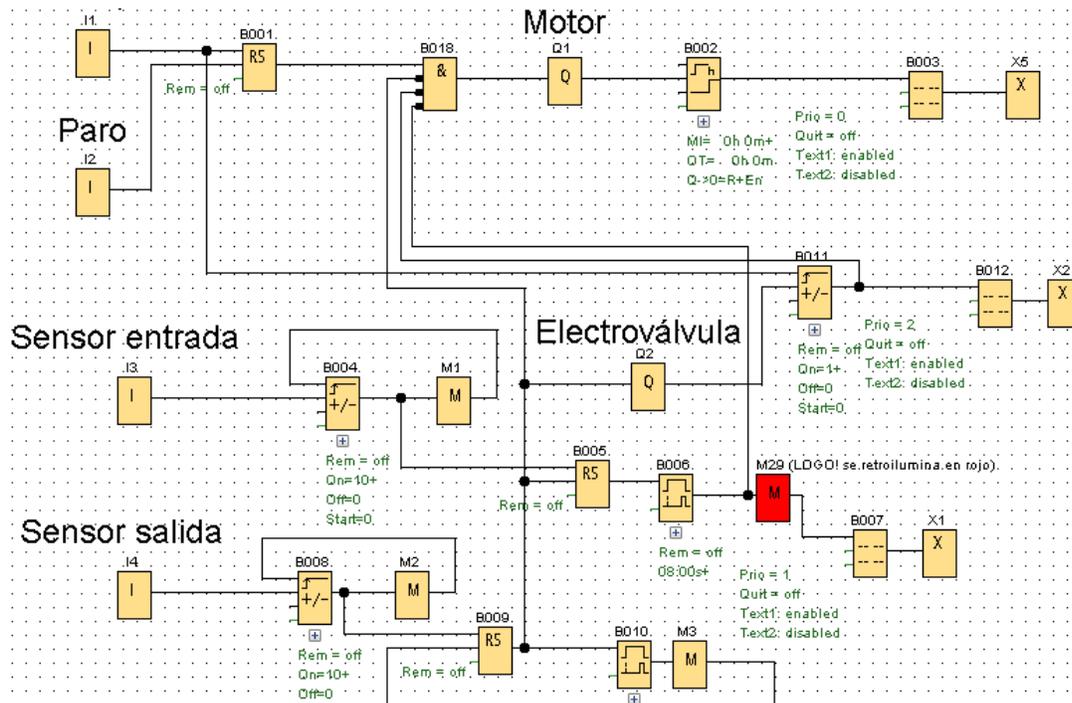
Las señales de entrada C1 y C2 se conectan al bloque B013, que representa una compuerta OR. Esta compuerta activa su salida cuando al menos una de las dos entradas esté activada. La salida de la compuerta se conecta a la marca M25 (LOGO! se retroilumina en blanco) y luego la salida de la marca se conecta a dos bloques: B014 y B016, que representan dos compuertas AND. Cada salida de las compuertas está conectada a los bloques de texto B015 y B017, respectivamente. El texto de aviso B015 solo se activará si C1 está en estado 1, y B017 solo activará si C2 está en estado 1. Sin embargo, en ambos casos, la pantalla del LOGO! se iluminará en color blanco y mostrará el conteo respectivo de productos o cajas.

Finalmente, se colocan dos conectores abiertos X3 y X4, ya que las salidas de los bloques de texto de aviso no se utilizarán.

Antes de continuar con la siguiente sección, se debe conectar la sección 1 y 2.

Figura 50.

Conexión de la sección 1 y 2 módulo 1



Nota. Modelo de la conexión de la sección 1 y 2 para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Se inserta el bloque B018, que representa una compuerta AND, la cual será la encargada de detener el sistema en distintas condiciones. La compuerta se activará únicamente si el bloque B001 tiene su estado en 1 y si todas sus demás entradas, en este caso, están negadas y tienen un estado de 0.

La primera condición es cuando el contador del sensor de salida alcanza el conteo de 10 productos. En este caso, la banda se detendrá durante 20 segundos para posteriormente activar una electroválvula.

La segunda condición es cuando el contador de cajas alcanza el conteo de 6 cajas. En esta situación, la banda se detendrá indefinidamente y sólo se reanudará al presionar el botón de arranque.

La tercera condición es cuando el sensor ubicado al final de la banda detecta que el conteo no coincide con el sensor ubicado al inicio de la banda. En este caso, también se detendrá la banda.

Por último, se conecta el botón de arranque al pin de *reset* del bloque B011, que es el contador de cajas, de modo que se reseteará cuando el sistema vuelva a iniciar al presionar este mismo botón.

En la siguiente sección se configuran los parámetros de los bloques y los textos de aviso.

El bloque B002, que es el contador de horas de funcionamiento es el encargado de contar las horas en que el motor de la banda está en funcionamiento y se activará cuando hayan pasado 4380 horas, mostrando posteriormente un texto de aviso.

Para este módulo, es necesario configurar el parámetro intervalo de mantenimiento (MI) con las 4,380 horas correspondientes.

Figura 51.

Bloque B002 contador de horas de funcionamiento módulo 1

The image shows a software window titled "B002 [Contador de horas de funcionamiento]". It has two tabs: "Parámetros" (selected) and "Comentario".

Parámetro

Nombre de bloque:

Intervalo de mantenimiento (MI)

4380 : 0 Horas (h:m)

El tiempo de arranque para OT

0 : 0 Horas (h:m)

Salida

Establecer el valor superior de salida cuando...

Otros

Remanencia

Protección activa

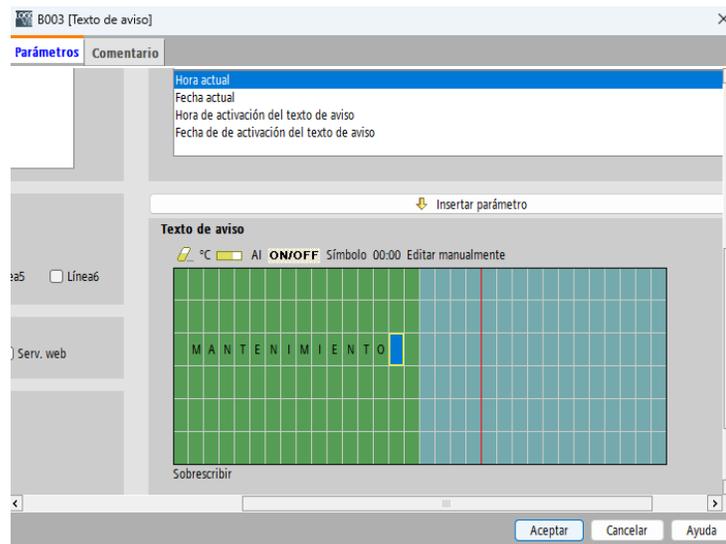
Buttons: Aceptar, Cancelar, Ayuda

Nota. Configuración de parámetros del bloque B002, contador de horas de funcionamiento para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B003 es el texto de aviso que se muestra al activarse el contador de horas de funcionamiento, y este debe ir configurado con la palabra MANTENIMIENTO.

Figura 52.

Bloque B003 texto de aviso módulo 1

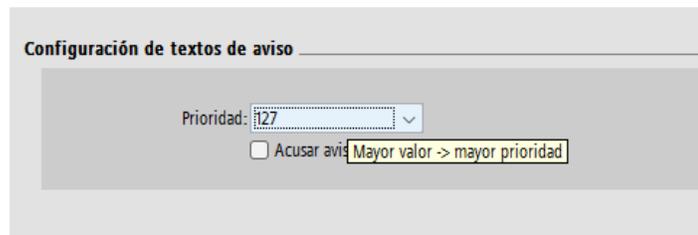


Nota. Configuración del bloque B003, texto de aviso para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Este texto de aviso debe tener la máxima prioridad, por lo que se le asigna la prioridad 127.

Figura 53.

Bloque B003 prioridad del texto de aviso módulo 1



Nota. Configuración de la prioridad del bloque B003, texto de aviso para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Los bloques B004 y B008 son contadores adelante/atrás encargados de contar los productos que sean detectados por el sensor de la entrada y salida, respectivamente. Se activarán una vez que hayan pasado 10 productos, por lo que es necesario configurar el parámetro *On* con dicho número.

Además, estos bloques deben contar con remanencia, de manera que, en caso de un corte de energía, los contadores no se reinicien.

Figura 54.

Bloque B004 contador adelante/atrás módulo 1

The image shows a software configuration window for block B004. The window has a title bar with the text 'B004 [Contador adelante/atrás]' and a close button. Below the title bar are two tabs: 'Parámetros' and 'Comentario'. The 'Parámetros' tab is active. Under the 'Parámetro' section, there are four input fields: 'Nombre de bloque:' (empty), 'Valor inicial:' (set to 0), 'On' (set to 10), and 'Off' (set to 0). Each of these fields has a numeric spinner control. Under the 'Otros' section, there are two checkboxes: 'Remanencia' (checked) and 'Protección activa' (unchecked). At the bottom of the window are three buttons: 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Ayuda'.

Nota. Configuración del bloque B004, contador adelante/atrás para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Figura 55.

Bloque B008 contador adelante/atrás módulo 1

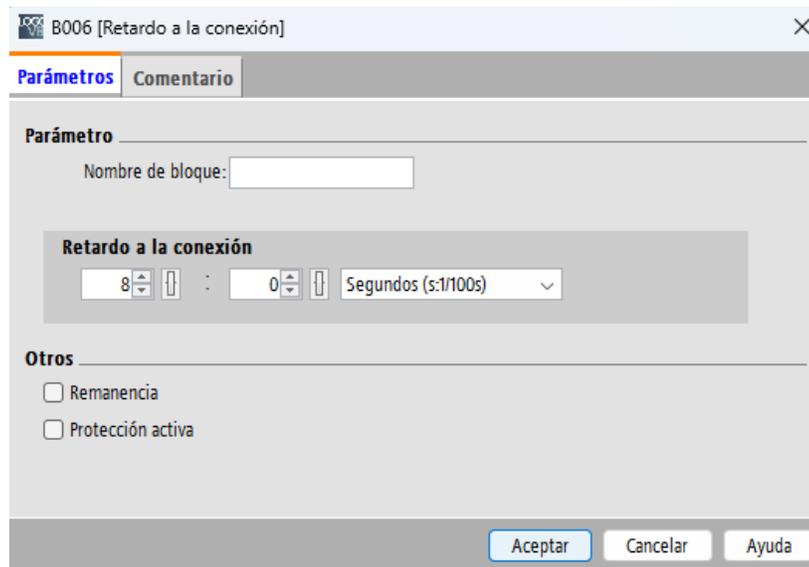
The image shows a configuration window for block B008. The window has a title bar with the text 'B008 [Contador adelante/atrás]' and a close button. Below the title bar are two tabs: 'Parámetros' (highlighted in blue) and 'Comentario'. The main area is divided into sections. The 'Parámetro' section contains a text input field for 'Nombre de bloque:' and a numeric input field for 'Valor inicial:' with the value '0'. Below this are two shaded sections: 'On' with a numeric input field set to '10', and 'Off' with a numeric input field set to '0'. The 'Otros' section contains two checkboxes: 'Remanencia' and 'Protección activa', both of which are unchecked. At the bottom of the window are three buttons: 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Ayuda'.

Nota. Configuración del bloque B008, contador adelante/atrás para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B006 es un bloque de retardo a la conexión que se activa durante 8 segundos si el sensor de entrada y salida no coinciden. Por lo tanto, el parámetro retardo a la conexión debe estar configurado con dicho número.

Figura 56.

Bloque B006 retardo a la conexión módulo 1

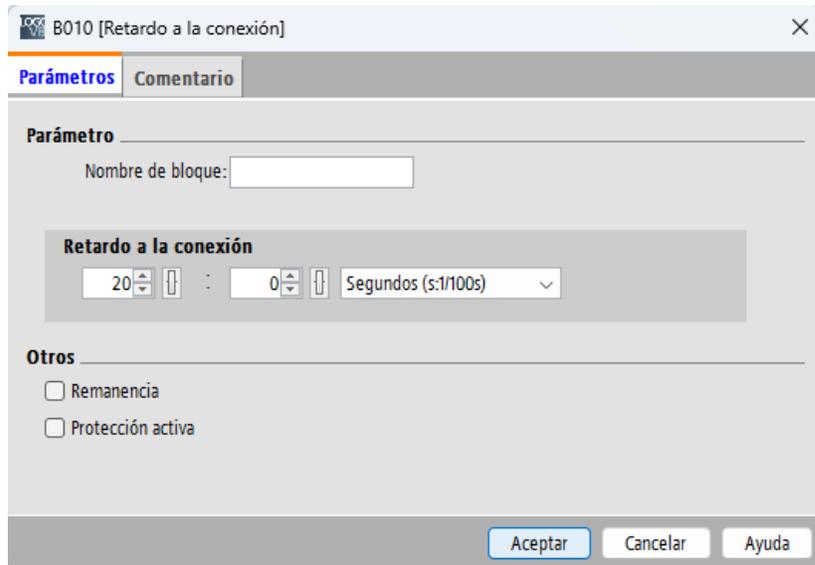


Nota. Configuración del bloque B006, retardo a la conexión para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B010 es un bloque de retardo a la conexión que se activa durante 20 segundos después de que el sensor del final detecte 10 productos. Por lo tanto, en el parámetro retardo a la conexión se debe configurar dicho número.

Figura 57.

Bloque B010 retardo a la conexión módulo 1

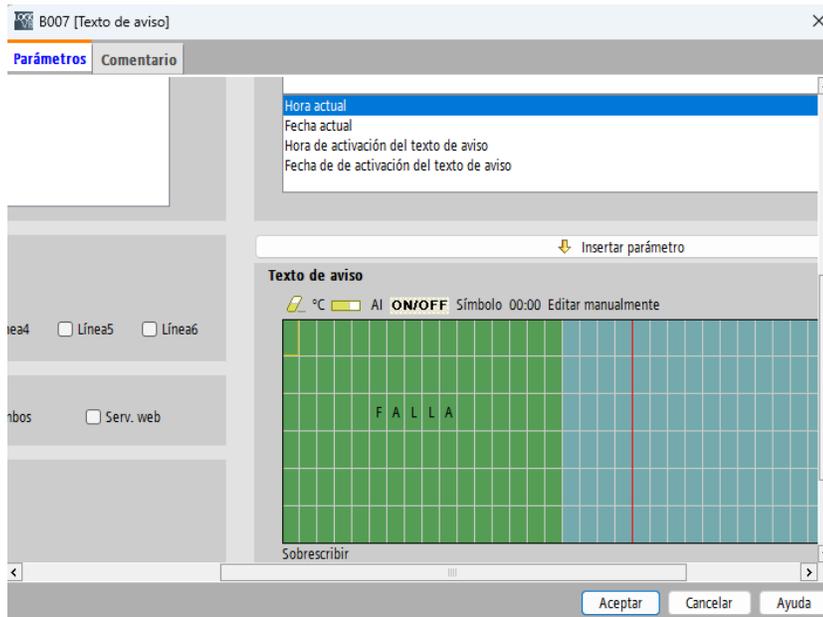


Nota. Configuración del bloque B010, retardo a la conexión para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B007 texto de aviso, se activa cuando transcurran 8 segundos y el sensor del inicio no coincide con el sensor del final. Este bloque debe configurarse con la palabra FALLA.

Figura 58.

Bloque B007 texto de aviso módulo 1



Nota. Configuración del bloque B007, retardo a la conexión para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B011 es un contador adelante/atrás encargado de contar el número de cajas llenas que son detectadas cada vez que la electroválvula cambia de estado de 0 a 1. Se activará una vez que haya un conteo de 6 cajas, por lo que es necesario configurar el parámetro *On* con dicho número.

No es necesario que este bloque cuente con remanencia, ya que se pueden recoger las cajas en cualquier momento que el sistema entre en paro.

Figura 59.

Bloque B011 contador adelante/atrás módulo 1

B011 [Contador adelante/atrás]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Valor inicial:

On

Off

Otros

Remanencia

Protección activa

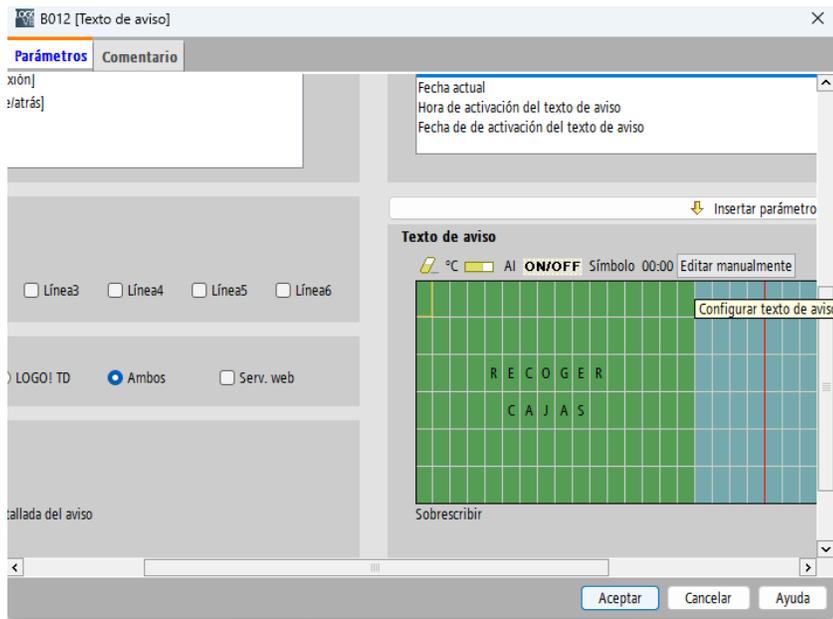
Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B011, contador adelante/atrás para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B012 texto de aviso, se activa cuando el conteo de cajas llenas alcance 6. Este bloque debe configurarse con el texto RECOGER CAJAS.

Figura 60.

Bloque B012 texto de aviso módulo 1



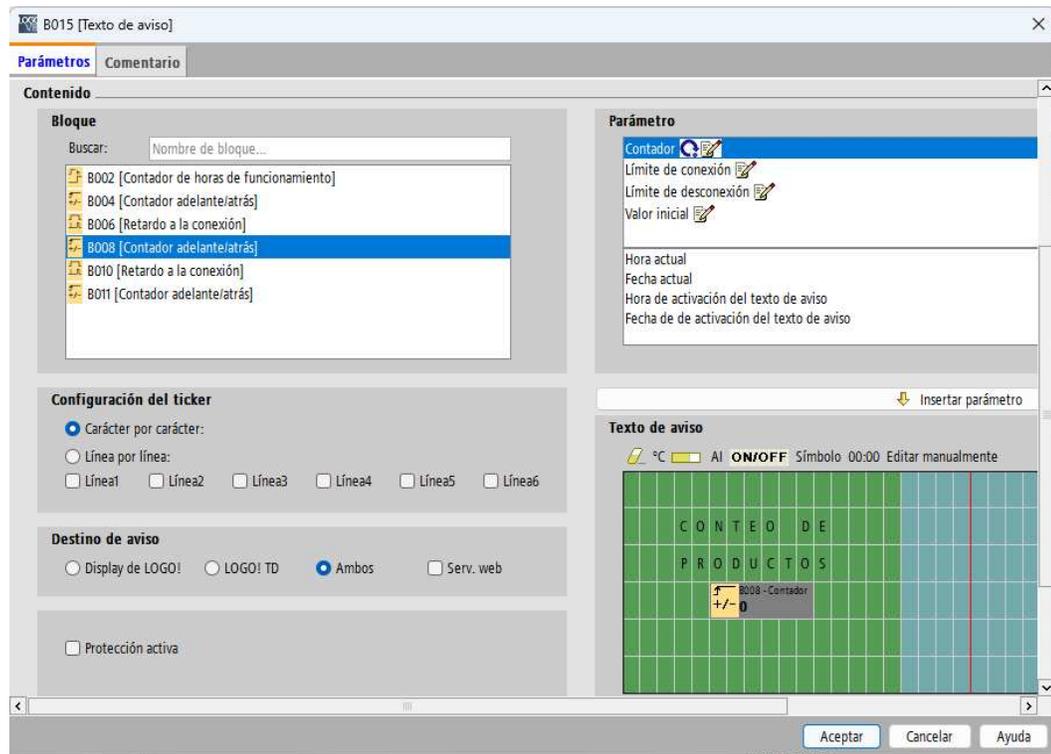
Nota. Configuración del bloque B012, texto de aviso para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Los últimos dos bloques que deben configurarse son los textos de aviso B015 y B017, los cuales muestran el conteo actual de productos y cajas, respectivamente. Para lograr esto, es necesario agregar el parámetro contador del bloque al que se desee ver la cuenta en cada uno de los textos de aviso.

Para visualizar la cantidad de productos, se utilizará el contador que corresponde al sensor ubicado al final de la banda, el cual está asociado al bloque B008. Por lo tanto, en el texto de aviso se escribirá CONTEO DE PRODUCTOS y posteriormente se agregará el parámetro contador de dicho bloque.

Figura 61.

Bloque B015 texto de aviso módulo 1

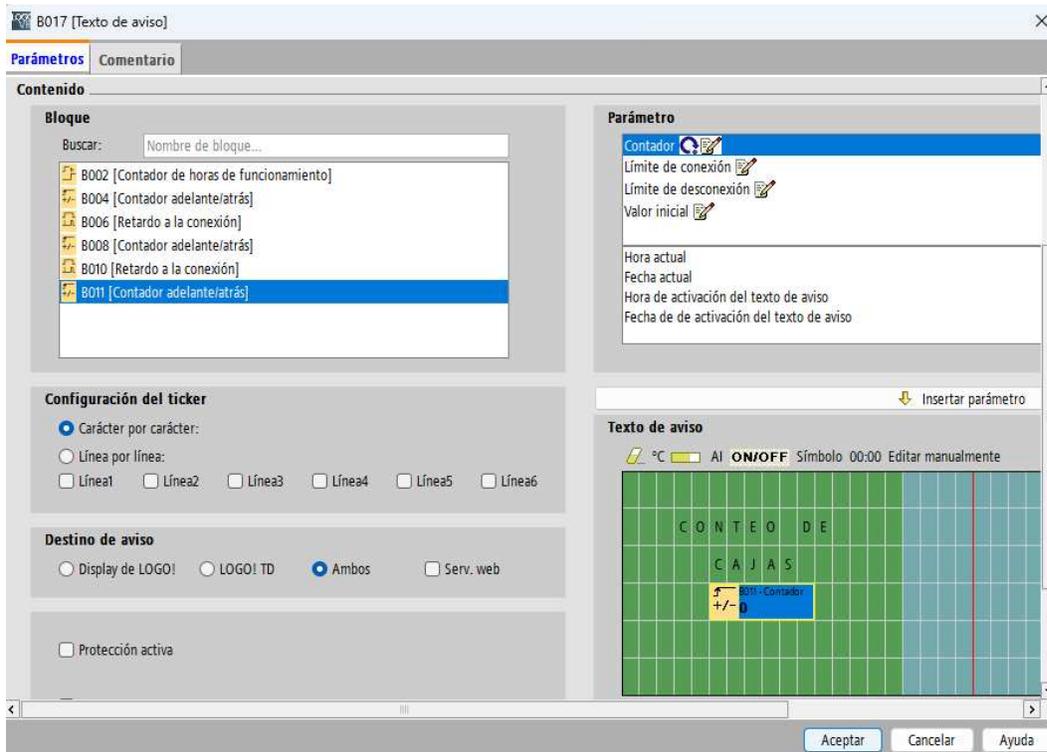


Nota. Configuración del bloque B015, texto de aviso para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Para visualizar la cantidad de cajas, se utilizará el contador que corresponde a la válvula de vacío, el cual está asociado al bloque B011. Por lo tanto, en el texto de aviso se escribirá CONTEO DE CAJAS y posteriormente se agregará el parámetro contador de dicho bloque.

