UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA UNA EMBOTELLADORA DE ADHESIVO MEDIANTE PROGRAMACIÓN DE PLC OMRON Y SUPERVISIÓN POR PANTALLA HMI"

TRABAJO FIN DE GRADO

Julio -2025

AUTOR: Cristian Guill Muñoz DIRECTOR/ES: Óscar Reinoso García

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Neoflex, por contratar a ElectrikPLC y hacer posible la realización de este proyecto.

A Carlos Parpal, por sus valiosas enseñanzas, su paciencia y los consejos que me ha ofrecido a lo largo de este proceso. Su experiencia y dedicación han sido fundamentales en mi aprendizaje, tanto a nivel profesional como personal.

A mi familia, por creer en mí incondicionalmente y estar a mi lado en cada etapa.



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	PROGRAMACIÓN AUTÓMATA OMRON	6
_2.1	. CONFIGURACIÓN	6
_2.	1.1. ENTRADAS / SALIDAS	9
_2.	1.2. ENCODER	10
_2.	1.3. BÁSCULA	11
_2.2	.ESTRUCTURA PROGRAMACIÓN	12
_2.	2.1.ESTRUCTURA DE PROGRAMACIÓN PRINCIPAL	12
	2.2.1.1.GESTIÓN DE ALARMAS	12
	2.2.1.2.CONTROL ENCONDER	14
	2.2.1.3.MODO TRABAJO	15
	2.2.1.4.CONTROL MARCHA/PARO	17
	2.2.1.5.CONTROL CINTAS ENTRADA	18
	2.2.1.6.CONTROL DE LLENADO	26
	2.2.1.7.CONTROL DE ENTRADA DE TAPONES	31
	2.2.1.8.CONTROL DE ETIQUETADORA	43
	2.2.1.9. CONTROL SOBRE CINTA 1 Y 2	47
_2.	2.2.GESTIÓN BÁS <mark>CULA</mark>	50
	2.2.2.1.REC <mark>EPCIÓN</mark> DE LA TRAMA	51
	2.2.2.2.CONVERSI <mark>ONES</mark>	54
	2.2.2.3.CONTROL PESADA	60
	2.2.2.4.CONTROL RECHAZADOR	63
_2.	2.3.SALIDAS	65
_2.2	. PROGRAMACIÓN PANTALLA HMI DELTA	70
_2.	3.1. VENTANA MENÚ AUTOMÁTICO	72
	2.3.1.1. MOVIMIENTO DE LAS BOTELLAS DE ENTRADA	73
	2.3.1.2. MOVIMIENTO DE TAPONES	78
	2.3.1.3. MOVIMIENTO LLENADO DE PIPETAS	82
	2.3.1.4. MOVIMIENTO LLENADO DE BOTELLAS	85
	2.3.1.5. MOVIMIENTO DE LAS BOTELLAS A LA ETIQUETADORA	86
	2.3.1.6. MOVIMIENTO BOTELLA PESAJE	89
_2.	3.2. MENÚ MANUAL	91
	2.3.2.1. GRUPO DE LLENADO	91
4	2.3.2.2. GRUPO TAPONES	92
	2.3.2.3. GRUPO ETIQUETADORA	92

4. CONCLUSIÓN	
3. PRESUPUESTO	
_2.3.6. PARÁMETROS BOTELLA GRANDE Y PEQUEÑA	
_2.3.5. MENÚ PARÁMETROS PESAJE	
_2.3.4. MENÚ HISTORIAL DE ALARMAS	
_2.3.3. MENÚ ALARMAS ACTIVAS	
2.3.2.4. GRUPO CINTA SALIDA	



1. INTRODUCCIÓN

La automatización industrial representa uno de los pilares fundamentales para mejorar la seguridad y la eficiencia en los procesos de fabricación. Este proyecto de fin de grado tiene como objetivo la implementación de un sistema de control automatizado para una línea de embotellado de adhesivo en la empresa Neoflex, mediante la programación de un autómata Omron y su integración con una pantalla HMI Delta para la supervisión y operación del proceso. Esta línea de producción requiere la sincronización de diversos elementos como cintas transportadoras, sistemas de llenado, tapado, etiquetado, y pesaje, lo cual demanda un control eficiente y centralizado.