Figura 62.

Bloque B017 texto de aviso módulo 1

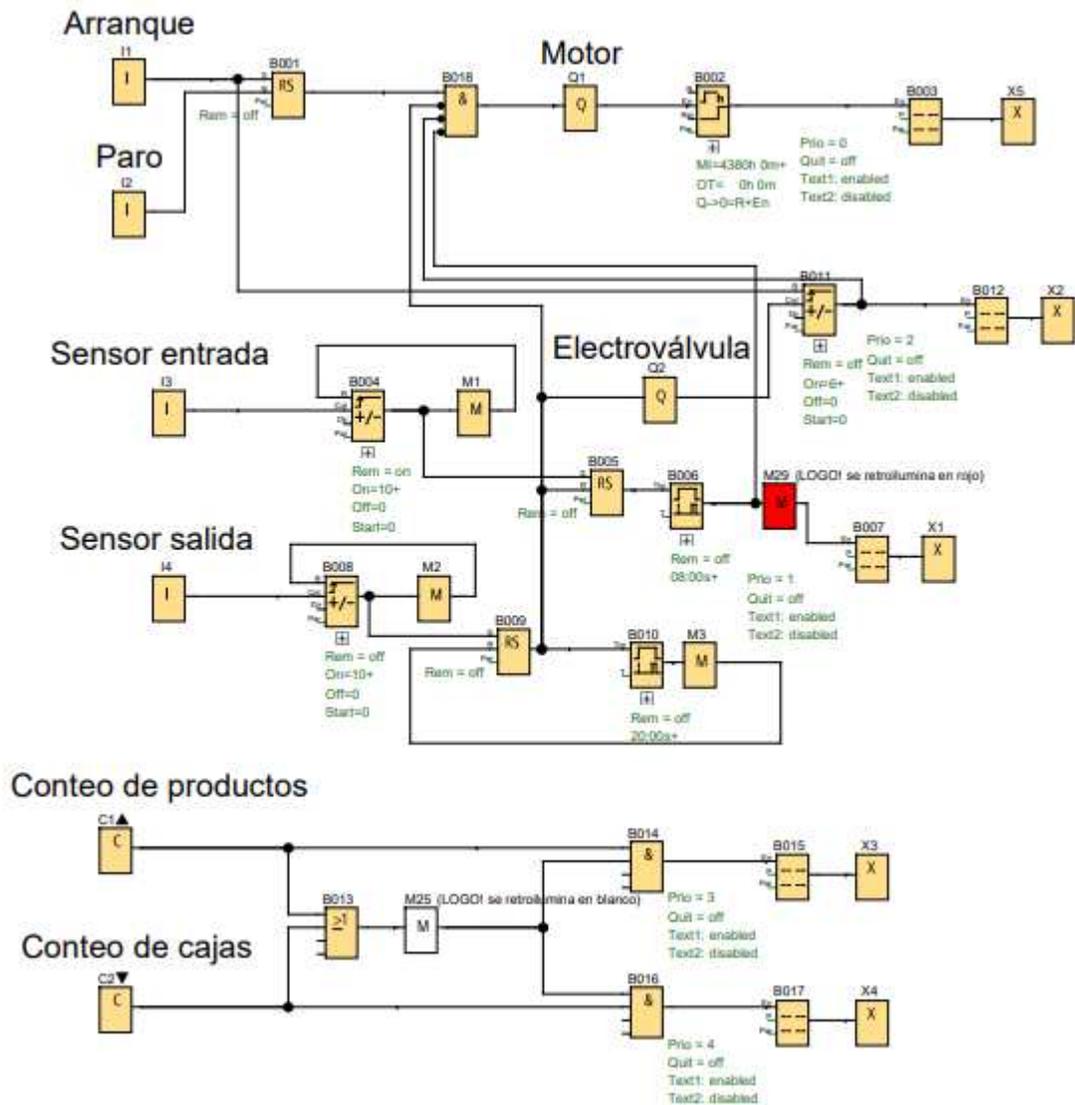


Nota. Configuración del bloque B017, texto de aviso para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El modelo final del módulo 1: cinta transportadora de alimentos se presenta de la siguiente manera.

Figura 63.

Modelo final módulo 1: cinta transportadora de alimentos



Nota. Modelo final para el módulo 1: cinta transportadora de alimentos. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

5.1.5. Conclusiones

- Se ha desarrollado una solución para el problema planteado en el proceso de transporte y conteo de productos alimenticios en la banda transportadora, con el objetivo de optimizar la cadena de producción en la industria alimenticia.
- La correcta programación con LOGO! Soft Comfort ha logrado automatizar de manera segura el proceso de transporte de productos en la banda transportadora. Esta automatización ha permitido mejorar la eficiencia del transporte, reducir los tiempos de traslado y operación, y garantizar un transporte preciso y continuo. Además, al eliminar la manipulación manual de los productos alimenticios, se reducen los riesgos de contaminación y daños en el proceso.
- El diseño del sistema de conteo automático permite registrar con precisión la cantidad de productos que pasan por la banda y notifica cualquier falla en el conteo, con el fin de tomar las medidas necesarias en cada etapa del proceso. Este sistema disminuye la posibilidad de errores humanos y reduce los costos de mano de obra. Además, la notificación de fallas asegura una mayor eficiencia en el conteo de productos alimenticios.
- La implementación de un sistema de llenado y conteo de cajas con una cantidad específica de productos alimenticios para su posterior recolección facilita el seguimiento preciso sobre la cantidad de productos transportados y evita retrasos en el proceso de producción.

- La configuración de los parámetros de los contadores y los textos de aviso proporcionan una mayor flexibilidad en la programación y adaptación a diferentes sistemas, cumpliendo así las necesidades específicas de cada proceso industrial.
- Este módulo enseña los fundamentos de automatización de una banda transportadora, enfocada en la industria de alimentos. Esto proporciona una mayor confiabilidad, precisión y calidad al proceso. Al minimizar errores y costos asociados a transporte y conteo manual de productos, se demuestra que esta solución es una excelente inversión para optimizar este proceso industrial.

5.1.6. Recomendaciones

- Obtener información previa sobre la industria de alimentos, ya que proporciona un conocimiento más profundo del área, facilitando así el desarrollo de un programa de automatización acorde a las exigencias específicas de cada industria.
- Modificar según las necesidades de cada programa la secuencia de arranque y paro, permitiendo la incorporación de más condiciones de parada mediante el uso de compuertas AND adicionales, lo cual brinda una mayor flexibilidad en el proceso de automatización.
- Agregar sensores adicionales y reprogramar los sensores ya existentes en la sección de sensores con el fin de mejorar el control del sistema, obteniendo así una mayor cantidad de información y optimizando la realización de nuevas tareas o acciones adicionales.

- Revisar cada determinado tiempo el conteo de productos alimenticios y cajas llenas para verificar que todo esté funcionando de manera correcta y tomar acciones preventivas ante posibles problemas.

5.2. Módulo práctico 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado

El módulo práctico 2 describe el funcionamiento de un sistema de llenado, envasado y empaquetado, y propone una solución para automatizar este proceso. Debido a que este tipo de sistemas son de gran importancia en la industria de bebidas y alimentos, permiten preparar adecuadamente los productos antes de su distribución, logrando así una mayor eficiencia tanto en calidad como productividad.

5.2.1. Objetivos

- General

Hacer uso de las funciones básicas y especiales del *software* LOGO! Soft Comfort para desarrollar una solución al problema planteado en el proceso de llenado, envasado y empaquetado industrial.

- Específicos
 - Automatizar los procesos de llenado, envasado y empaquetado en la industria de bebidas mediante la programación adecuada con LOGO! Soft Comfort.

- Diseñar una etapa de llenado eficiente que garantice el llenado preciso de la cantidad de producto en tres envases de distintos tamaños.
- Diseñar una etapa de envasado que automatice la colocación de tapas y etiquetas para cerrar y proteger los envases, agilizando el proceso de embalaje del producto.
- Diseñar una etapa de empaquetado que facilite la agrupación de los productos previamente llenados y envasados en cajas o paquetes, optimizando así su almacenamiento y transporte.
- Emplear los conocimientos necesarios para configurar los parámetros de los contadores y textos de aviso de acuerdo con las necesidades del sistema.

5.2.2. Descripción del sistema

La función de este sistema es llenar tres tipos diferentes de envases en la cadena de bebidas, para posteriormente etiquetarlos, cerrarlos y, finalmente, empaquetarlos y agruparlos en paquetes de 10 unidades cada uno, separado por tamaños, para su posterior distribución.

Figura 64.

Diagrama de un sistema de llenado, envasado y empaquetado



Nota. Imagen que muestra una descripción gráfica de un sistema de llenado, envasado y empaquetado. Obtenido de ELEMPAQUE (2019). *Envases de PET e inocuidad alimentaria: cuando lo aséptico importa.* (<https://www.elempaque.com/es/noticias/envases-de-pet-e-inocuidad-alimentaria-cuando-lo-aseptico-importa>), consultado el 31 de julio de 2023. De dominio público.

5.2.3. Descripción funcional de control

El sistema se dividirá en tres etapas. En la primera etapa, conocida como la etapa de llenado, los envases serán detectados mediante un sensor analógico que devolverá un voltaje proporcional al tamaño del envase que se está midiendo. Para los envases pequeños, el sensor analógico entrega 1 V; para los mediados, entrega 2 V, y para los grandes, entregará 3 V.

Después de que el envase pequeño activa el sensor, se activa un dispensador durante 3 segundos, encargado de llenar dicho envase. En el

caso del envase mediano, el dispensador se activará durante 4 segundos, mientras que, para el envase grande, se activará durante 5 segundos.

Cada vez que se llene un envase, se mostrará el texto ETAPA DE LLENADO en la pantalla del LOGO!.

En la siguiente etapa, la etapa de envasado, se colocará un contador encargado de contar 10 envases llenos de su respectivo tamaño. Cuando el contador alcance la cuenta de 10, se activará una electroválvula durante 20 segundos, la cual será la encargada de colocar las tapas y etiquetas de cada envase.

Las tapas y etiquetas de los 3 tamaños de envases son idénticas, no varían. Durante esta etapa, en la pantalla del LOGO!, se mostrará el texto ETAPA DE ENVASADO.

La última etapa del proceso es la de empaquetado. En esta etapa, se activará una electroválvula durante 10 segundos encargada de empaquetar los 10 envases de cada uno de los tamaños correspondientes. Esta electroválvula se pondrá en marcha una vez que la etapa de envasado haya terminado. Cada tamaño de envase debe ser empaquetado por separado.

En la pantalla del LOGO!, durante esta etapa, se mostrará el texto ETAPA DE EMPAQUETADO. Justo debajo de este texto, se incluirá la indicación del tipo de envase que se está empaquetando: ENVASE PEQUEÑO, ENVASE MEDIANO o ENVASE GRANDE, dependiendo del tamaño del envase que se esté empaquetando.

El sistema contará con un interruptor que permitirá activar y desactivar una banda transportadora, la cual será encargada de mover los envases en cada etapa una de las etapas.

Cada entrada y salida debe estar identificada.

Tabla 11.

Lista de componentes módulo 2

Entradas y Salidas	Descripción
I1	Interruptor
AI1	Sensor analógico
Q1	Banda
Q2	Dispensador
Q3	Electroválvula envasado
Q4	Empaquetado pequeño
Q5	Empaquetado mediado
Q6	Empaquetado grande

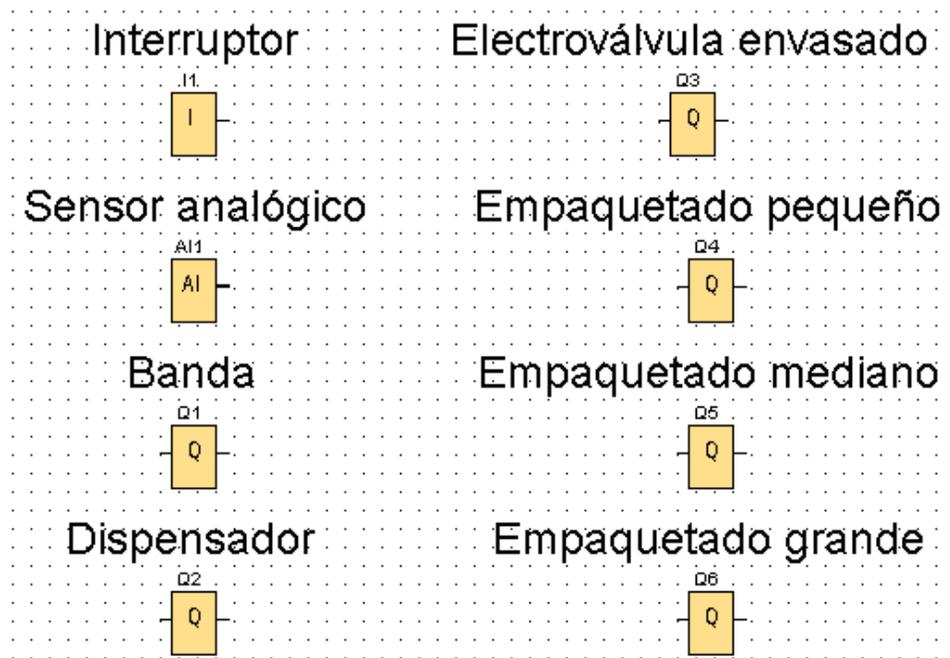
Nota. Descripción de las entradas y salidas a utilizar en el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con Word.

5.2.4. Procedimiento y resolución del problema

Se comienza identificando cada señal de entrada y salida, para tener un mejor control sobre el funcionamiento del sistema.

Figura 65.

Identificación de entradas y salidas módulo 2

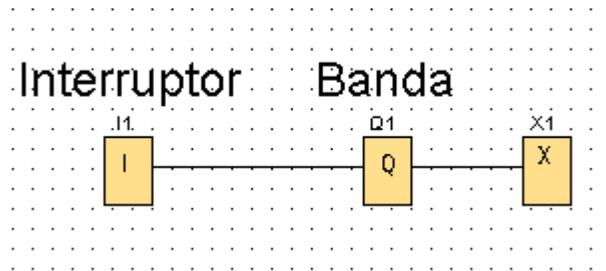


Nota. Esta imagen muestra la identificación de las entradas y salidas para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

En el módulo 2, la primera parte que se abordará será la secuencia del interruptor que activa y desactiva la banda transportadora. En esta secuencia se incluirán la señal de entrada I1 y la señal de salida Q1.

Figura 66.

Secuencia de interruptor módulo 2



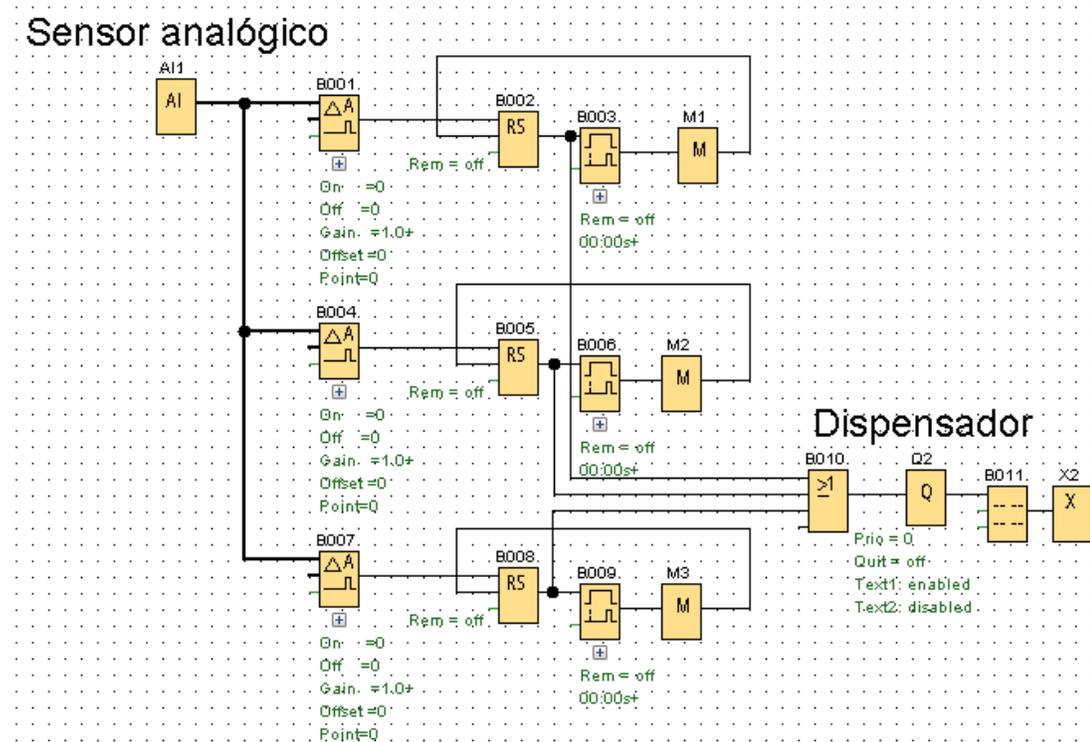
Nota. Modelo de la secuencia de interruptor para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La secuencia de funcionamiento es la siguiente: cuando el interruptor I1 se active, la señal de salida Q1 se activará; y cuando el interruptor I1 se desactive, la señal de salida Q1 se desactivará. En este punto del circuito, se coloca un conector abierto X1, ya que la salida Q1 no será utilizada.

La primera etapa que se llevará a cabo será la de llenado. En esta etapa se incluirán la señal de entrada analógica AI1 y la señal de salida Q2. Se realizará la comparación de envases mediante los voltajes que devuelva el sensor AI1, para determinar el tiempo de llenado correspondiente a cada tamaño de envase.

Figura 67.

Etapa de llenado módulo 2



Nota. Modelo de la etapa de llenado para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La señal AI1 es la entrada que proviene del sensor analógico. Esta señal se conecta a tres bloques diferentes: B001, B004 y B007, los cuales son comparadores analógicos. La activación de estos comparadores dependerá del valor de umbral *On* que se les haya asignado.

El bloque B001 representa los envases pequeños y se activará cuando el valor del sensor sea 1 V. El bloque B004 representa los envases medianos y se activará cuando el valor del sensor alcance 2 V. Finalmente, el bloque

B007 representa los envases grandes y se activará únicamente cuando el valor del sensor alcance 3 V.

El bloque B001 se conecta al bloque B002, que es un relé autoenclavador. Este se activará y quedará enclavado cuando detecte la señal proveniente de B001. La salida del bloque B002 se conecta al bloque B003, el cual es un bloque con retardo a la conexión. Este bloque determinará el tiempo de activación del dispensador. La salida del bloque B003 se conecta a una marca M1, que permite reiniciar el relé autoenclavador después de que transcurra el tiempo establecido en el contador.

Este mismo proceso se repite con los bloques B004 y B007. A cada bloque se le conecta un relé, un bloque de retardo a la conexión y una marca para reiniciar el relé autoenclavador. De esta manera, se activará y controlará el dispensador según el tamaño del envase detectado.

Cada salida de los 3 relés autoenclavadores, bloques B002, B005 y B008, se conecta a una compuerta OR. Esta compuerta activará la salida Q2, que representa al dispensador. La salida Q2 se activará cuando al menos uno de los relés esté activado.

Posteriormente, se conecta un texto de aviso que se activará cuando Q2 esté en funcionamiento, y este bloque debe configurarse con el texto ETAPA DE LLENADO. Finalmente, se coloca un conector abierto X2, ya que la salida del texto de aviso no será utilizada.

La siguiente etapa será la de envasado, en la cual se utilizará la señal de salida Q3. Esta señal activará una electroválvula que será la encargada de

marca M4, lo que permite reiniciar el bloque B013 y comenzar la cuenta nuevamente.

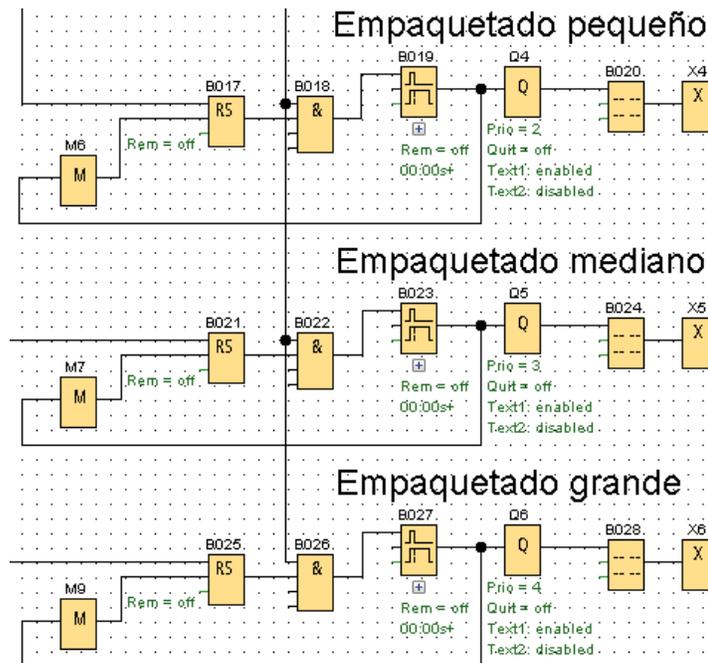
Además, la salida del relé B014 se conecta al bloque B015, un retardo a la conexión que se encarga de controlar el tiempo en el que Q3 esté activa. En este ejemplo, el tiempo establecido es de 20 segundos, que es el tiempo que tarda el sistema en colocar 10 tapas y 10 etiquetas. A la salida de este bloque se le coloca la marca M5, la cual permite reiniciar el relé B014.

Por último, se conecta un texto de aviso, el bloque B016, a la salida del relé autoenclavador que mostrará el texto ETAPA DE ENVASADO. Además, se coloca un conector abierto X3, ya que la salida del texto de aviso no será utilizada.

La última etapa será la de empaquetado, en la cual se utilizarán las señales de salida Q4, Q5 y Q6. En esta etapa, se clasificarán los envases según su tamaño, ya sea pequeño, mediano o grande, y se empaquetarán en grupos de 10 envases de acuerdo con dicho tamaño.

Figura 69.

Etapa de empaquetado módulo 2



Nota. Modelo de la etapa de empaquetado para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Para la etapa de empaquetado, es necesario crear tres segmentos similares, cada uno de los cuales incluirá un relé con función de auto enclavamiento. Estos relés serán los encargados de mantener el estado 1 para las salidas de los bloques B002, B005 y B008, respectivamente. De esta manera, se llevará a cabo la clasificación de cada envase según su tamaño antes de ser empaquetado.

Posteriormente, se colocan las compuertas AND, en las cuales todas tienen como entrada la salida del bloque B015, retardo a la conexión. Esta salida corresponde al momento en que se finaliza la etapa de envasado. La

segunda entrada de la compuerta AND es la salida de cada uno de los relés autoenclavadores.

En la salida de cada compuerta, se añade un contador con retardo a la desconexión que corresponden a los bloques B019, B023 y B027. Estos contadores se activarán una vez que la etapa de envasado haya terminado y según el tamaño del envase. Estos retardos a la conexión permanecerán activos durante 10 segundos y activarán las salidas correspondientes: Q4, Q5 y Q6.

Cada una de las salidas se conecta a un texto de aviso, bloques B020, B024 y B028, donde se mostrará la frase ETAPA DE EMPAQUETADO. Justo debajo, se incluirá la indicación correspondiente: ENVASE PEQUEÑO, ENVASE MEDIANO o ENVASE GRANDE, dependiendo del tamaño del envase que se esté empaquetando.

En la salida de cada bloque de texto de aviso se conecta un conector abierto, ya que las salidas de estos bloques no serán utilizadas.

En la siguiente sección se configuran los parámetros de los bloques y los textos de aviso.

El bloque B001, que es un comparador analógico, se activará cuando el sensor analógico alcance 1 V, valor que corresponde a los envases pequeños. Por lo tanto, es necesario configurar el parámetro umbral: se establece el valor 1 V en la opción *On* y 2 V en la opción *Off*.

Figura 70.

Bloque B001 comparador analógico módulo 2

B001 [Comparador analógico]

Parámetros Comentario

Configuración analógica

Rango de medida

Mínimo: 0

Máximo: 1000

Parámetro

Gain: 1,00

Offset: 0

Umbral

On

1

Off

2

Posiciones decimales

Decimales en el texto de aviso: 0 +12345

Otros

Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B001, comparador analógico para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El mismo proceso de configuración realizado en el bloque B001 se aplica a los bloques B004 y B007, con la diferencia de que el valor del parámetro umbral varía en cada bloque.

Para el bloque B004, se configura la opción *On* con 2 V y la opción *Off* con 3 V. En cuanto al bloque B007, se establece la configuración *On* en 3 V y *Off* en 4 V.

Figura 71.

Bloque B004 comparador analógico módulo 2

B004 [Comparador analógico]

Parámetros Comentario

Configuración analógica

Rango de medida

Mínimo: 0

Máximo: 1000

Parámetro

Gain: 1,00

Offset: 0

Umbral

On

2

Off

3

Posiciones decimales

Decimales en el texto de aviso: 0 +12345

Otros

Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B004, comparador analógico para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Figura 72.

Bloque B007 comparador analógico módulo 2

B007 [Comparador analógico]

Parámetros Comentario

Configuración analógica

Rango de medida

Mínimo: 0

Máximo: 1000

Parámetro

Gain: 1,00

Offset: 0

Umbral

On

3

Off

4

Posiciones decimales

Decimales en el texto de aviso: 0 +12345

Otros

Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B007, comparador analógico para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B003 es un bloque de retardo a la conexión que se activa durante 3 segundos, correspondiendo al tiempo en el que el dispensador estará activo si el sensor analógico de entrada detecta un envase pequeño. Por lo tanto, el parámetro retardo a la conexión debe estar configurado con dicho número.

Figura 73.

Bloque B003 retardo a la conexión módulo 2

B003 [Retardo a la conexión]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Retardo a la conexión

3 : 0 Segundos (s:1/100s)

Otros

Remanencia

Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B003, retardo a la conexión para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Los bloques B006 y B009 son bloques de retardo a la conexión. Al igual que el bloque B003, se activarán durante 4 y 5 segundos respectivamente si el sensor analógico de entrada detecta un envase de tamaño mediano o grande. Por lo tanto, el parámetro de retardo a la conexión de cada bloque debe configurarse con 4 segundos para envases pequeños y 5 segundos para envases grandes. Este será el tiempo durante el cual se activará el dispensador para cada tamaño de envase.

Figura 74.

Bloque B006 retardo a la conexión módulo 2

B006 [Retardo a la conexión]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Retardo a la conexión

4 : 0 Segundos (s:1/100s)

Otros

Remanencia

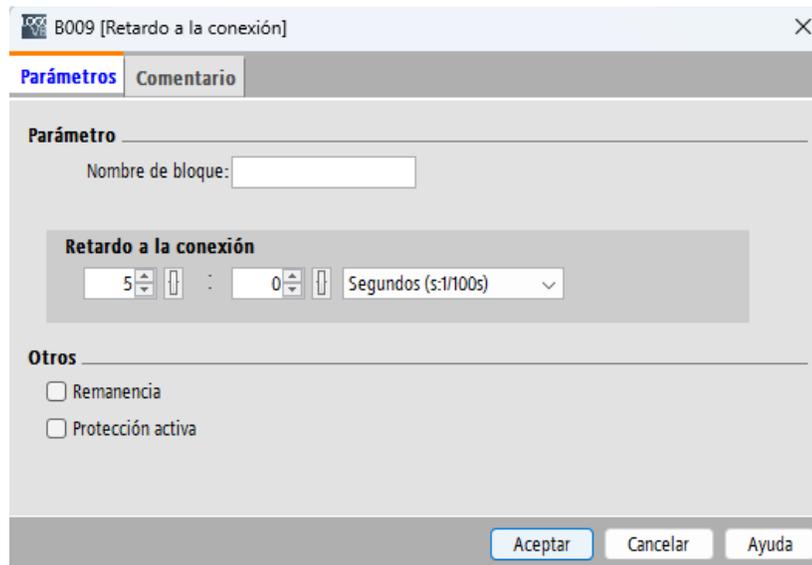
Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B006, retardo a la conexión para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Figura 75.

Bloque B009 retardo a la conexión módulo 2

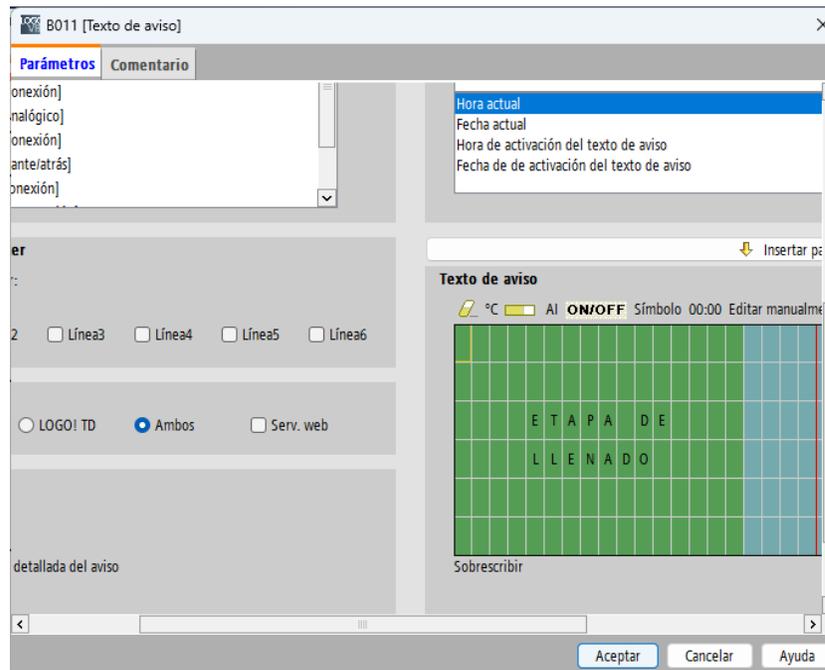


Nota. Configuración del bloque B009, retardo a la conexión para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B011 es el texto de aviso que se muestra cuando alguno de los envases se encuentre en proceso de llenado, y debe ir configurado con el texto ETAPA DE LLENADO.

Figura 76.

Bloque B011 texto de aviso módulo 2



Nota. Configuración del bloque B011, texto de aviso para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B013 es un contador adelante/atrás que registra la cantidad de envases que han sido llenados antes de avanzar a la etapa de envasado. Se activará una vez que se haya alcanzado un conteo de 10 envases, por lo que es necesario configurar el parámetro *On* con dicho número.

Figura 77.

Bloque B013 contador adelante/atrás módulo 2

B013 [Contador adelante/atrás]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Valor inicial:

On

Off

Otros

Remanencia

Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B013, contador adelante/atrás para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B015 corresponde a un bloque de retardo a la conexión que se activa durante 20 segundos, correspondiendo al tiempo en el que la electroválvula debe permanecer activa para colocar las tapas y etiquetas. Por lo tanto, el parámetro retardo a la conexión debe estar configurado con dicho número.

Figura 78.

Bloque B015 retardo a la conexión módulo 2

B015 [Retardo a la conexión]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Retardo a la conexión

20 : 0 Segundos (s:1/100s)

Otros

Remanencia

Protección activa

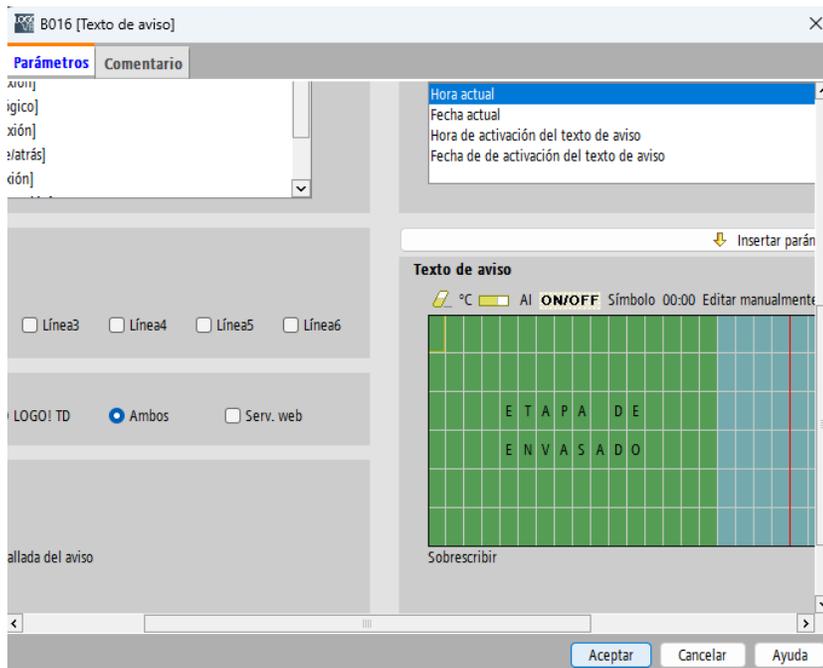
Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B015, retardo a la conexión para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B016 es el texto de aviso que se muestra durante los 20 segundos en los que la etapa de envasado está en curso, y debe ir configurado con el mensaje ETAPA DE ENVASADO.

Figura 79.

Bloque B016 texto de aviso módulo 2

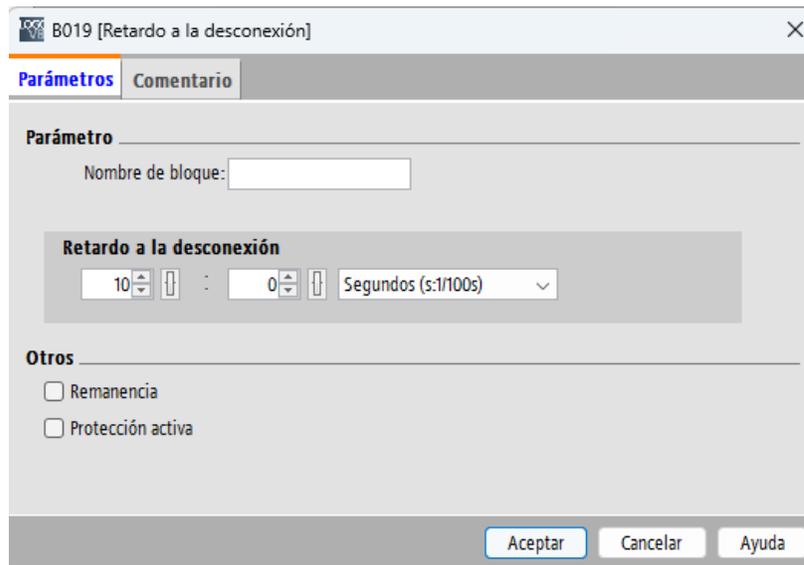


Nota. Configuración del bloque B016, texto de aviso para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Los bloques B019, B023 y B027 corresponden a bloques de retardo a la desconexión que se activan durante 10 segundos, correspondiente al tiempo de la etapa de empaquetado. Cada bloque activa la electroválvula correspondiente para el proceso de empaquetado de envases pequeños, medianos y grandes.

Figura 80.

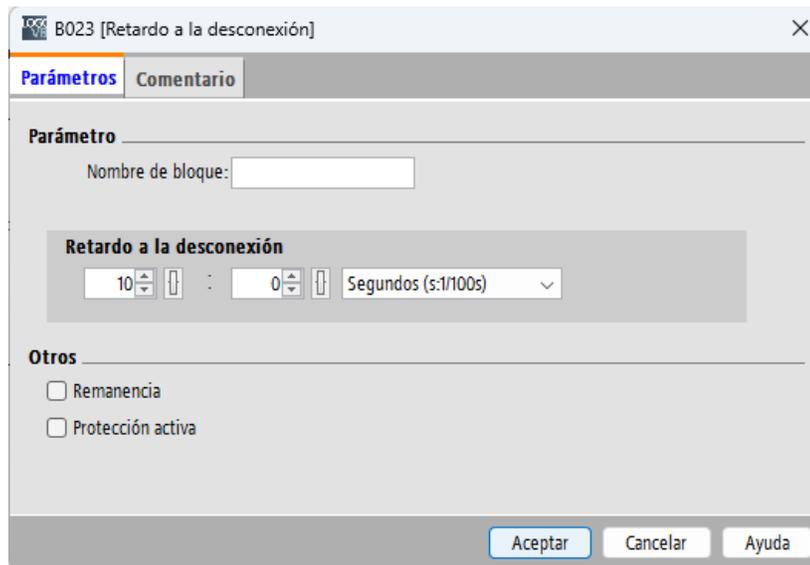
Bloque B019 retardo a la desconexión módulo 2



Nota. Configuración del bloque B019, retardo a la desconexión para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Figura 81.

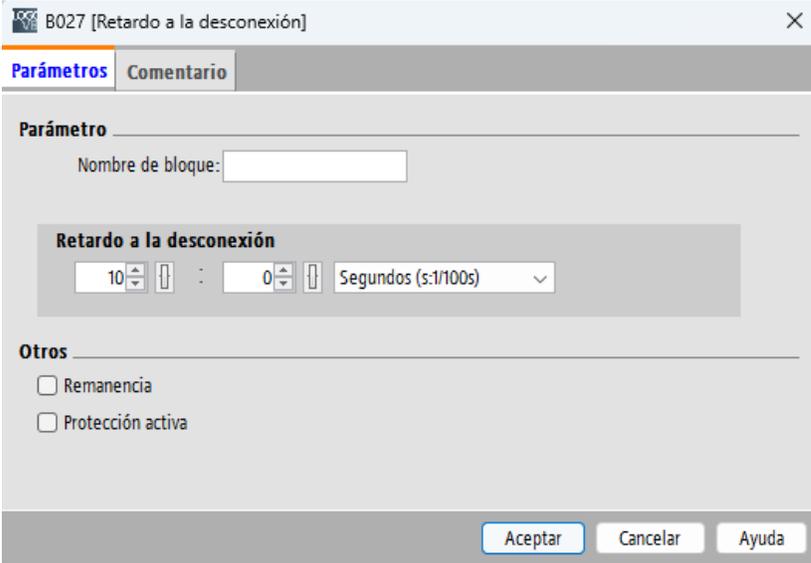
Bloque B023 retardo a la desconexión módulo 2



Nota. Configuración del bloque B023, retardo a la desconexión para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Figura 82.

Bloque B027 retardo a la desconexión módulo 2



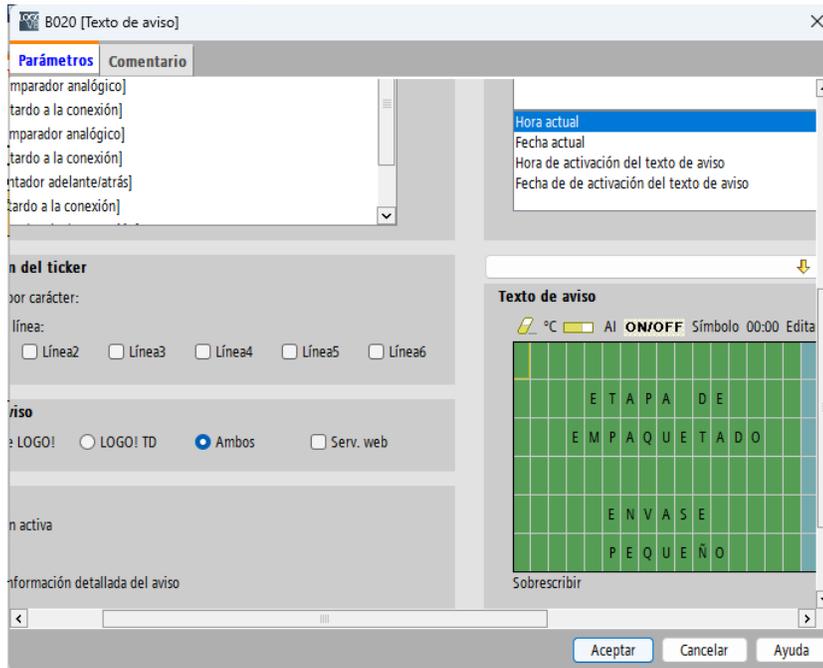
The image shows a software configuration window titled "B027 [Retardo a la desconexión]". It has two tabs: "Parámetros" (selected) and "Comentario". Under "Parámetro", there is a text input field for "Nombre de bloque:". Below this is a section titled "Retardo a la desconexión" containing two spinners: the first is set to "10" and the second to "0", with a colon between them. To the right is a dropdown menu set to "Segundos (s:1/100s)". Under "Otros", there are two unchecked checkboxes: "Remanencia" and "Protección activa". At the bottom right are three buttons: "Aceptar", "Cancelar", and "Ayuda".

Nota. Configuración del bloque B027, retardo a la desconexión para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Los bloques B020, B024 y B028 son bloques de textos de aviso que se muestran durante la etapa de empaquetado, y deben configurarse con el texto ETAPA DE EMPAQUETADO. Cada bloque representa el proceso de empaquetado según el tamaño del envase. El bloque B020 incluirá la indicación ENVASE PEQUEÑO, el bloque B024 indicará ENVASE MEDIANO y el bloque B028 indicará ENVASE GRANDE, dependiendo del tamaño del envase que se esté empaquetando.

Figura 83.

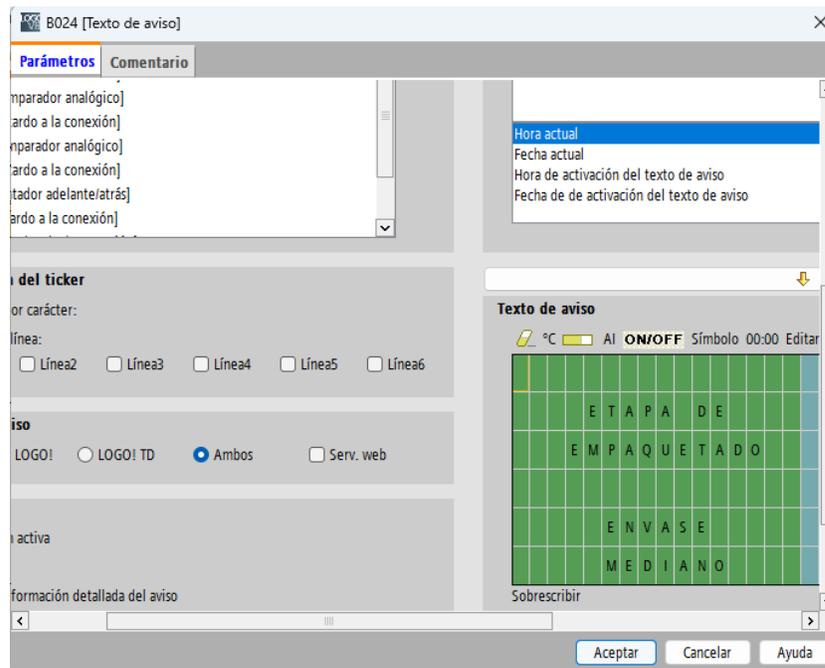
Bloque B020 texto de aviso módulo 2



Nota. Configuración del bloque B020, texto de aviso para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Figura 84.

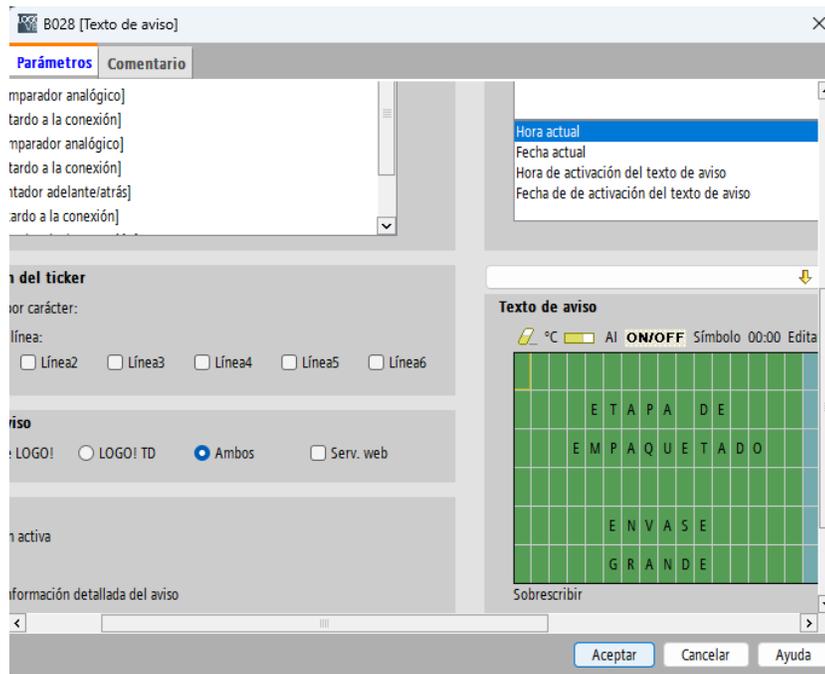
Bloque B024 texto de aviso módulo 2



Nota. Configuración del bloque B024, texto de aviso para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Figura 85.