Entre los principales objetivos del proyecto se encuentran:

- La configuración del PLC Omron, incluyendo el mapeo de entradas y salidas digitales y analógicas, la integración de un encoder para el control del posicionamiento, y la gestión de las entradas/salidas de la báscula.
- El desarrollo de la estructura de programación principal, contemplando funciones como el control de marcha/paro, gestión de alarmas, modos de trabajo (automático y manual), control de cintas, llenado de adhesivo, entrada de tapones, etiquetadora y cinta de salida.
- La puesta en marcha de la programación específica para la báscula, incluyendo la recepción de la trama de datos, conversiones, control del pesaje y la gestión del sistema de rechazo en caso de errores.
- El diseño y programación de la pantalla HMI Delta, que permitirá la interacción intuitiva del operario con el sistema. Se desarrollarán pantallas tanto en modo automático como manual, además de interfaces para alarmas, histórico de pesajes, y parámetros específicos para diferentes formatos de botellas (grandes y pequeñas).

Para alcanzar los objetivos previstos, en primer lugar, se comienza con la configuración del autómata y los dispositivos periféricos, seguida del desarrollo progresivo del programa de control, dividiendo el proceso en secciones funcionales (llenado, taponado, etiquetado, pesado y rechazo). A continuación, se implementará la interfaz HMI que permitirá al operario supervisar y gestionar todo el sistema. Finalmente, se realizarán pruebas de funcionamiento para verificar el correcto comportamiento del sistema y su adaptación a las necesidades de producción de la empresa. Con la automatización de esta línea de embotellado, se espera mejorar la eficiencia operativa,

asegurar la uniformidad del producto, reducir el margen de error, y facilitar las labores de mantenimiento del sistema.

Neoflex, empresa a la que se destina esta solución, se centra en el desarrollo de productos adhesivos innovadores y respetuosos con el medio ambiente. La compañía abrió sus puertas en 1969 de la mano de Marceliano Coquillat, con el objetivo inicial de suministrar adhesivos para la industria del calzado. No fue hasta 1995 que la propiedad pasó completamente a la familia Escobar Coquillat. A lo largo de los años, Neoflex ha experimentado numerosos hitos significativos, destacando la apertura en 2008 de una planta PUR Hotmelt, pionera en España, y su integración en 2021 en el grupo italiano COIM, especializado en productos químicos, lo que ha reforzado su presencia en el mercado internacional.

2. PROGRAMACIÓN AUTÓMATA OMRON

Para la realización de este proyecto se ha elegido poner un PLC de la marca Omron, concretamente el modelo "CP1L-E". Este modelo tiene conexión mediante "Ethernet/IP", es por ello que utilizaremos este bus de campo para comunicarnos con la pantalla HMI de Delta y con nuestro software, el cual es el "Cx-Programmer".

2.1. CONFIGURACIÓN

Antes de entrar a realizar cualquier configuración debemos de asegurarnos estar en el mismo rango que nuestro autómata. Para ello debemos de tener el cable RJ45 conectado a nuestro ordenador y al autómata. El rango de nuestro autómata es "192.168.250.10", este rango lo podemos saber bien porque nos lo dice la empresa o bien porque utilizamos un software de búsqueda de IP (en mi caso Advanced-IP). Para poner el rango nuestro ordenador con el PLC seguiremos lo siguientes pasos:

 Entraremos al modo configuración del ordenador, en nuestro caso al ser el S.O de Windows lo haremos tal como se muestra en la Ilustración 1.

Trabajo final de grado

Cristian Guill Muñoz



Ilustración 1: Configuración de Rango

 Una vez hemos conseguido entrar en la configuración de nuestro ordenador, debemos seguir la siguiente ruta: red e internet, Ethernet y editar.

	Configuración						
(A	Cristian Guill cristiangm99@hotmail.com	Red e	e Internet > Eth	ernet			
Bus	car una configuración	Ç	Red no identificada Sin Fremet				
^	Inicio		Configuración de autenticación				Editar
	Sistema		Conexión de uso medido Es posible que algunas aplicaciones fi	uncionen de forma diferente para redu	cir el uso de datos cuando estés coñectado a esta red	j Desa	ctivado 💽
8	Bluetooth y dispositivos		Establecer un límite de datos par	a ayudar a controlar el uso de dati	os en esta red		
🗢 ا	Red e Internet						
1	Personalización		Asignación de IP:				
	Aplicaciones		Dirección IPv4:				Editar
			Mascara IPv4:	255.255.0.0			

Ilustración 2: Configuración del rango

3) Una vez hemos entrado a la pantalla de edición de IP solo activaremos la opción IPv4 y de forma manual. En este punto debemos tener diferenciados dos partes. Por una parte, tenemos la "dirección IP", la cual para que este en el mismo rango que nuestro PLC, los primeros tres bloques de números (separados entre ellos por un punto) deben ser iguales y el último bloque debe ser diferente al de nuestro autómata. Es decir, que si el rango de nuestro PLC acaba en 10, nosotros lo podemos poner por ejemplo en 60.