Bloque B028 texto de aviso módulo 2

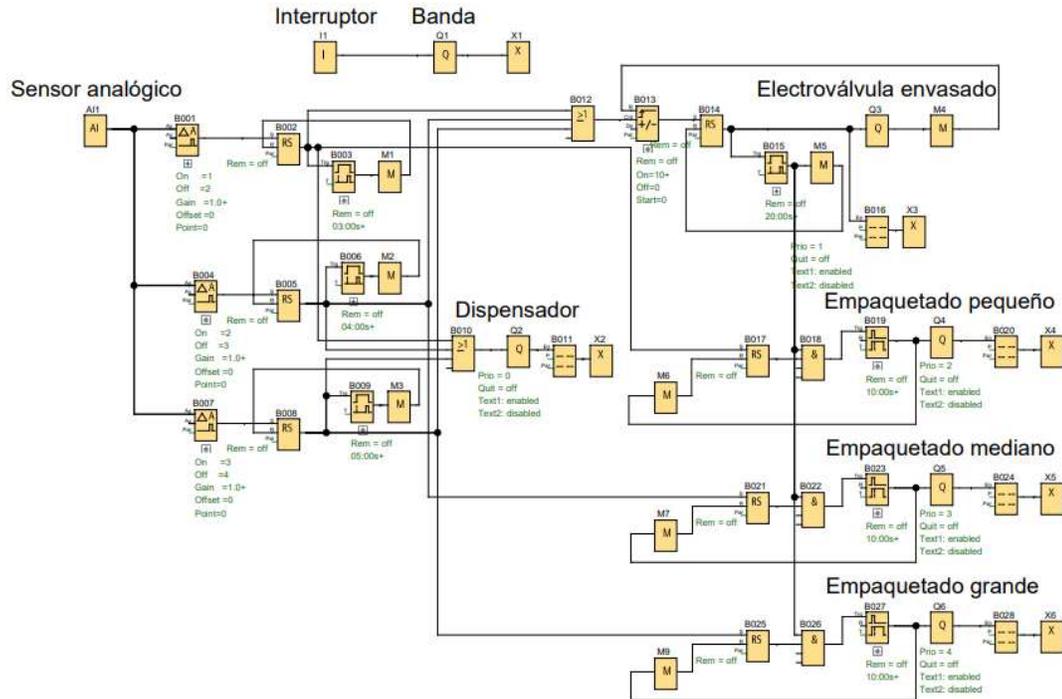


Nota. Configuración del bloque B028, texto de aviso para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El modelo final del módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado se presenta de la siguiente manera.

Figura 86.

Modelo final módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado



Nota. Modelo final para el módulo 2: sistema de llenado, envasado y empaquetado. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

5.2.5. Conclusiones

- Se ha desarrollado una solución para abordar el problema planteado en el proceso de llenado, envasado y empaquetado, con el propósito de optimizar la cadena de producción en la industria de bebidas.
- La adecuada programación con LOGO! Soft Comfort ha conseguido automatizar de manera segura el sistema de llenado, envasado y empaquetado. Esta automatización ha permitido mejorar la eficiencia del transporte, manipulación y distribución de en la cadena de bebidas.

- El diseño de una etapa de llenado garantiza la precisión en esta fase y contribuye a la reducción de desperdicios, permitiendo la optimización del proceso de llenado industrial.
- La implementación de una etapa de envasado automatizado, que incluye la colocación de tapas y etiquetas, preserva las propiedades de los productos envasados y garantiza su correcta identificación. Este proceso prolonga la vida útil de los productos y evita la manipulación humana, reduciendo así el riesgo de contaminación.
- La etapa de empaquetado facilita el transporte de los productos de bebidas, previniendo retrasos en la producción y facilitando el manejo y la distribución en la cadena de bebidas.
- La configuración de los parámetros de los contadores y los textos de aviso proporciona flexibilidad en el programa y permite la adaptación a nuevas necesidades dentro de un mismo sistema.
- Este módulo enseña los fundamentos de la automatización de un sistema de llenado, envasado y empaquetado dirigido a la industria de bebidas, lo cual proporciona una mayor precisión y calidad en el proceso. Este sistema reduce las probabilidades de errores humanos, previene pérdidas y contribuye a la eficiencia en términos de tiempo y distribución, mejorando así la productividad. De esta manera, se demuestra que esta solución aporta de manera efectiva a la automatización de dicho proceso.

5.2.6. Recomendaciones

- Obtener información previamente sobre la industria de alimentos para adquirir mayor conocimiento sobre este proceso y facilitar la comprensión de los términos a lo largo de este módulo.
- Agregar diferentes condiciones para detener la salida Q1, que corresponde a la banda transportadora de envases, cuando sea necesario, sin que esta deba estar siempre activa
- Añadir más comparadores analógicos permite simular nuevos tamaños de envases, además de programar los comparadores existentes con distintos tipos de voltajes según las necesidades de cada sistema.
- Incorporar electroválvulas en cadena en cada etapa de este sistema facilita la realización de nuevas tareas, incluyendo la posibilidad de agregar más tamaños de envases en la etapa de llenado, más funciones en la etapa de envasado y diferentes tipos de empaquetado
- Revisar periódicamente las etapas del sistema para asegurarse de que todo esté funcionando en el orden correcto, y tomar medidas preventivas ante posibles problemas.

5.3. Módulo práctico 3: sistema de control de un edificio de tres plantas

El módulo práctico 3 describe el funcionamiento de un sistema de control de un edificio de tres plantas y propone una solución para automatizar este proceso. Estos sistemas son de gran relevancia, ya que ofrecen una serie

de beneficios que mejoran la eficiencia, seguridad, comodidad, ahorro energético y brindan una experiencia tecnológica y moderna al usuario.

5.3.1. Objetivos

- General

Hacer uso de las funciones básicas y especiales del *software* LOGO! Soft Comfort para desarrollar una solución al problema planteado en la automatización de un edificio de tres plantas.

- Específicos

- Automatizar el sistema de control de un edificio de tres plantas a través de la programación adecuada utilizando LOGO! Soft Comfort.

- Diseñar una etapa de iluminación que pueda ajustar la iluminación artificial para alcanzar un nivel óptimo de iluminación en cada planta.

- Diseñar una etapa de climatización que regule la temperatura mediante sistemas de aire acondicionado en cada planta, manteniendo un entorno adecuado para actividades laborales.

- Diseñar un sistema de seguridad que gestione el acceso de personas al edificio mediante el uso de tarjetas de acceso.

- Diseñar un sistema de ascensores capaz de facilitar el traslado de personas a través de las tres plantas, optimizando la movilidad y la comodidad.

- Emplear los conocimientos necesarios para configurar los parámetros de los contadores y textos de aviso de acuerdo con las necesidades del sistema.

5.3.2. Descripción del sistema

La función de este sistema es controlar un edificio de tres plantas a través del manejo de iluminación, la climatización y el acceso al edificio, además de supervisar el funcionamiento de los ascensores. El sistema se divide en distintas etapas que incluyen iluminación, climatización, seguridad y ascensores.

Figura 87.

Diagrama de un sistema de control de un edificio de tres plantas



Nota. Imagen que muestra una descripción gráfica de un sistema de control de un edificio de tres plantas. Obtenido de EMG (2021). *La importancia de un ascensor o elevador en nuestra vida diaria.* (<https://www.euromundoglobal.com/noticia/424862/ciencia-y-tecnologia/la-importancia-de-un-ascensor-o-elevador-en-nuestra-vida-diaria.html>), consultado el 24 de agosto de 2023. De dominio público.

5.3.3. Descripción funcional de control

El sistema se dividirá en 4 etapas. En la primera etapa, llamada etapa de iluminación, se deberá controlar el horario de encendido y apagado de la iluminación en cada planta. De lunes a viernes, las tres plantas deberán tener la iluminación encendida de 8:00 a. m. a 23:00 p. m. Los sábados y domingos, el horario será 9:00 a. m. a 13:00 p. m.

En la siguiente etapa, la etapa de climatización, se utilizará un termopar para detectar la temperatura en cada planta. Este termopar generará una señal de 2 voltios cuando la temperatura sea de 20 grados centígrados y 4 voltios cuando la temperatura alcance los 40 grados centígrados. En esta etapa, se activará un ventilador cuando la temperatura alcance los 20 grados y dos ventiladores cuando la temperatura llegue a los 40 grados. Si después de 10 segundos que los dos ventiladores estén funcionando y la temperatura no se haya regulado, se deberá mostrar en la pantalla del LOGO! en color rojo el texto VERIFICAR TEMPERATURA.

La etapa de control de acceso contará con dos sensores. Uno de ellos detectará la tarjeta de acceso y, si coincide con la base de datos, activará el segundo sensor para abrir la puerta y mostrará en la pantalla del LOGO! el texto ADELANTE. Si la tarjeta de acceso no coincide después de cinco intentos, se mostrará el mensaje POR FAVOR ESPERE HASTA SER ATENDIDO. Además, se colocará un contador encargado de registrar el total de personas que ingresen. Este contador comenzará a contar durante los siguientes horarios: de lunes a viernes, de 8:00 a. m. a 23:00 p. m., y los sábado y domingo, de 9:00 a. m. a 13:00 p. m. Al finalizar el día, el contador se reiniciará.

La última etapa del proceso es la de control de ascensores, que permite la movilización entre plantas. Este sistema contará con tres finales de carrera que indicarán la ubicación actual del ascensor en una planta específica. Si el ascensor se encuentra en la planta 2 o 3 y se solicita su uso desde la planta 1, o si el ascensor está en la planta 3 y se solicita desde la planta 2, el ascensor deberá descender y mostrar en la pantalla del LOGO! el texto ASCENSOR BAJANDO. Si el ascensor se encuentra en la planta 1 o 2 y se solicita desde la planta 3, o si el ascensor está en la planta 1 y se solicita desde la planta 2, el ascensor deberá subir y mostrar en la pantalla del LOGO! el texto ASCENSOR SUBIENDO.

Cada entrada y salida debe estar identificada.

Tabla 12.

Lista de componentes módulo 3

Entradas y salidas	Descripción
AI1	Sensor de temperatura
I1	Tarjeta de acceso
I2	Acceso
I3	Planta 1
I4	Planta 2
I5	Planta 3

Continuación de la tabla 12.

Entradas y salidas	Descripción
I6	Final de carrera planta 1
I7	Final de carrera planta 2
I8	Final de carrera planta 3
Q1	Iluminación planta 1
Q2	Iluminación planta 2
Q3	Iluminación planta 3
Q4	Ventilador 1
Q5	Ventilador 2
Q6	Puerta de acceso
Q7	Subida
Q8	Bajada

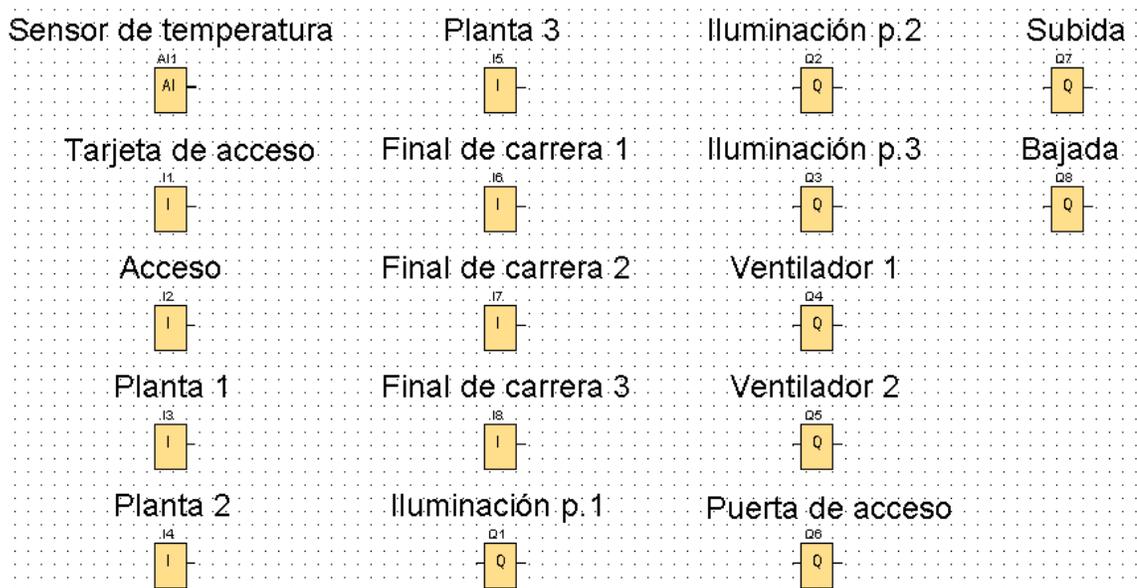
Nota. Descripción de las entradas y salidas a utilizar en el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con Word.

5.3.4. Procedimiento y resolución del problema

Se comienza identificando cada señal de entrada y salida, para tener un mejor control sobre el funcionamiento del sistema.

Figura 88.

Identificación de entradas y salidas módulo 3

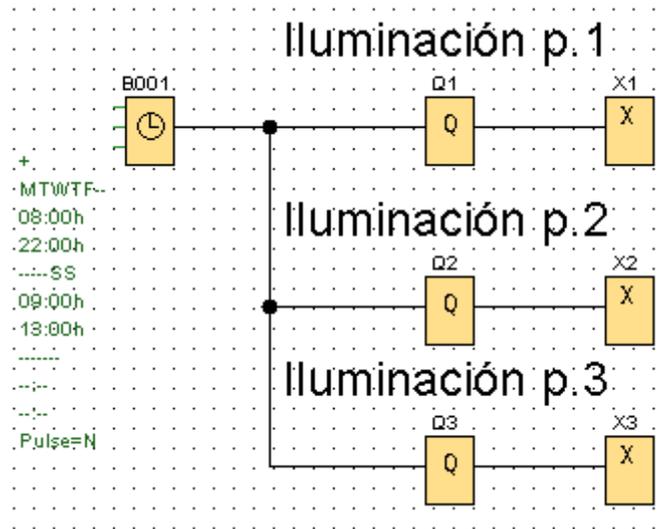


Nota. Esta imagen muestra la identificación de las entradas y salidas para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

La primera etapa que se abordará en el módulo 3 será la de iluminación, en la que se incluirán las señales de salida digitales Q1, Q2 y Q3. Se controlará la secuencia de encendido y apagado de la iluminación para cada planta.

Figura 89.

Etapa de iluminación módulo 3



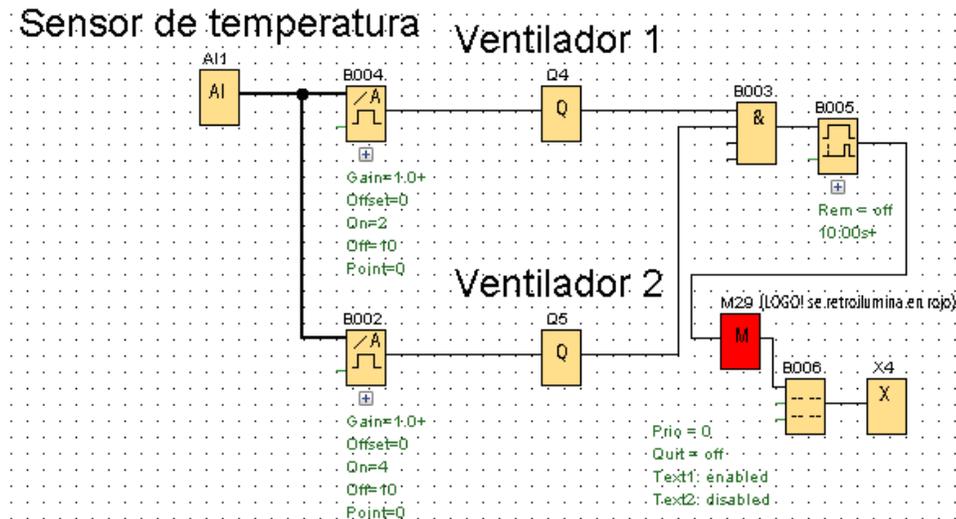
Nota. Modelo de la etapa de iluminación para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B001 es un temporizador semanal el cuál se activa y desactiva según los parámetros que se configuren. En este caso, la salida del temporizador está conectada a las salidas Q1, Q2 y Q3, lo que significa que cuando se active el temporizador, también se activarán las salidas que controlan la iluminación en cada planta. Por último, se dejan tres conectores abiertos, ya que las salidas de los bloques Q1, Q2 y Q3 no se utilizarán en este punto del circuito.

La siguiente etapa será la de climatización, en la cual se utilizará la señal de entrada analógica AI1 y las salidas digitales Q4 y Q5. La señal de entrada activará uno o dos ventiladores dependiendo la temperatura que registre.

Figura 90.

Etapa de climatización módulo 3



Nota. Modelo de la etapa de climatización para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque AI1 corresponde al termopar encargado de medir la temperatura en cada planta. La salida de este bloque se conecta a dos conmutadores analógicos de umbral, que se activarán de la siguiente manera: el bloque B004 se activará cuando el sensor devuelva 2 voltios, lo que corresponde a 20 grados centígrados, activando así la salida Q4 que corresponde al ventilador 1, el bloque B002 se activará cuando el sensor devuelva 4 voltios, lo que corresponde a 40 grados centígrados, activando así la salida Q5 que corresponde al ventilador 2. Esto significa que cuando la temperatura sea de 20 grados, solo estará funcionando un ventilador, y cuando la temperatura alcance los 40 grados, se activarán ambos ventiladores.

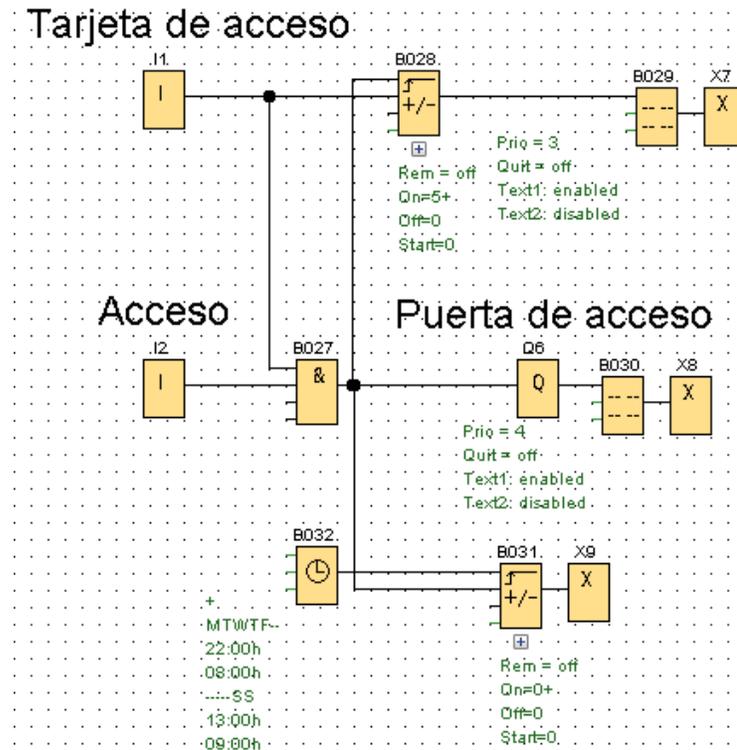
La salida de los dos ventiladores se conecta al bloque B003 que corresponde a una compuerta AND, que luego se conecta al bloque B005 que

es un retardo a la conexión. Este retardo se activará después de 10 segundos de que ambos ventiladores estén funcionando. El propósito de esto es alertar si la temperatura no se ha regulado después de este tiempo. En la salida del retardo a la conexión, se coloca la marca M29 para iluminar la pantalla del LOGO! en color rojo. A continuación, se agrega el bloque de texto de aviso B006 con el mensaje VERIFICAR LA TEMPERATURA. Después de este bloque de texto, se coloca un conector abierto, ya que la salida no se utilizará en este punto del circuito.

La etapa de control de acceso incluirá las señales de entrada digital I1 e I2, así como la señal digital de salida Q6. Esta etapa tiene como finalidad dar acceso a las personas a través de una puerta de acceso y llevar un registro del conteo de las mismas. Además, generará una alerta en caso de que la tarjeta de acceso no coincida con la base de datos.

Figura 91.

Etapa de control de acceso módulo 3



Nota. Modelo de la etapa de control de acceso para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque I1 representa el sensor encargado de detectar la tarjeta de acceso, mientras que el bloque I2 corresponde a la señal que permitirá el acceso si la tarjeta coincide con la base de datos. Ambos bloques se conectan al bloque B027, que corresponde a una compuerta AND que se activará únicamente si tanto la entrada I1 como la entrada I2 están activas. La salida de esta compuerta se conecta con el bloque Q6, que representa la puerta de acceso. A su vez, la salida de Q6 se conecta el bloque B030, un bloque de texto de aviso que mostrará el mensaje ADELANTE cuando esta salida se active. Además, la salida del bloque B027 también se conecta al bloque B031,

un contador adelante/atrás encargado de llevar un registro del número de personas que ingresan. Para reiniciar este contador, se utiliza el pin de *reset*, que está conectado al temporizador semanal B032. Este último se configura de la siguiente manera: de lunes a viernes, se activará de 23:00 p. m. a 8:00 a. m. del día siguiente; los sábados y domingos, de 13:00 p. m. a 9 a. m. del día siguiente.

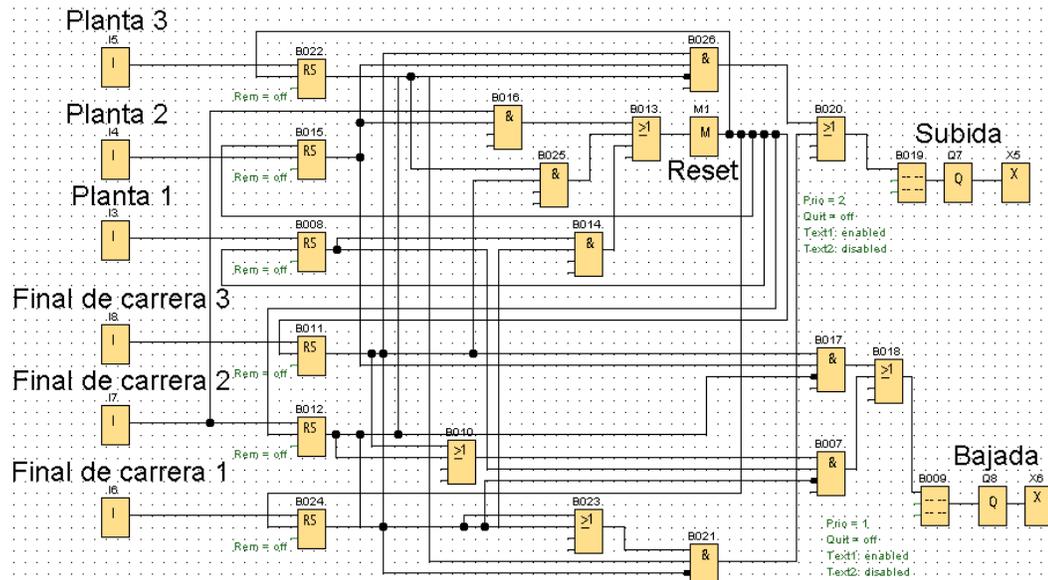
El bloque B028 es un contador adelante/atrás que registra cuántas veces se pasa la tarjeta de acceso por el sensor sin que la base de datos la reconozca. Cuando este contador alcance un valor de 5, se activará y permitirá activar el bloque de texto de aviso B029, el cual mostrará el mensaje POR FAVOR ESPERE HASTA SER ATENDIDO. El bloque B028 se reiniciará cuando las entradas I1 e I2 coincidan y activen el bloque B027.

En la salida de cada uno de los bloques B029, B030 y B031, se conectará un conector abierto, ya que las salidas no se utilizarán en esta parte del circuito.

La última etapa que se trabajará será la de control de ascensores, en la cual se incluirán las señales de entrada digital I3, I4, I5, I6, I7, I8, así como las señales de salida digital Q7 y Q8. Esta etapa será capaz de controlar el movimiento ascendente y descendente del ascensor para facilitar la movilización entre las distintas plantas. Además, se agregarán textos de aviso que indicarán si el ascensor está bajando o subiendo.

Figura 92.

Etapa de control de ascensores módulo 3



Nota. Modelo de la etapa de control de ascensores para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Los bloques I3, I4 e I5 representan los botones de llamada del ascensor desde la planta 1, 2 y 3 respectivamente. Los bloques I6, I7 e I8 representan los finales de carrera que señalan en qué planta se encuentra el ascensor en un momento dado, siendo estas plantas 1, 2 y 3 respectivamente. Para cada una de las entradas, se instala un bloque de relé autoenclavador. Estas entradas se conectan al pin S, el cual mantiene el pulso en estado 1 cuando cualquiera de las entradas sea presionada.

Para generar la señal de salida necesaria que permita al motor hacer subir el ascensor, es necesario cumplir con tres condiciones:

- Cuando el ascensor se encuentra en la planta 1 y es llamado desde la planta 2.
- Cuando el ascensor se encuentre en la planta 1 o 2 y sea llamado desde la planta 3.

Para la primera condición, se utiliza una compuerta AND representada por el bloque B026, la cual tiene las siguientes condiciones de entrada:

- Verificar que el ascensor esté en la planta 1, lo cual se determina mediante la salida del bloque B024, que representa el final de carrera de la planta 1.
- Confirmar que se ha realizado un llamado al ascensor desde la planta 2, lo cual se representa mediante la salida del bloque B015, que corresponde al botón de llamada desde la planta 2.
- Asegurarse de que el ascensor no se encuentre en la planta 2 para evitar que la compuerta AND permanezca activa una vez que llegue a su destino. Esto se logra utilizando la salida negada del bloque B012, que representa el final de carrera de la planta 2.

Para la segunda y tercera condición, se emplea una compuerta AND representada por el bloque B021, la cual tiene las siguientes condiciones de entrada:

- Verificar que el ascensor esté en la planta 1 o 2. Esto se determina mediante la salida del bloque B023, que representa

una compuerta OR con las condiciones de entrada B024 (final de carrera de la planta 1) y B012 (final de carrera de la planta 2).

- Confirmar que se ha realizado un llamado al ascensor desde la planta 3. Esto se representa mediante la salida del bloque B022, que corresponde al botón de llamada desde la planta 3.
- Asegurarse de que el ascensor no se encuentre en la planta 3 para evitar que la compuerta AND permanezca activa una vez que llegue a su destino. Para lograrlo, se utiliza la salida negada del bloque B011, que representa el final de carrera de la planta 3.

El bloque B020 corresponde a una compuerta OR en la que se establecerán las tres condiciones necesarias para que el ascensor suba. Por lo tanto, a la entrada de esta compuerta se conectan las salidas de los bloques B026 y B021. Cuando esta compuerta se active, también se activará el bloque B019, que es un bloque de texto de aviso con el mensaje ASCENSOR SUBIENDO. Además, activará la salida Q7, que se encarga de enviar la señal necesaria para que el motor gire en el sentido que haga subir el ascensor.

Para generar la señal de salida necesaria que permita al motor hacer bajar el ascensor, es necesario cumplir con tres condiciones:

- Cuando el ascensor se encuentra en la planta 3 y es llamado desde la planta 2.
- Cuando el ascensor se encuentre en la planta 3 o 2 y sea llamado desde la planta 1.

Para la primera condición, se utiliza una compuerta AND representada por el bloque B017, la cual tiene las siguientes condiciones de entrada:

- Verificar que el ascensor esté en la planta 3, lo cual se determina mediante la salida del bloque B011, que representa el final de carrera de la planta 3.
- Confirmar que se ha realizado un llamado al ascensor desde la planta 2, lo cual se representa mediante la salida del bloque B015, que corresponde al botón de llamada desde la planta 2.
- Asegurarse de que el ascensor no se encuentre en la planta 2 para evitar que la compuerta AND permanezca activa una vez que llegue a su destino. Esto se logra utilizando la salida negada del bloque B012, que representa el final de carrera de la planta 2.

Para la segunda y tercera condición, se emplea una compuerta AND representada por el bloque B007, la cual tiene las siguientes condiciones de entrada:

- Verificar que el ascensor esté en la planta 2 o 3. Esto se determina mediante la salida del bloque B010, que representa una compuerta OR con las condiciones de entrada B012 (final de carrera de la planta 2) y B011 (final de carrera de la planta 3).
- Confirmar que se ha realizado un llamado al ascensor desde la planta 1. Esto se representa mediante la salida del bloque B008, que corresponde al botón de llamada desde la planta 1.

- Asegurarse de que el ascensor no se encuentre en la planta 1 para evitar que la compuerta AND permanezca activa una vez que llegue a su destino. Para lograrlo, se utiliza la salida negada del bloque B024, que representa el final de carrera de la planta 1.

El bloque B018 corresponde a una compuerta OR en la que se establecerán las tres condiciones necesarias para que el ascensor baje. Por lo tanto, a la entrada de esta compuerta se conectan las salidas de los bloques B017 y B007. Cuando esta compuerta se active, también se activará el bloque B009, que es un bloque de texto de aviso con el mensaje ASCENSOR BAJANDO. Además, activará la salida Q8, que se encarga de enviar la señal necesaria para que el motor gire en el sentido que haga subir el ascensor.

Los relés autoenclavadores se reinician cuando el ascensor se llama desde las plantas 1, 2 o 3 y llega a su destino respectivo. Para lograr esto, se utilizan tres compuertas AND: B014, B016 y B025. Estas compuertas se activan de la siguiente manera:

- Cuando el llamado se realiza a la planta 1 y el ascensor llega a la planta 1, la compuerta AND B014 se activa.
- Cuando el llamado se realiza a la planta 2 y el ascensor llega a la planta 2, la compuerta AND B016 se activa.
- Cuando el llamado se realiza a la planta 3 y el ascensor llega a la planta 3, la compuerta AND B025 se activa.

Las salidas de estas compuertas AND se conectan a una compuerta OR representada por el bloque B013, que se activa cuando se cumple al menos una de estas condiciones. Luego, la salida de la compuerta OR se conecta al pin de *reset* de cada relé autoenclavador mediante la marca M1.

En la salida de los bloques Q7 y Q8 se conecta un conector abierto, ya que no se utilizarán las salidas de estos bloques.

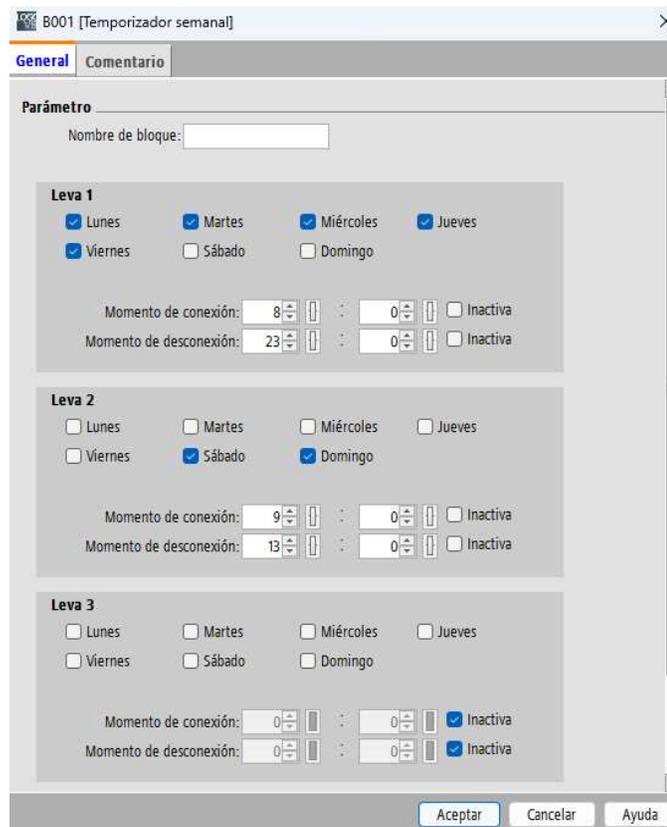
En la siguiente sección se configuran los parámetros de los bloques y los textos de aviso.

El bloque B001 es un temporizador semanal que se activará para controlar la iluminación de las tres plantas. De lunes a viernes, la iluminación deberá estar encendida desde las 8:00 a. m. hasta las 23:00 p. m. Los sábados y domingos, el horario será 9:00 a. m. a 13:00 p. m. Para configurar esto correctamente, es necesario activar la leva 1 y la leva 2.

En la leva 1 se deben configurar los parámetros de conexión y desconexión de lunes a viernes. En la leva 2, se configuran los parámetros de conexión y desconexión de sábado y domingo.

Figura 93.

Bloque B001 temporizador semanal módulo 3

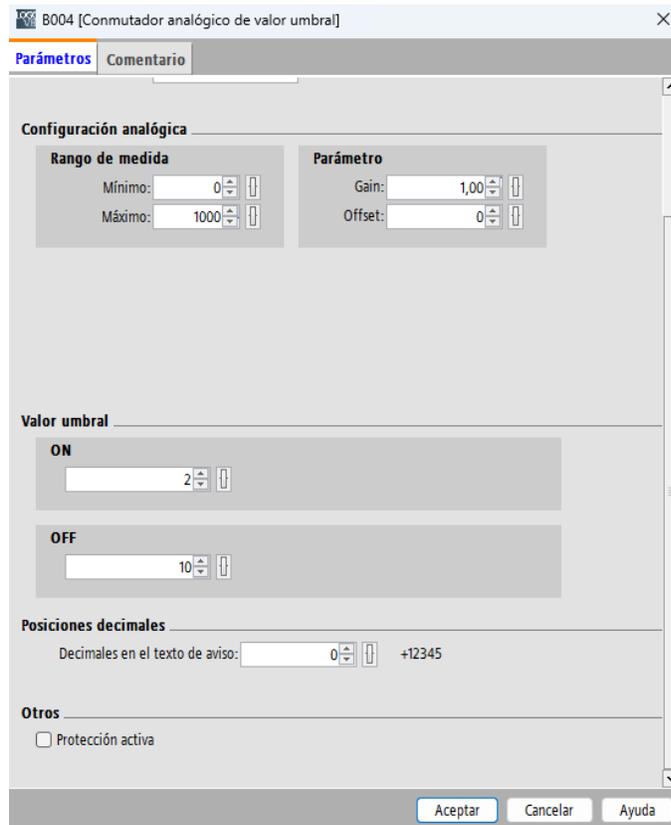


Nota. Configuración del bloque B001, temporizador semanal para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B004 es un conmutador analógico de umbral que se activará cuando el sensor analógico alcance los 2 V, lo cual corresponde a una temperatura de 20 grados centígrados. Por lo tanto, es necesario configurar el parámetro de umbral con el valor 2 V en la opción *On* y 10 V en la opción *Off*, que representa el valor máximo que el sensor puede medir.

Figura 94.

Bloque B004 conmutador analógico de valor umbral módulo 3



Nota. Configuración del bloque B004, conmutador analógico de valor umbral para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El mismo proceso de configuración realizado en el bloque B004 se aplica al bloque B002, con la diferencia de que el valor del parámetro de umbral es distinto en cada bloque.

En el bloque B002, se configura la opción *On* con un valor de 4 V, lo cual corresponde a una temperatura de 40 grados centígrados, y la opción *Off* con 10 V.

Figura 95.

Bloque B002 conmutador analógico de valor umbral módulo 3

B002 [Conmutador analógico de valor umbral]

Parámetros Comentario

Configuración analógica

Rango de medida

Mínimo: 0

Máximo: 1000

Parámetro

Gain: 1,00

Offset: 0

Valor umbral

ON

4

OFF

10

Posiciones decimales

Decimales en el texto de aviso: 0 +12345

Otros

Protección activa

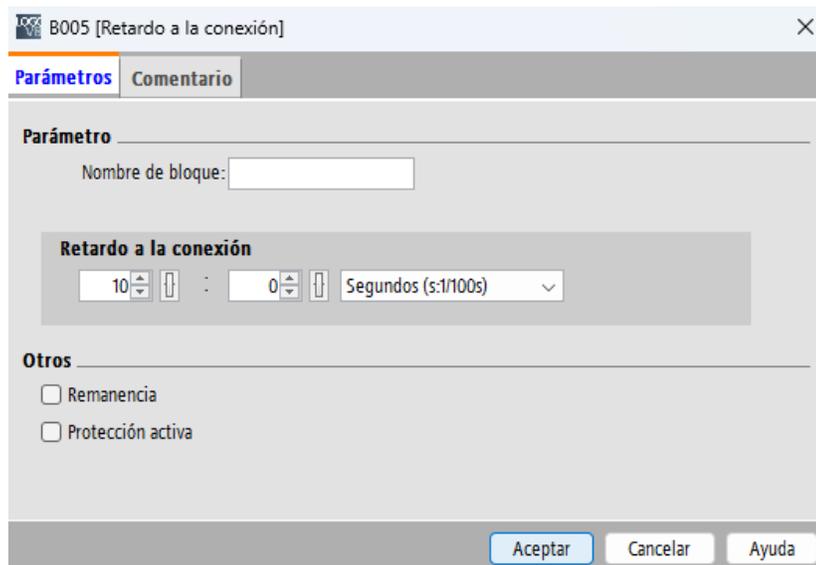
Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B002, conmutador analógico de valor umbral para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B005 es un bloque de retardo a la conexión que se activa durante 10 segundos después de que la temperatura no se haya estabilizado. Por lo tanto, en el parámetro retardo a la conexión, se debe configurar dicho valor.

Figura 96.

Bloque B005 retardo a la conexión módulo 3

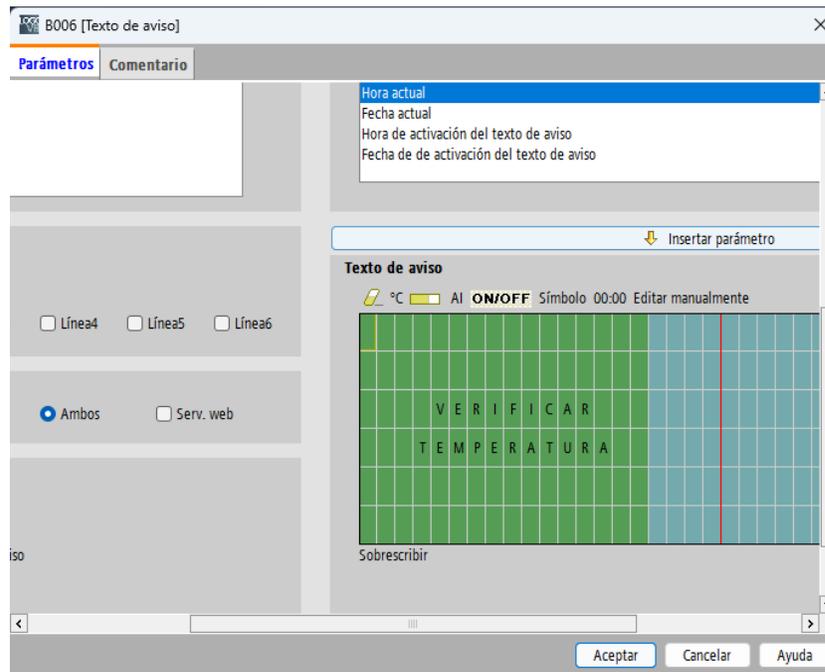


Nota. Configuración del bloque B005, retardo a la conexión para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B006 es el texto de aviso que se muestra después que hayan transcurrido los 10 segundos y la temperatura no se haya estabilizado. Debe configurarse con el mensaje VERIFICAR TEMPERATURA.

Figura 97.

Bloque B006 texto de aviso módulo 3



Nota. Configuración del bloque B006, texto de aviso para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B028 es un contador adelante/atrás encargado de registrar la cantidad de veces que la tarjeta de acceso pasa por el sensor. Este bloque se activará si la tarjeta se pasa por el sensor en 5 ocasiones, sin coincidir con la información de la base de datos. Por lo tanto, es necesario configurar el parámetro *On* con dicho número.

Figura 98.

Bloque B0028 contador adelante/atrás módulo 3

B028 [Contador adelante/atrás]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Valor inicial:

On

Off

Otros

Remanencia

Protección activa

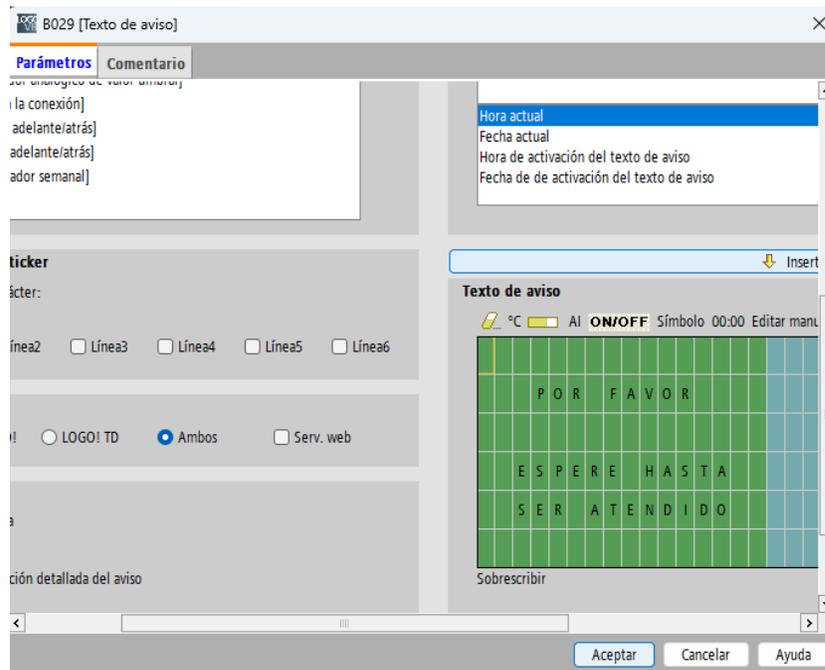
Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B028, contador adelante/atrás para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B029 es el texto de aviso que se muestra después de pasar la tarjeta 5 veces sin que coincida con la base de datos, y debe configurarse con el mensaje POR FAVOR ESPERE HASTA SER ATENDIDO.

Figura 99.

Bloque B029 texto de aviso módulo 3

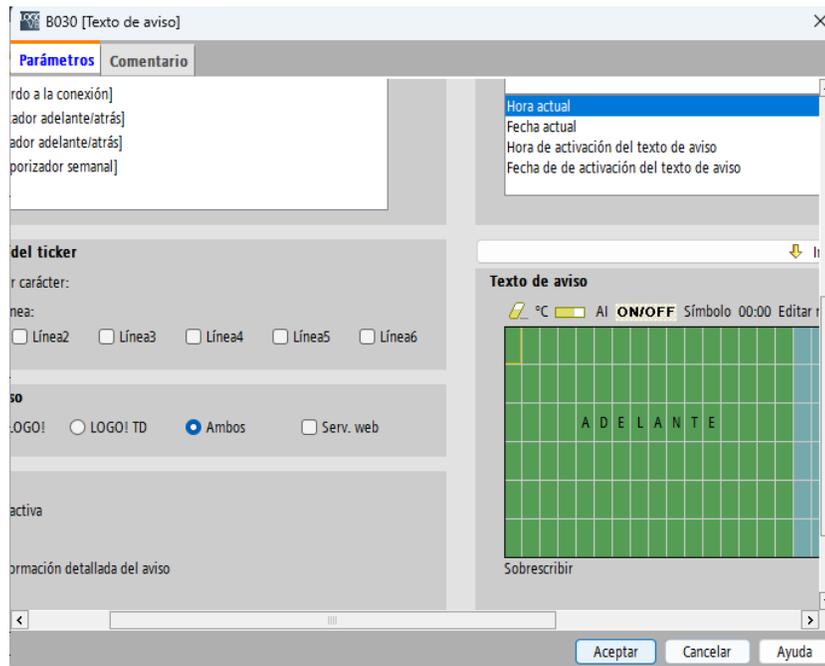


Nota. Configuración del bloque B029, texto de aviso para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B030 es un bloque de texto de aviso que se muestra cuando la tarjeta de acceso coincide con la información de la base de datos. En este caso, la puerta se abre y el bloque debe configurarse con el mensaje ADELANTE.

Figura 100.

Bloque B030 texto de aviso módulo 3



Nota. Configuración del bloque B030, texto de aviso para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B031 es un contador adelante/atrás que registra el número de personas que ingresan en el edificio, y debe mantenerse siempre activo. Por lo tanto, es necesario configurar el parámetro *On* con el valor 0.

Figura 101.