Por otra parte, tenemos la "mascara de subred", la cual la debemos poner como en la Ilustración 3 (siempre se suele poner esa).

Manual	~
IPv4 Activado	
Dirección IP	
192.168.250.60	
Máscara de subred	
255.255.255.0	×

Ilustración 3: Configuración del rango

 Por último, debemos comprobar el rango haciendo un "ping" a la dirección del autómata y si recibimos respuesta quiere decir que si estamos en el mismo rango. Para ello, en el buscador de Windows ponemos "cmd" (Simbolo del sistema) y lo abrimos. Una vez abierto escribimos: "ping 192.168.250.10".

🖭 Símbolo del sistema 🛛 🗙	+ ~					
Microsoft Windows [Versión 10.0.26100.4061] (c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.						
C:\Users\crist>ping 192.16	58.250.10					
Haciendo ping a 192.168.25 Respuesta desde 192.168.25 Respuesta desde 192.168.25 Respuesta desde 192.168.25 Respuesta desde 192.168.25	50.10 con 50.10: byt 50.10: byt 50.10: byt 50.10: byt	32 bytes de da es=32 tiempo=3 es=32 tiempo=3 es=32 tiempo=3 es=32 tiempo=3	tos: ms TTL=30 ms TTL=30 ms TTL=30 ms TTL=30 ms TTL=30			
Estadísticas de ping para Paquetes: enviados = 4 (0% perdidos), Tiempos aproximados de ida Mínimo = 3ms Máximo =	192.168.2 4, recibid a y vuelta = 3ms Med	50.10: los = 4, perdid en milisegund	os = 0 os:			
C:\Users\crist>	- 5 m 3 , fieu	<u>110 - 3</u> m3				

Ilustración 4: Configuración del rango

2.1.1. ENTRADAS / SALIDAS

La persona que ha realizado el cableado del cuadro eléctrico industrial también ha cableado las entradas y salidas de nuestro autómata Omron.

Siendo nuestras entradas:

Tipo de datos	Dirección / Valor	Ubicación d	Uso	Comentario
BOOL	0.02		Entrada	Puls_Marcha_Ciclo
BOOL	0.03		Entrada	Puls_Paro_Ciclo
BOOL	0.04		Entrada	Sel_Manual_Automatico
BOOL	0.05		Entrada	Sen_Entrada_Llenadora
BOOL	0.06		Entrada	Sen_Presencia_Primera_Botella
BOOL	0.07		Entrada	Sen_Arriba_Llenadora
BOOL	0.08		Entrada	Sen_AntiGoteo_Atras
BOOL	0.09		Entrada	Sen_Presencia_Tapon
BOOL	0.10		Entrada	Sen_Botella_En_Roscado
BOOL	0.11		Entrada	Sen_Avance_Introducir_Tapon
BOOL	1.00		Entrada	Sen_Tapon_Arriba
BOOL	1.01		Entrada	Sen_Altura_Roscado_Ok
BOOL	1.02		Entrada	Sen_Tapon_Abajo
BOOL	1.03		Entrada	Sen_Tapon_Avance
BOOL	1.04		Entrada	Sen_Tapon_Retroceso
BOOL	1.05		Entrada	Sen_Centrado_Roscado_Atras
BOOL	1.06		Entrada	Sen_Botella_Etiquetadora
BOOL	1.07		Entrada	Sen_Botella_Empujador_Entrada_Bascula
BOOL	1.08		Entrada	Sen_Empujador_a_Bascula_Fuera
BOOL	1.09		Entrada	Sen_Avance_Expulsor_Bascula
BOOL	1.10		Entrada	Sen_Botella_Expulsor
BOOL	1.11		Entrada	Sen_Expulsor_Rechazador_Fuera
BOOL	2.08		Trabajo	Sen_Llenado_Ok
BOOL	3.06		Trabajo	Puls_Emergencia

Ilustración 5: Entradas analógicas

Y siendo nuestras sa	alidas:	