Bloque B031 contador adelante/atrás módulo 3

B031 [Contador adelante/atrás]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Valor inicial:

On

Off

Otros

Remanencia

Protección activa

Valor actual del parámetro

Aplicar Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B031, contador adelante/atrás para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

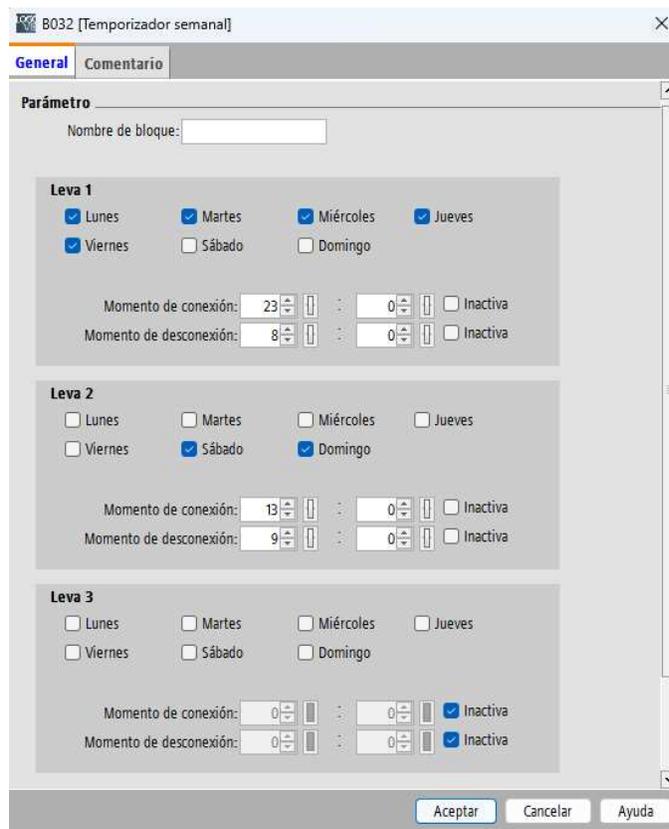
El bloque B032 es un temporizador semanal encargado de desactivar el contador de personas que ingresan al edificio. Para configurarlo correctamente, es necesario activar la leva 1 y la leva 2.

En la leva 1 se deben configurar los parámetros de conexión y desconexión para los días de lunes a viernes, de 23:00 p. m. a 8:00 a. m. del día siguiente. En la leva 2, se configuran los parámetros de conexión y

desconexión para los días sábado y domingo, de 13:00 p. m. a 9:00 a. m. del día siguiente.

Figura 102.

Bloque B032 temporizador semanal módulo 3

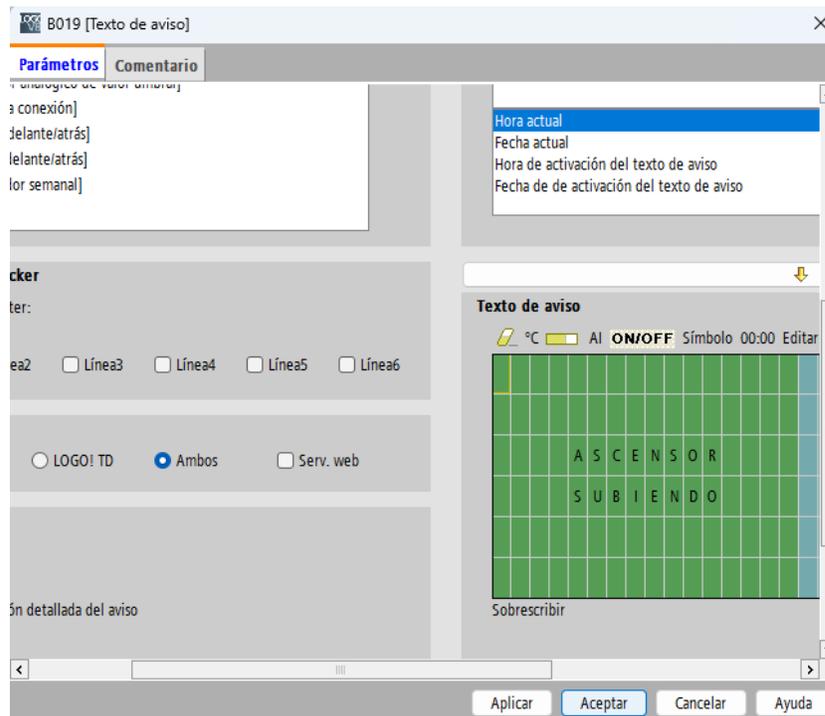


Nota. Configuración del bloque B032, temporizador semanal para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B019 es un texto de aviso que se muestra cuando el ascensor está subiendo, y debe configurarse con el mensaje ASCENSOR SUBIENDO.

Figura 103.

Bloque B019 texto de aviso módulo 3

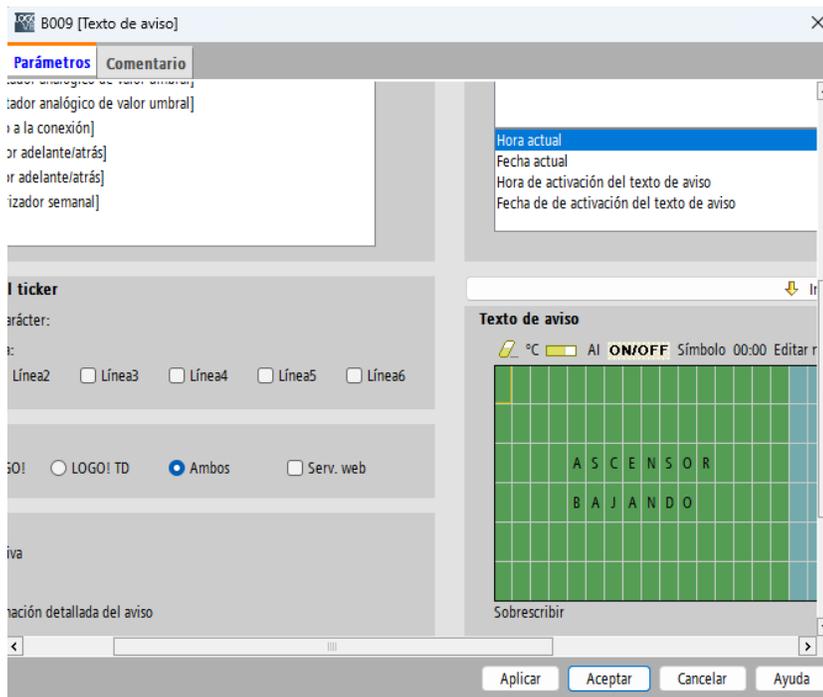


Nota. Configuración del bloque B019, texto de aviso para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B009 es un texto de aviso que se muestra cuando el ascensor está bajando, y debe configurarse con el mensaje ASCENSOR BAJANDO.

Figura 104.

Bloque B009 texto de aviso módulo 3

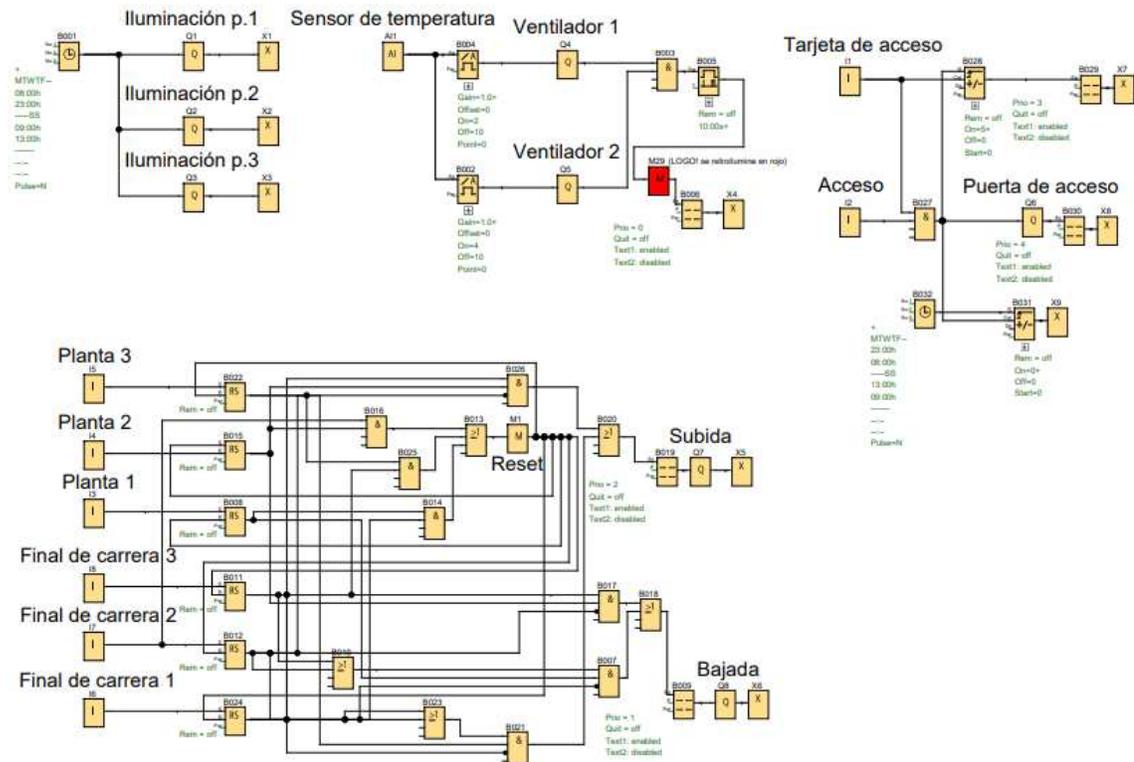


Nota. Configuración del bloque B009, texto de aviso para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El modelo final del módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas se presenta de la siguiente manera.

Figura 105.

Modelo final módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas



Nota. Modelo final para el módulo 3: sistema de control de un edificio de tres plantas. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

5.3.5. Conclusiones

- Se ha desarrollado una solución para abordar de manera efectiva el problema planteado en el sistema de control de un edificio de tres plantas, con el objetivo de optimizar sus operaciones.
- La adecuada programación con LOGO! Soft Comfort ha logrado automatizar de manera segura el sistema de control de un edificio de tres plantas. Esta automatización ha permitido ahorrar costos, mejorar

significativamente la calidad de vida de los ocupantes y aumentar la adaptabilidad del sistema.

- El diseño de una etapa de iluminación contribuye a la reducción de costos en energía eléctrica, permitiendo así mejorar la eficiencia energética en todo el sistema, lo que a su vez promueve un entorno más ecológico y sostenible en el edificio.
- La implementación de una etapa de climatización mediante de un sistema de aire acondicionado contribuye de manera significativa a regular la temperatura en cada planta del edificio. Esto proporciona eficiencia y mejora la calidad de vida de los ocupantes, asegurando un ambiente más confortable y adecuado para sus necesidades.
- El diseño de un sistema de seguridad se enfoca en gestionar y restringir el acceso de personas al edificio, con el propósito de evitar la entrada de individuos no autorizados, lo que resulta en una mejora significativa de la seguridad para el beneficio de todos los usuarios.
- La implementación de un sistema de ascensores presenta una mejora en la significativa en la movilidad y comodidad de las personas que utilizan el edificio. Este sistema agiliza eficientemente el desplazamiento vertical, promoviendo así un entorno más accesible y proporcionando un servicio esencial para personas de diversas edades y capacidades.
- La configuración de los parámetros de los contadores y los textos de aviso proporciona flexibilidad en el programa y permite la adaptación a nuevas necesidades dentro de un mismo sistema.

- Este módulo se enfoca en enseñar los fundamentos de la automatización de un sistema de control de un edificio de tres plantas, lo que contribuye significativamente a mejorar la eficiencia y comodidad de su personal. Este sistema no solo reduce el consumo energético, sino que también garantiza un ambiente adecuado, controlando la temperatura, la iluminación y la ventilación de manera precisa. Además, mejora la seguridad y movilidad en el edificio mediante la integración de sistemas de acceso y monitoreo, demostrando de manera efectiva cómo la automatización es una solución para optimizar este proceso.

5.3.6. Recomendaciones

- Realizar una investigación previa sobre los términos y conceptos relacionados con la automatización de edificios para facilitar la comprensión de términos a lo largo de este módulo.
- Ajustar el control de iluminación al horario necesario satisface las necesidades de cada edificio, e incluso es posible agregar más salidas que representen un mayor número de bombillas o una iluminación especial para un área específica.
- Adaptar los conmutadores analógicos en la etapa de climatización a diversos valores de voltaje permite, además, agregar más conmutadores en esta etapa para controlar un mayor número de ventiladores de salida.
- Mantener una actualización constante de la base de datos en la etapa de seguridad es necesario para contar con un registro adecuado de las personas que necesiten entrar o salir del edificio. Se pueden añadir

múltiples puertas de acceso de acuerdo con las necesidades del edificio.

- Adaptar el sistema de ascensores a nuevas necesidades, como la incorporación de una planta adicional o incluso la eliminación de una, permite mantener la lógica en la programación y tener en cuenta las direcciones del motor de salida que se va a implementar.
- Supervisar periódicamente las etapas del sistema para asegurarse de que todo esté funcionando en el orden correcto, y tomar medidas preventivas ante posibles problemas.

5.4. Módulo práctico 4: Invernadero hidropónico industrial

El módulo práctico 4 describe el funcionamiento de un invernadero hidropónico y propone una solución para automatizar este proceso. Estos sistemas ofrecen grandes beneficios, como mejorar la eficiencia y optimizar el crecimiento de las plantas, además de permitir un control adecuado de las mismas.

5.4.1. Objetivos

- General

Hacer uso de las funciones básicas y especiales del *software* LOGO! Soft Comfort para desarrollar una solución al problema planteado en la automatización de un invernadero hidropónico industrial.

- Específicos
 - Automatizar un invernadero hidropónico industrial a través de la programación adecuada utilizando LOGO! Soft Comfort.
 - Diseñar un sistema de riego automático por goteo capaz de controlar la frecuencia y duración del riego en función del monitoreo de la humedad.
 - Diseñar un sistema de control de nutrientes y recirculación que administre los nutrientes esenciales a las plantas, monitoreo y ajuste el pH de la solución, y emplee una bomba para recircular la misma solución.
 - Diseñar una etapa de climatización que ajuste la temperatura mediante sistemas de ventiladores capaces de activarse en horario diurno y nocturno según las necesidades del invernadero.

5.4.2. Descripción del sistema

La función de este invernadero es controlar el riego, la humedad, la temperatura y suministrar los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas a través de tres sistemas que incluye riego automático, control de nutrientes y recirculación, y climatización.

Figura 106.

Diagrama de un invernadero hidropónico industrial



Nota. Imagen que muestra una descripción gráfica de un invernadero hidropónico industrial. Obtenido de G. Sandoya, J. Bosques, y E. Vassilaros (2022). *La producción de lechuga en sistemas hidropónicos a pequeña escala.* (<https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>), consultado el 23 de octubre de 2023. De dominio público.

5.4.3. Descripción funcional de control

El invernadero se dividirá en 3 sistemas. En el primero, llamado sistema de riego automático, se implementará un sistema de riego por goteo encargado de controlar la frecuencia y duración del riego. Para activarlo, se

utilizará un interruptor que permitirá activar el riego cada 6 horas al día, con una duración de 10 minutos por sesión. Este sistema deberá estar equipado con dos sensores, uno que se activará cuando la humedad sea elevada y otro cuando la humedad sea baja. En caso de detectar una humedad alta, se modificará la frecuencia de riego, ajustándola a cada 8 horas durante 10 minutos. Si la humedad es baja, la frecuencia de riego se reducirá a cada 4 horas durante 10 minutos.

En el siguiente sistema de control de nutrientes y recirculación, se deberá monitorear el pH de la solución que se suministra a las plantas. Contará con un sensor de pH capaz de medir si el pH se encuentra en un nivel bajo, normal o alto. Tomando como referencia un invernadero hidropónico de lechugas, se establecerá que el rango de pH óptimo para estas plantas debe estar entre 5.5 y 6.5. El sensor proporcionará una señal de voltaje de 0 a 4 V para indicar que el pH es inferior a 5.5 y de 6 a 10 V para indicar que el pH es superior a 6.5.

Si el pH se encuentra por debajo del rango normal, se procederá a añadir una solución básica a los nutrientes con el fin de ajustarlo al pH adecuado, y al mismo tiempo, se mostrará en la pantalla del LOGO! el mensaje SOLUCIÓN CON PH REDUCIDO. Si el pH está por encima del rango normal, se agregará una solución ácida a los nutrientes para restablecerlo al pH óptimo, y se mostrará en la pantalla del LOGO! el mensaje SOLUCIÓN CON PH ELEVADO. Cuando el pH se encuentre dentro del rango normal, se mantendrá el suministro continuo de la solución en las raíces de las plantas, y la bomba de recirculación funcionará de manera simultánea, devolviendo cualquier exceso de solución no absorbida al depósito principal.

La última etapa del invernadero es el sistema de climatización, en el cual los ventiladores funcionarán según el horario especificado. Durante el horario diurno, que va desde las 6:00 a.m. hasta las 18:00 p.m., se activarán dos ventiladores. En el horario nocturno, que abarca desde las 18:00 p.m. hasta las 6:00 a. m. del día siguiente, se activará un único ventilador. Además, se incorporará un sensor de emergencia que detectará un aumento significativo de la temperatura y activará un tercer ventilador en cualquiera de los dos horarios, mostrando el mensaje TEMPERATURA ELEVADA en la pantalla del LOGO!.

Cada entrada y salida debe estar identificada.

Tabla 13.

Lista de componentes módulo 4

Entradas y salidas	Descripción
AI1	Sensor de pH
I1	Sistema de riego
I2	+ humedad
I3	- humedad
I4	Sensor de emergencia
Q1	Riego

Continuación de la tabla 13.

Entradas y salidas	Descripción
Q2	Solución básica
Q3	Bomba de dosificación
Q4	Bomba de recirculación
Q5	Solución ácida
Q6	Ventilador 1
Q7	Ventilador 2
Q8	Ventilador de emergencia

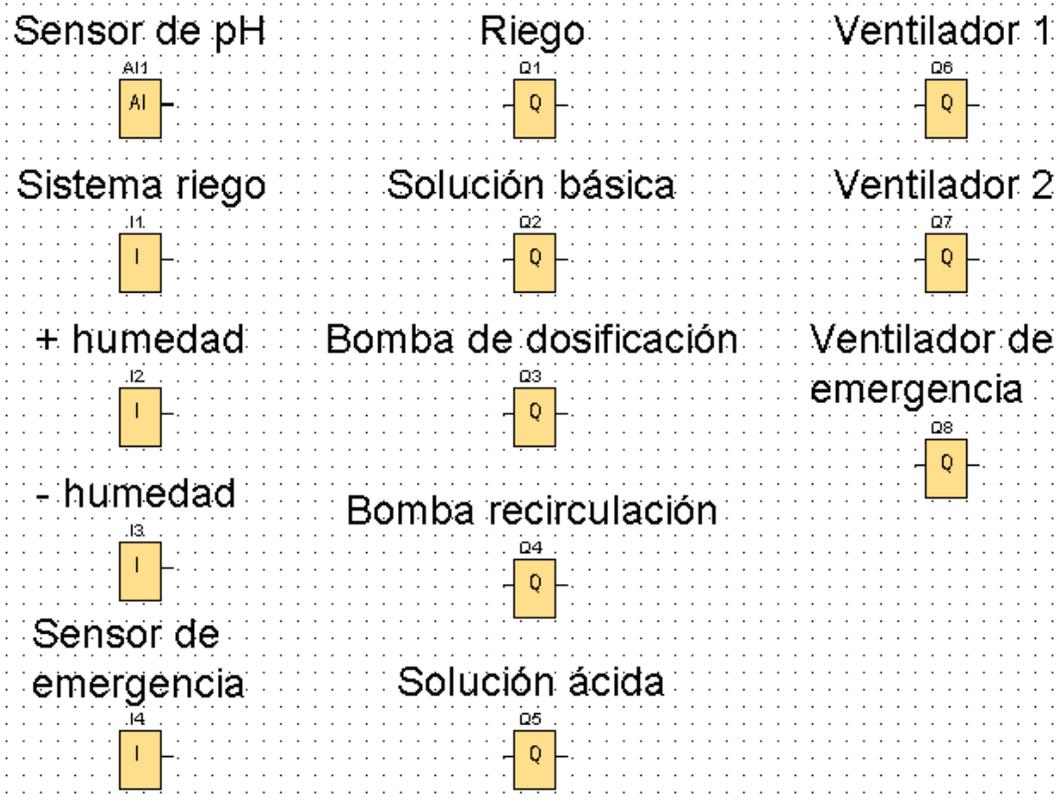
Nota. Descripción de las entradas y salidas a utilizar en el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con Word.

5.4.4. Procedimiento y resolución del problema

Se comienza identificando cada señal de entrada y salida, para tener un mejor control sobre el funcionamiento del sistema.

Figura 107.

Identificación de entradas y salidas módulo 4

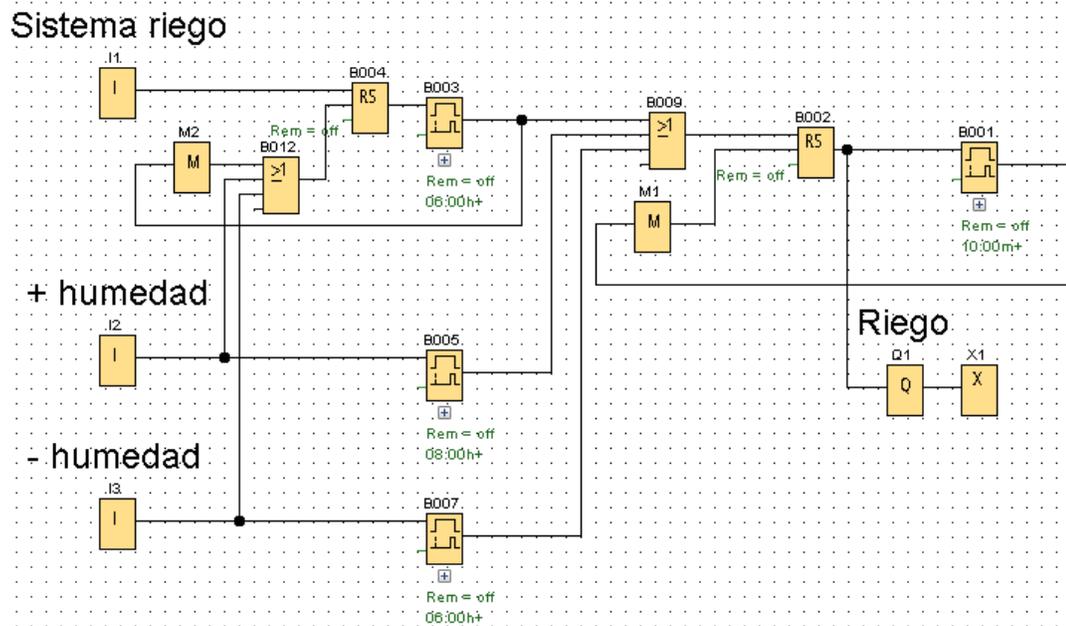


Nota. Esta imagen muestra la identificación de las entradas y salidas para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El primer sistema que se abordará en el módulo 4 será el sistema de riego automático en el cual se incluirán las señales de entrada digital I1, I2, e I3 y la señal de salida digital Q1. Se controlará la frecuencia y duración de riego por goteo para las plantas.

Figura 108.

Sistema de riego automático módulo 4



Nota. Modelo del sistema de riego para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque I1 activa el sistema de riego automático. A su vez, el bloque B004 es un relé autoenclavador que mantiene su salida activa al recibir una señal del bloque I1. La salida de este relé se conecta al bloque B003, que es un bloque de retardo a la conexión. Este bloque se encarga de medir el periodo durante el cual se llevará a cabo el riego si la humedad se encuentra en niveles óptimos.

El bloque I2 es el sensor que detecta el aumento de la humedad, y su salida se conecta a un bloque de retardo a la conexión B005, el cual es responsable de medir el periodo de riego cuando la humedad es mayor.

El bloque I3 es un sensor que detecta la disminución de la humedad, y su salida se conecta a un retardo a la conexión B007, el cual se encarga de medir el periodo de riego cuando la humedad es menor.

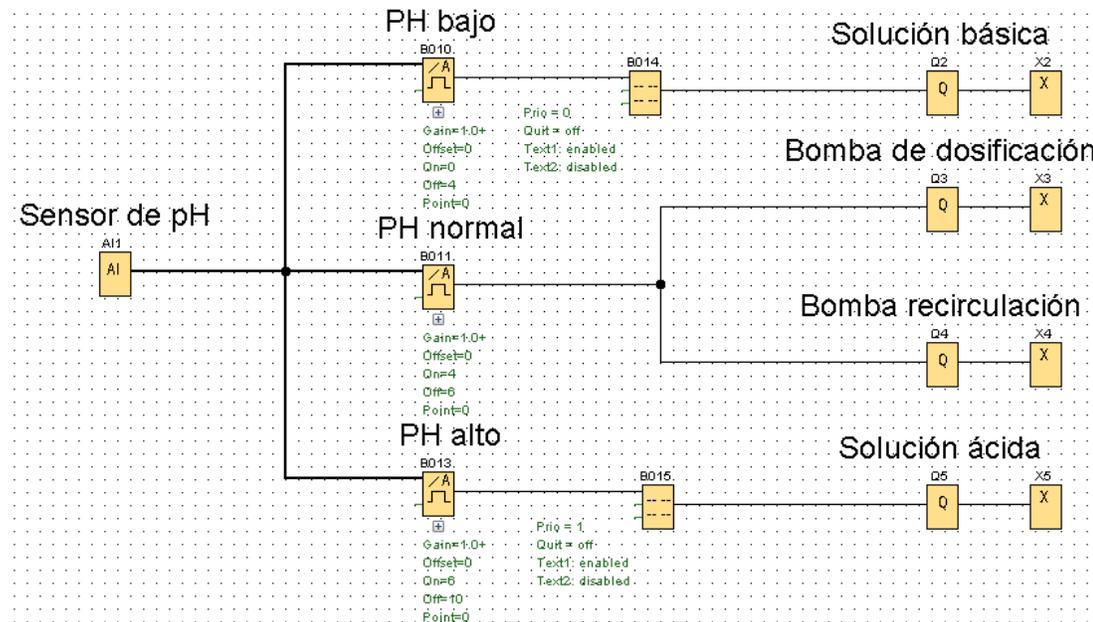
El bloque B003 debe reiniciarse cada vez que la humedad alcance niveles óptimos y haya transcurrido un periodo de riego, o cuando la humedad sea mayor o menor. Para lograr esto, se utiliza una compuerta OR representada por el bloque B012, que considerará cada una de estas condiciones. La primera condición que se introduce en la compuerta OR se relaciona con la finalización de un periodo de riego, por lo que la salida del bloque B003 se conecta a la marca M2, y la salida de esta marca se dirige hacia la compuerta. Las dos siguientes condiciones corresponden a las entradas I2 e I3, que indican aumento o disminución de la humedad. La salida de la compuerta B012 se conecta al pin de *reset* del relé autoenclavador bloque B004, lo que a su vez permite reiniciar el bloque B003.

Finalmente, se utiliza una compuerta OR, bloque B009, que activará la bomba de riego en función de diferentes intervalos de riego, considerando la humedad normal, baja o alta. Para esto, se conectan las salidas de los bloques de retardo a la conexión B003, B005 y B007 a las entradas de la compuerta. La salida de la compuerta se conecta a un relé autoenclavador el bloque B002, que registra la salida de la compuerta y la mantiene activa de manera constante. La salida del bloque B002 se conecta a un bloque de retardo a la conexión que mide el tiempo de funcionamiento de la bomba de riego, y la salida se conecta a la marca M1 para reiniciar el conteo en cada ciclo de riego. Por último, se conecta la salida Q1, que controla la bomba de riego, a la salida del bloque B002. Adicionalmente, se conecta un conector abierto X1, ya que la salida del bloque Q1 no se utilizará en esta parte del circuito.

En el sistema de control de nutrientes y recirculación, se incluirá la señal de entrada analógica AI1 y las señales de salida digital Q2, Q3, Q4 y Q5. Se suministrará la solución óptima a las plantas y se recirculará para evitar desperdicios.

Figura 109.

Sistema de control de nutrientes y recirculación módulo 4



Nota. Modelo del sistema de control de nutrientes y recirculación para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque AI1 representa el sensor encargado de medir el pH en la solución. Este sensor se conecta a los conmutadores analógicos B010, B011 y B013, los cuales determinan si el pH es bajo, normal o alto, respectivamente. Cuando el valor del sensor se encuentra en el rango de 0 a 4 V, se activa el bloque B010, indicando un pH bajo. Si el valor del sensor está entre 4 y 6 V, se activa el bloque B011, señalando un pH es normal. Por último, cuando el

sensor registra un valor de 6 a 10 V, se activa el bloque B013, indicando un pH alto.

A la salida del bloque B011 se conectan los bloques Q3 y Q4. Cuando el bloque B011 se activa, indicando un pH normal, los bloques Q3 y Q4 se activan en paralelo. Estos bloques representan las bombas de dosificación y recirculación, respectivamente, lo que permite una dosificación constante y la recirculación de la solución.

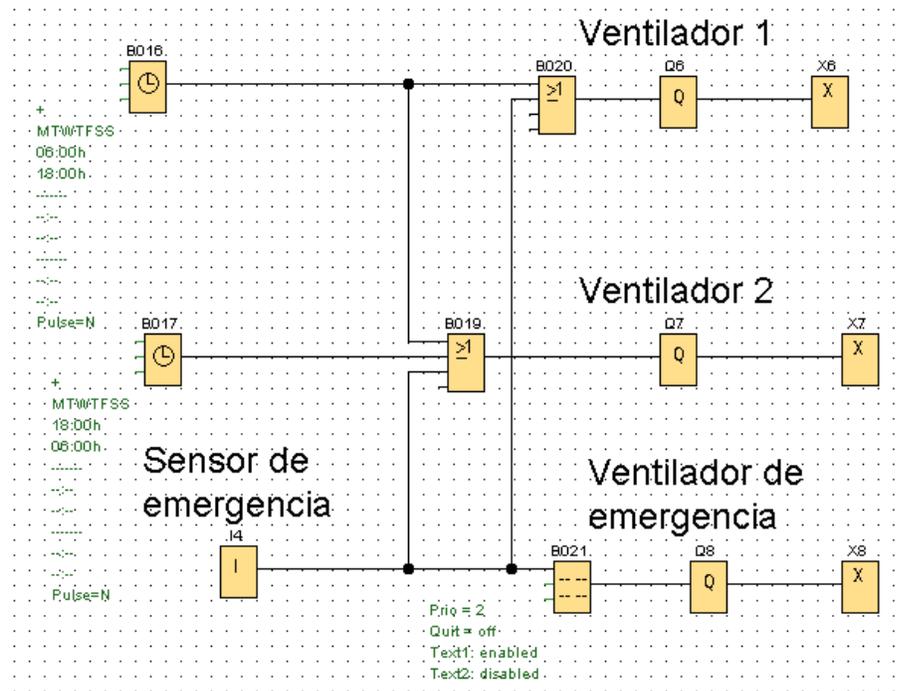
A la salida del bloque B010 se conecta un bloque de texto de aviso representado por el bloque B014, el cual mostrará el mensaje SOLUCIÓN CON PH REDUCIDO. Además, activará el bloque Q2, que representa la bomba encargada de agregar la solución básica para ajustar el pH de la solución final. Por otro lado, a la salida del bloque B013 se conecta un bloque de texto de aviso representado por el bloque B015, que mostrará el mensaje SOLUCIÓN CON PH ELEVADO. Asimismo, activará el bloque Q5, que representa la bomba encargada de agregar la solución ácida para regular el pH de la solución final.

Finalmente, se conectan cuatro conectores abiertos X2, X3, X4 y X5 a los bloques Q2, Q3, Q4 y Q5, ya que las salidas de estos no se utilizarán en este punto del circuito.

El último sistema será el de climatización, en el cual se utilizará la señal de entrada digital I4 y las señales de salida digital Q6, Q7 y Q8. En esta etapa, se activarán los ventiladores en función del horario, ya sea diurno o nocturno, y se contará con un sensor de emergencia.

Figura 110.

Sistema de climatización módulo 4



Nota. Modelo del sistema de climatización para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B016 es un temporizador semanal en el que se programará horario diurno, mientras que el bloque B017 es otro temporizador semanal en el que se programa el horario nocturno. I4 representa el sensor de emergencia que se activará si la temperatura es alta. El ventilador 1 debe activarse durante el horario diurno y también cuando el sensor de emergencia se active. Para lograr esto, se agrega una compuerta OR B020 donde se conecta la salida del bloque B016 y la salida del bloque I4. La salida de esta compuerta se conecta la salida Q6, que controla el funcionamiento del ventilador 1.

El ventilador 2 debe activarse tanto durante el horario diurno como nocturno, y también cuando el sensor de emergencia se active. Para lograr esto, se agrega una compuerta OR B019 donde se conectan las salidas del bloque B016, el bloque B017 y el bloque I4. La salida de esta compuerta se conecta a la salida Q7, que controla el funcionamiento del ventilador 2.

El bloque I4 se conecta al bloque B021, que es un bloque de texto de aviso que muestra el mensaje TEMPERATURA ELEVADA en la pantalla del LOGO!. Luego, se conecta el bloque Q8, que controla la activación del ventilador de emergencia.

Finalmente, se conectan tres conectores abiertos X6, X7 y X8, a los bloques Q6, Q7 y Q8, ya que las salidas de estos no se utilizarán en este punto del circuito.

En la siguiente sección se configuran los parámetros de los bloques y los textos de aviso.

El bloque B003 es un bloque de retardo a la conexión que se activa durante periodos de 6 horas, indicando el momento en que se deben regar las plantas cuando la humedad es óptima. Por lo tanto, en el parámetro retardo a la conexión, se debe configurar dicho valor.

Figura 111.

Bloque B003 retardo a la conexión módulo 4

B003 [Retardo a la conexión]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Retardo a la conexión

6 : 0 Horas (h:m)

Otros

Remanencia

Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B003, retardo a la conexión para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B005 es un bloque de retardo a la conexión que se activa durante periodos de 8 horas, indicando el momento en que se deben regar las plantas cuando la humedad está elevada. Por lo tanto, en el parámetro retardo a la conexión, se debe configurar dicho valor.

Figura 112.

Bloque B005 retardo a la conexión módulo 4

B005 [Retardo a la conexión]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Retardo a la conexión

8 : 0 Horas (h:m)

Otros

Remanencia

Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B005, retardo a la conexión para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B007 es un bloque de retardo a la conexión que se activa durante periodos de 4 horas, indicando el momento en que se deben regar las plantas cuando la humedad es baja. Por lo tanto, en el parámetro retardo a la conexión, se debe configurar dicho valor.

Figura 113.

Bloque B007 retardo a la conexión módulo 4

B007 [Retardo a la conexión]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Retardo a la conexión

4 : 0 Horas (h:m)

Otros

Remanencia

Protección activa

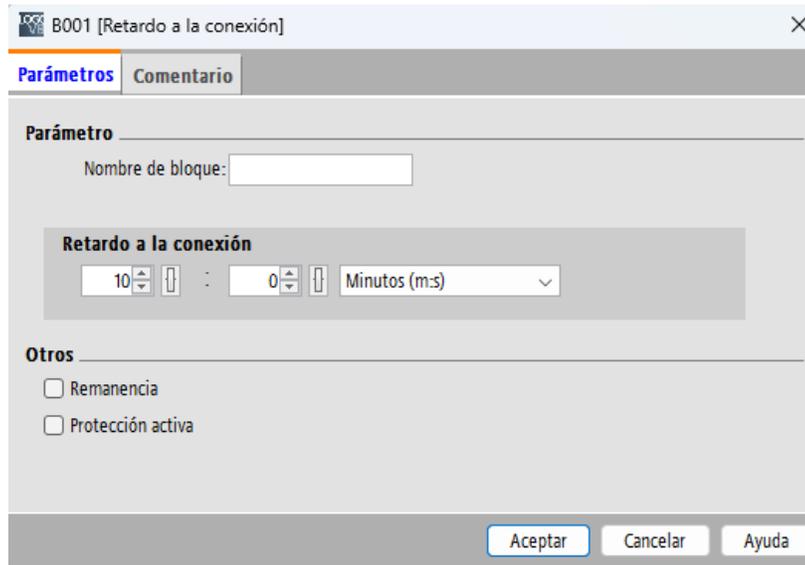
Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Configuración del bloque B007, retardo a la conexión para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B001 es un bloque de retardo a la conexión que se activa durante 10 minutos, indicando la duración del riego de la bomba. Por lo tanto, en el parámetro retardo a la conexión, se debe configurar dicho valor.

Figura 114.

Bloque B001 retardo a la conexión módulo 4

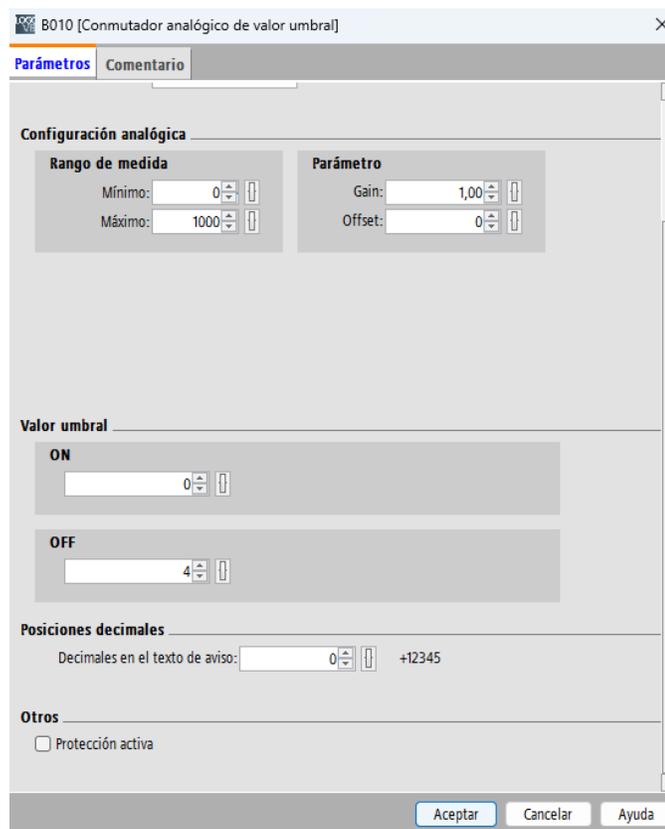


Nota. Configuración del bloque B001, retardo a la conexión para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B010 es un conmutador analógico de umbral que se activará cuando el sensor de pH esté en un rango de 0 a 4 V, lo cual corresponde a un pH bajo. Por lo tanto, es necesario configurar el parámetro de umbral con el valor de 0 V en la opción *On* y 4 V en la opción *Off*.

Figura 115.

Bloque B010 conmutador analógico de valor umbral módulo 4



Nota. Configuración del bloque B010, conmutador analógico de valor umbral para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El mismo proceso de configuración realizado en el bloque B010 se aplica a los bloques B011 y B013, con la diferencia de que el valor del parámetro de umbral es distinto en cada bloque.

En el bloque B011, se activará cuando el sensor de pH esté en un rango de 4 a 6 V, lo que indica que el pH es normal. Por lo tanto, se configura la opción *On* con un valor de 4 V y la opción *Off* con 6 V.

Figura 116.

Bloque B011 conmutador analógico de valor umbral módulo 4

The image shows a software configuration window titled "B011 [Conmutador analógico de valor umbral]". It has two tabs: "Parámetros" (selected) and "Comentario". The window is divided into several sections:

- Configuración analógica:**
 - Rango de medida:** "Mínimo:" is set to 0 and "Máximo:" is set to 1000.
 - Parámetro:** "Gain:" is set to 1,00 and "Offset:" is set to 0.
- Valor umbral:**
 - ON:** Set to 4.
 - OFF:** Set to 6.
- Posiciones decimales:** "Decimales en el texto de aviso:" is set to 0, with a unit of +12345.
- Otros:** A checkbox for "Protección activa" is unchecked.

At the bottom right, there are three buttons: "Aceptar", "Cancelar", and "Ayuda".

Nota. Configuración del bloque B011, conmutador analógico de valor umbral para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

En el bloque B013, se activará cuando el sensor de pH esté en un rango de 6 a 10 V, lo que indica que el pH es alto. Por lo tanto, se configura la opción *On* con un valor de 6 V y la opción *Off* con 10 V.

Figura 117.

Bloque B013 conmutador analógico de valor umbral módulo 4

The image shows a software configuration window titled "B013 [Conmutador analógico de valor umbral]". It has two tabs: "Parámetros" (selected) and "Comentario". The window is divided into several sections:

- Configuración analógica:**
 - Rango de medida:** "Mínimo:" is set to 0 and "Máximo:" is set to 1000.
 - Parámetro:** "Gain:" is set to 1,00 and "Offset:" is set to 0.
- Valor umbral:**
 - ON:** Set to 6.
 - OFF:** Set to 10.
- Posiciones decimales:** "Decimales en el texto de aviso:" is set to 0, with a unit of +12345.
- Otros:** A checkbox for "Protección activa" is currently unchecked.

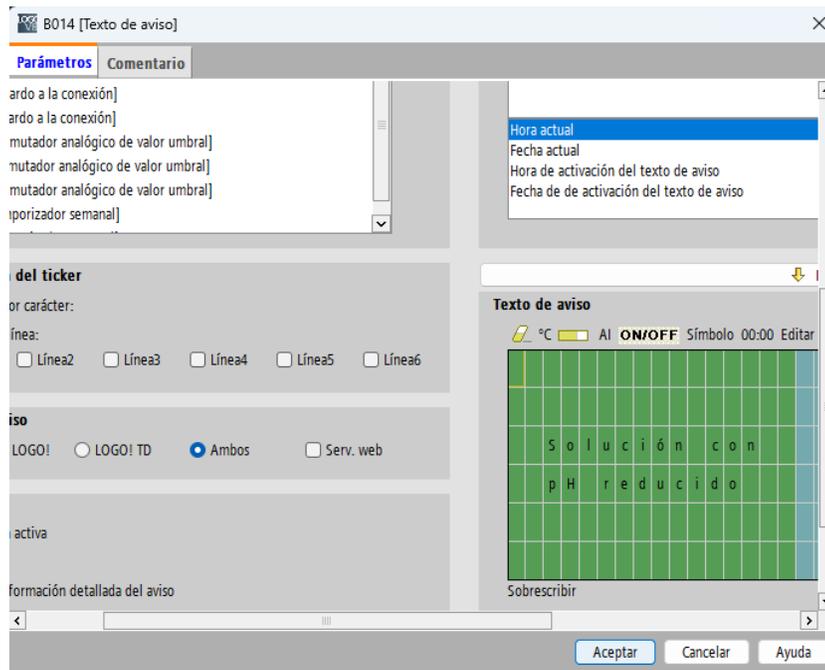
At the bottom of the window are three buttons: "Aceptar", "Cancelar", and "Ayuda".

Nota. Configuración del bloque B013, conmutador analógico de valor umbral para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B014 es un texto de aviso que se muestra cuando el pH es bajo, y debe configurarse con el mensaje SOLUCIÓN CON PH REDUCIDO.

Figura 118.

Bloque B014 texto de aviso módulo 4

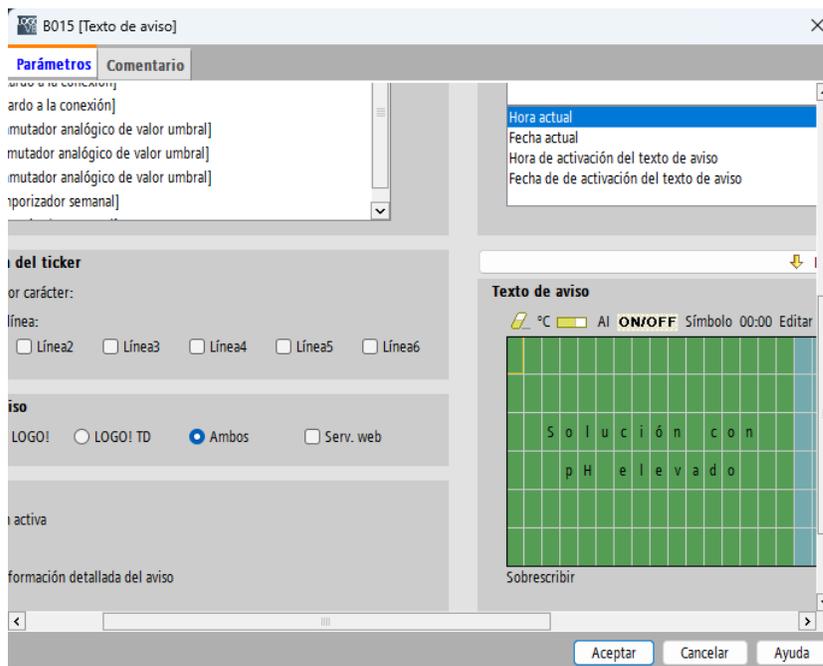


Nota. Configuración del bloque B014, texto de aviso para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B015 es un texto de aviso que se muestra cuando el pH es alto, y debe configurarse con el mensaje SOLUCIÓN CON PH ELEVADO.

Figura 119.

Bloque B014 texto de aviso módulo 4

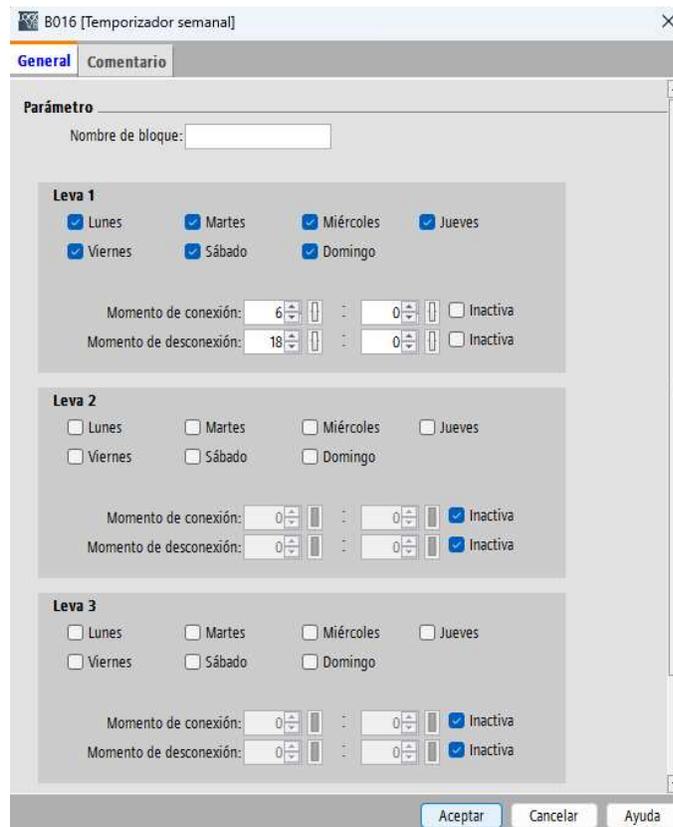


Nota. Configuración del bloque B015, texto de aviso para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B016 es un temporizador semanal encargado de activar los ventiladores durante el horario diurno. Para configurarlo correctamente, es necesario habilitar la leva 1, en la cual se deben configurar los parámetros de conexión y desconexión de 6:00 a. m. a 18:00 p. m.

Figura 120.

Bloque B016 temporizador semanal módulo 4



Nota. Configuración del bloque B016, temporizador semanal para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B017 es un temporizador semanal encargado de activar los ventiladores durante el horario nocturno. Para configurarlo correctamente, es necesario habilitar la leva 1, en la cual se deben configurar los parámetros de conexión y desconexión de 18:00 p. m a 6:00 a. m del día siguiente.

Figura 121.

Bloque B017 temporizador semanal módulo 4

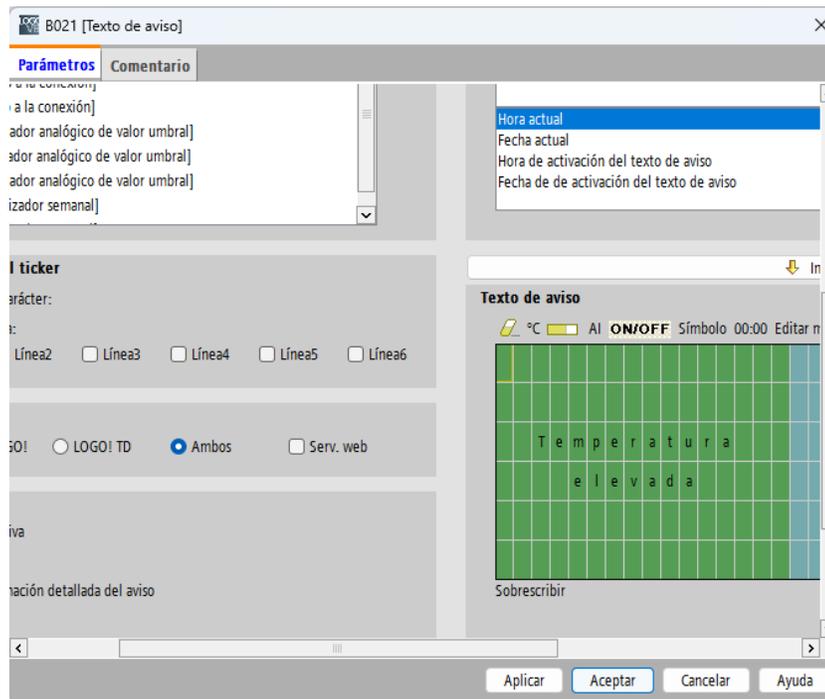


Nota. Configuración del bloque B017, temporizador semanal para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El bloque B021 es un texto de aviso que se muestra cuando el sensor de emergencia detecta que la temperatura es alta, y debe configurarse con el mensaje TEMPERATURA ELEVADA.

Figura 122.

Bloque B021 texto de aviso módulo 4

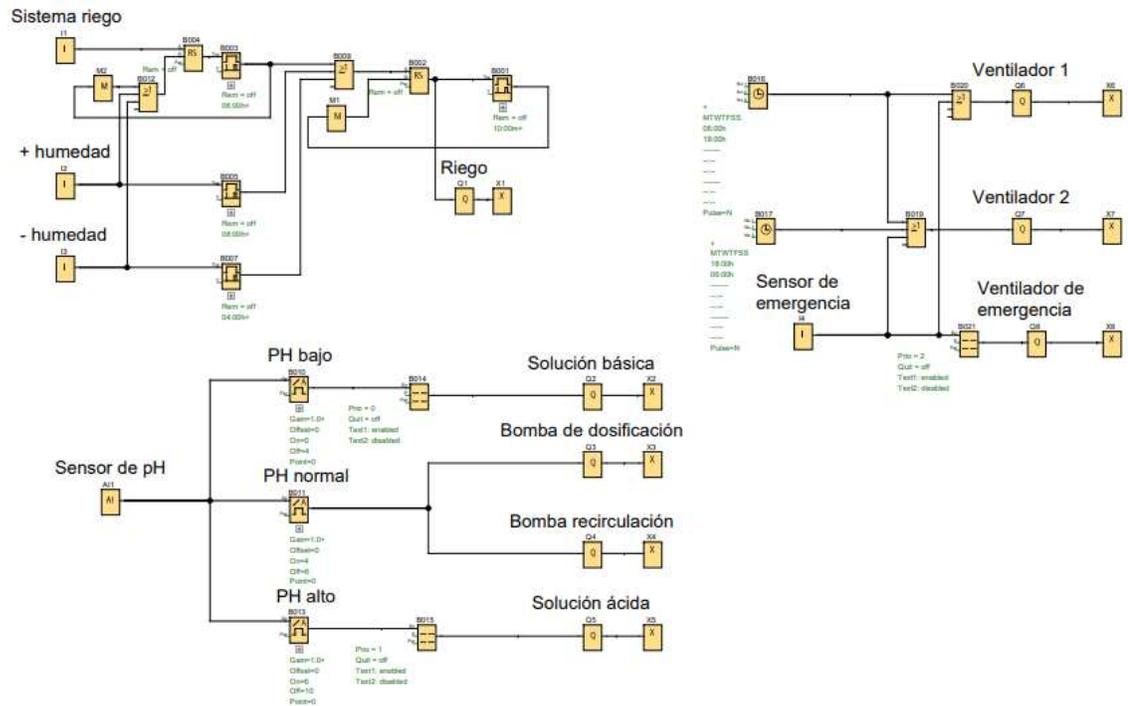


Nota. Configuración del bloque B021, texto de aviso para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

El modelo final del módulo 4: Invernadero hidropónico industrial se presenta de la siguiente manera.

Figura 123.

Modelo final módulo 4: invernadero hidropónico industrial



Nota. Modelo final para el módulo 4: Invernadero hidropónico industrial. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

5.4.5. Conclusiones

- Se ha desarrollado una solución para abordar de manera efectiva el problema planteado en la automatización de un invernadero hidropónico industrial, con el propósito de mejorar la eficiencia y optimizar el crecimiento de las plantas.
- La adecuada programación con LOGO! Soft Comfort ha logrado automatizar de manera efectiva el invernadero hidropónico industrial.

Esta automatización ha permitido ahorrar tiempo y dinero así como aumentar la productividad y la calidad en los cultivos.

- El diseño de un sistema de riego automático permite regular la frecuencia y duración del riego en base a la información de dos sensores que miden los niveles de humedad en el sustrato. Esto posibilita un uso más eficiente del agua y garantiza un cuidado óptimo y un crecimiento saludable de las plantas.
- La implementación de un sistema de control de nutrientes y recirculación contribuye al manejo de nutrientes, el control de pH y la recirculación de la solución. Esto permite ajustar los niveles de pH necesarios para suministrar la solución óptima a los cultivos, promoviendo la óptima absorción de los nutrientes, preservando la salud de las plantas y previniendo plagas. Además, al recircular la solución de nuevo al depósito principal, se evitan los desperdicios, lo que resulta en un uso eficiente de recursos.
- El diseño de una etapa de climatización permite la regulación de la temperatura en el entorno donde se encuentran las plantas mediante un sistema de ventiladores programados en diferentes horarios. Esto crea un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas. Además, la incorporación de un sensor de emergencia permite ajustar la temperatura en caso de un aumento inesperado, evitando así la acumulación de calor.
- La configuración de los parámetros de los contadores y los textos de aviso proporciona flexibilidad en el programa, lo que permite la adaptación a nuevas necesidades dentro del mismo sistema.

- Este módulo se enfoca en enseñar los fundamentos de la automatización de un invernadero hidropónico industrial, lo que contribuye significativamente en mejorar la eficiencia de los cultivos. Este sistema no solo controla el riego y la dosificación correcta de nutrientes a las plantas, sino que también garantiza un ambiente adecuado para el crecimiento de los cultivos mediante la integración de ventiladores. Demostrando de manera efectiva cómo la automatización es una solución para optimizar este proceso.

5.4.6. Recomendaciones

- Realizar una investigación previa sobre los términos y conceptos relacionados con la automatización de invernaderos hidropónicos para facilitar la comprensión de términos a lo largo de este módulo.
- Ajustar el periodo y la duración del riego en el sistema de riego satisface las necesidades específicas de cada invernadero y permite adaptarse a diferentes tipos de cultivos.
- Ajustar los conmutadores analógicos del sistema de control de nutrientes y recirculación a diversos valores de voltaje simula diferentes niveles de pH para adaptarlo a nuevos tipos de plantas. Además, es posible agregar más conmutadores para lograr un control más preciso de los niveles de pH.
- Ajustar los horarios diurnos y nocturnos en el sistema de climatización permite adaptarse adecuadamente a las necesidades específicas de cada clima o tipo de cultivo. Además, se pueden agregar más ventiladores para mejorar la eficiencia en esta etapa.

- Verificar periódicamente cada uno de los sistemas del invernadero hidropónico para asegurarse de que todo esté funcionando en el orden correcto, y tomar medidas preventivas ante posibles problemas.

CONCLUSIONES

1. El diseño de un manual didáctico basado en el PLC LOGO! de Siemens, orientado a la automatización de cuatro proyectos industriales mediante simulaciones, facilita la comprensión de la programación del LOGO! y ofrece una herramienta accesible para resolver problemas en el ámbito de la automatización industrial.
2. La automatización de procesos industriales con el PLC LOGO! de Siemens se presenta como una solución eficaz que optimiza recursos y mejora la productividad, gracias a su fácil manejo y versatilidad para automatizar una amplia gama de procesos industriales actuales.
3. La elaboración y resolución de cuatro módulos didácticos mediante simulaciones en el *software* LOGO! Soft Comfort proporciona un enfoque práctico para abordar problemas específicos, promoviendo un aprendizaje práctico.
4. La aplicación de las funciones básicas y especiales del *software* para resolver los problemas de cada módulo permite familiarizarse con el entorno de programación, desarrollando las habilidades necesarias para enfrentar futuros desafíos en la automatización.
5. Los conocimientos adquiridos sobre la configuración de los bloques en el *software* refuerzan los conceptos teóricos y permiten su aplicación práctica, contribuyendo a una comprensión más profunda y a la capacidad de resolver problemas de manera efectiva.

6. Demostrar el proceso de transferencia al dispositivo LOGO! físico permite a los lectores aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos, llevando las simulaciones a un entorno real y obteniendo resultados concretos.
7. Facilitar el acceso a los recursos para el uso del *software* fortalece las habilidades de los lectores en temas de automatización industrial, preparándolos para enfrentar desafíos laborales y promoviendo su integración en el sector industrial.
8. Este manual proporciona las habilidades necesarias para programar y resolver problemas con el PLC LOGO! de Siemens mediante simulaciones en el *software* LOGO! Soft Comfort, con un enfoque orientado a la optimización y eficiencia en los procesos industriales.

RECOMENDACIONES

1. Realizar autoevaluaciones continuas para medir el nivel de progreso y comprensión, identificando las áreas que requieren mejora en cada módulo. Además, es fundamental seguir cada módulo práctico de manera secuencial, con el fin de asegurar un aprendizaje óptimo en cada fase y garantizar el cumplimiento eficaz de los objetivos establecidos.
2. Consultar la documentación o manuales oficiales para obtener información precisa sobre el modelo de LOGO! a utilizar, dado que existen diferentes versiones. Esto permitirá comprender las limitaciones de cada una y ajustarlas de acuerdo con las necesidades específicas de cada aplicación.
3. Utilizar el *software* LOGO! Soft Comfort para programar el controlador lógico programable LOGO! de Siemens, ya que es la herramienta oficial diseñada para estos dispositivos y permite trabajar con diferentes versiones de LOGO!. Esto asegura una configuración y programación eficientes. Además, es importante mantenerse actualizado sobre las nuevas versiones del *software* y asegurarse de tener instalada la versión más reciente.
4. Realizar pruebas simuladas en el *software* LOGO! Soft Comfort antes de transferir los programas al controlador LOGO! físico, con el fin de prevenir posibles fallos en el funcionamiento. Dado que los ejemplos están orientados a situaciones reales de automatización industrial, es

crucial anticipar cada posible error para garantizar la efectividad de los proyectos futuros.

5. Seguir el proceso descrito en el anexo 1 para llevar a cabo la implementación física de alguno de los módulos, el cual detalla el procedimiento adecuado para transferir el programa desde el *software* al dispositivo LOGO! real, mediante una tarjeta microSD.

REFERENCIAS

- Guardado, M., & Fariñas, A. (2016). *Diseño y simulación del control y funcionamiento de un ascensor utilizando Logo Soft Comfort y PLC LOGO 230 RC de Siemens para un edificio de cuatro plantas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua]. Archivo digital. <https://ribuni.uni.edu.ni/1177/1/80499.pdf>
- Mamani, G. (2021). *Diseño e implementación de un prototipo para automatizar el proceso de embotellado de yogurt en la planta lechera*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna de Perú]. Archivo digital. <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1860/Mamani-Huanacuni-Gilber.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

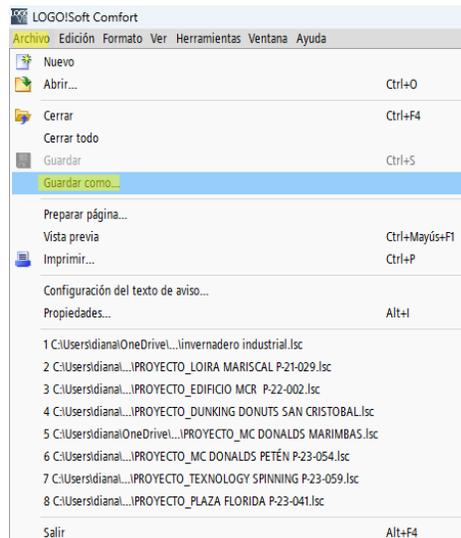
APÉNDICE

Apéndice 1.

Transferencia del programa por medio de la microSD al LOGO! Siemens

A continuación, se detalla el proceso de transferencia del programa del módulo 4: Invernadero hidropónico industrial, creado en LOGO! Soft Comfort, hacia el PLC LOGO! Siemens mediante una tarjeta microSD.

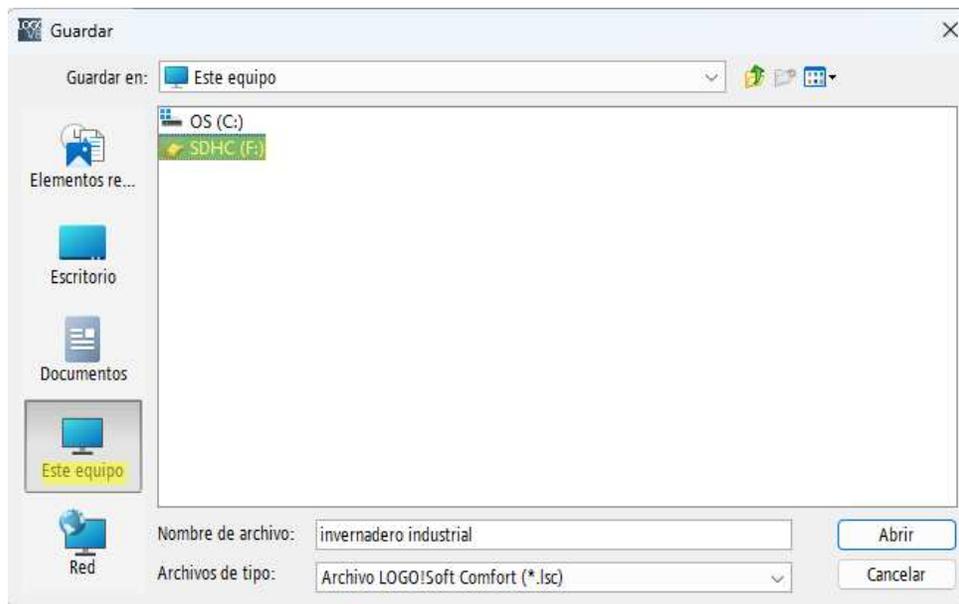
Para llevar a cabo este proceso, es necesario guardar el programa en la tarjeta en formato .bin para que el LOGO! lo reconozca. El primer paso consiste en acceder a la opción Archivo en la barra de menús y luego seleccionar Guardar como....



Nota. Paso 1 para transferir el programa por medio de la microSD al LOGO! Siemens. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Continuación del apéndice 1.

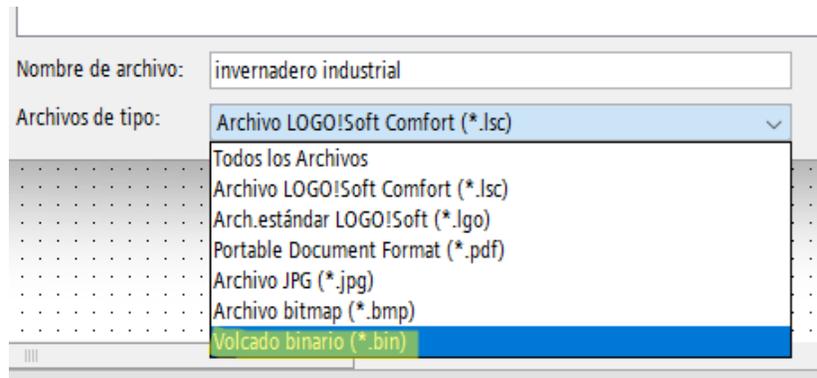
El siguiente paso implica buscar la tarjeta microSD en la sección de Este equipo y seleccionarla para ingresar.



Nota. Paso 2 para transferir el programa por medio de la microSD al LOGO! Siemens. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

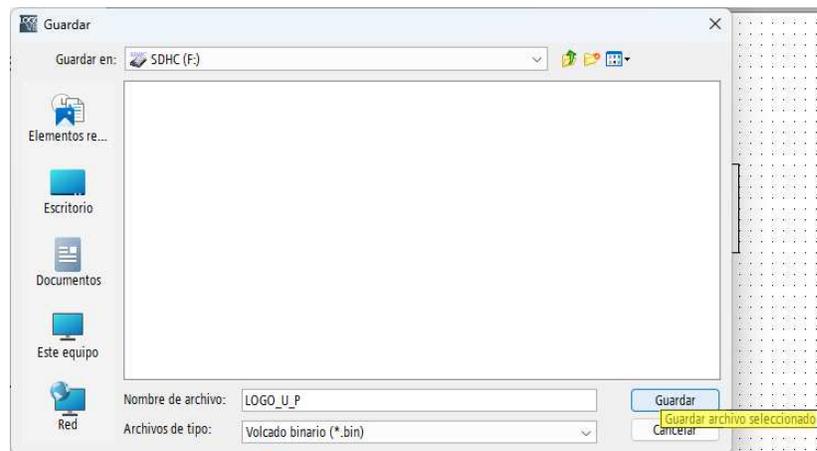
El tercer paso es buscar en la sección Archivos de tipo la opción Volcado binario (*.bin) para guardar el programa en este formato.

Continuación del apéndice 1.



Nota. Paso 3 para transferir el programa por medio de la microSD al LOGO! Siemens. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

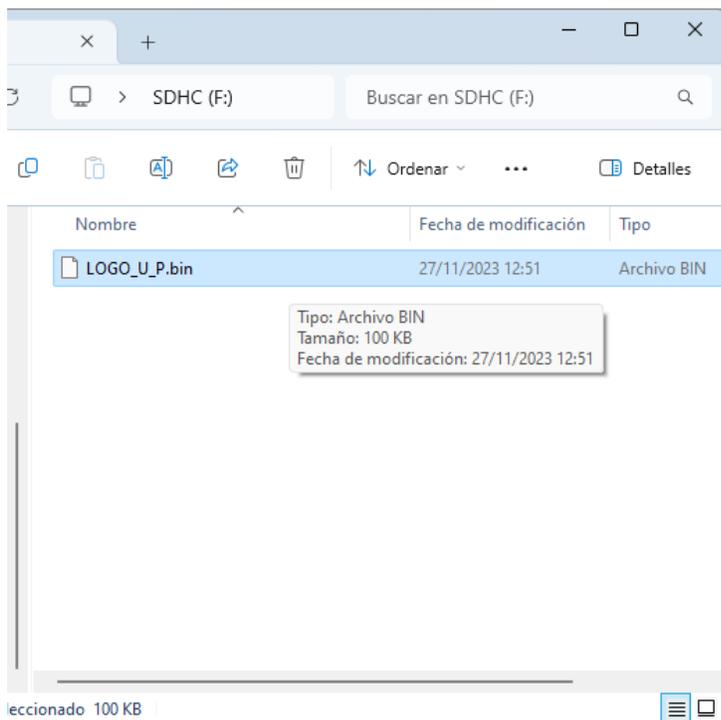
Por último, hay que guardar el programa en la memoria microSD seleccionada con el formato .bin.



Nota. Paso 4 para transferir el programa por medio de la microSD al LOGO! Siemens. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Continuación del apéndice 1.

Para confirmar que el programa se transfirió correctamente, ingresamos a la tarjeta microSD y verificamos la presencia del archivo LOGO_U_P.bin, lo que indica que la transferencia del programa fue exitosa.



Nota. Transferencia del programa exitosa a la tarjeta microSD al LOGO! Siemens. Elaboración propia, realizado con LOGO! Soft Comfort V8.3.

Para finalizar, es necesario insertar la tarjeta microSD en la ranura del LOGO! e iniciar el programa.

Nota. Transferencia del programa por medio de la microSD. Elaboración propia.