Tipo de datos	Dirección / Valor	Ubicación d	Uso	Comentario
BOOL	100.00		Salida	K_Piloto_Marcha
BOOL	100.01		Salida	Piloto_Selector_Man_Aut
BOOL	100.02		Salida	Ev_Stop_Entrada_Llenadora
BOOL	100.03		Salida	Ev_Stop_Salida_Llenadora
BOOL	100.04		Salida	Ev_Salida_Bandeja_Antigoteo
BOOL	100.05		Salida	Ev_Baja_Llenadora
BOOL	100.06		Salida	Ev_Introductor_Tapon
BOOL	100.07		Salida	Ev_Abre_Pinza_Tapon
BOOL	101.00		Salida	V_Marcha_Cinta_Tapones
BOOL	101.01		Salida	V_Lenta_Rapida_Cinta_Tapones
BOOL	101.02		Salida	V_Cinta_Botellas
BOOL	101.03		Salida	V_Rapida_Botellas
BOOL	101.04		Salida	V_Salida_Etiquetas
BOOL	101.05		Salida	V_Giro_Botella_Etiqueta
BOOL	101.06		Salida	V_Transporte_Cinta_1
BOOL	101.07		Salida	V_Transporte_Cinta_2
BOOL	102.00		Trabajo	Ev_Avance_Tapon
BOOL	102.01		Trabajo	Ev_Baja_Tapon
BOOL	102.02		Trabajo	Ev_Motor_Roscado
BOOL	102.03		Trabajo	Ev_Tope_Centrado_Roscado
BOOL	102.04		Trabajo	Ev_Expulsor_Botella_Roscada
BOOL	102.05		Trabajo	Ev_Empujador_Aplicador_Etiqueta
BOOL	102.06		Trabajo	Ev_Empujador_a_Pesadora
BOOL	102.07		Trabajo	Ev_Expulsor_de_Pesadora
BOOL	103.00		Trabajo	Ev_Retroceso_Tapon
BOOL	103.01		Trabajo	Libre
BOOL	103.02		Trabajo	Libre
BOOL	103.03		Trabajo	Libre

Ilustración 6: Salidas analógicas

Como podemos observar, tenemos algunas salidas libres. Eso es debido a que se le ha colocado 2 módulos de expansión de entradas y salidas y esas han sobrado. Si en un futuro la maquina requiriese tener que poner algún elemento más, podríamos utilizar estas salidas sin necesidad de añadir otro módulo de E/S.

Debemos de aclarar que los comentarios son puestos por nosotros a medida que vamos haciendo pruebas y vamos descubriendo que es y que hace cada elemento. Estas entradas y salidas las iremos utilizando a lo largo de nuestro programa, debido a eso es necesario una pequeña leyenda aclarando las nomenclaturas de los comentarios de las variables.

Puls	=	Pulsador
Sel	=	Selector
Sen	=	Sensor
Κ	=	Botón
Ev	=	Electrovalvula
V	=	Velocidad

Ilustración 7: Leyenda E/S

2.1.2. ENCODER

En este caso en concreto tenemos un encoder rotatorio, el cual es el encargado de convertir el movimiento angular o la posición de un eje giratorio en pulsos eléctricos.

Una vez abierto nuestro programa, entraremos al entorno del software del Cx-Programmer. En la parte izquierda (donde tenemos el árbol de nuestro proyecto) pincharemos en "configuración" para acto seguido pincharle a "entrada incorporada". Una vez pulsado se nos aparecerá el menú que aparece en la "Ilustración 8" en donde personalizaremos unos parámetros para nuestro encoder.

	20 [Nombre de Sección : Control_Encoder] Conversion Encoder La recelution del Encoder acta 2010 Pulsed Rom Configuración del Piconder acta 2010 Piconder acta 2010 Piconder 2010 Piconder 2010 Piconder 2010 Piconder 2010 Pic			
Programas a−∰ Principal (00) a Gortica Provide (05)	Archivo Opciones Ayuda Configuración Temporizaciones Constante de entrada Puerto serie 1 Puerto serie 2 Servicio de perféricos Entrada incorporada			
ur vog veston-pascula (∪3) ⊕ vog HMLPantalla (10) –∰ Bloques de función	Contador de alta velocidad 0 ✓ Usar contador de alta velocidad 0 Modo de contaje ⓒ Modo lineal ⓒ Modo circular Valor máximo de contaje ⓒ Valor máximo de contaje ⓒ			
	Restaurar Software Image: Software Restaurar Fase Z + Software Image: Software Tipo de entrada Fase diferencial Image: Software Image: Software Image: Software			

Ilustración 8: Configuración Encoder

Señalamos la casilla de "usar contador de alta velocidad 0" para poder activas los parámetros que queremos configurar. De esta manera:

- <u>Modo lineal:</u> Elegimos esta opción porque queremos que el valor del contador simplemente aumente y disminuya según el giro del encoder. De esta forma

no hay límite superior o inferior predefinido, es decir, que el conteo puede seguir sumando o restando indefinidamente (dentro del rango de 32 bits).

- <u>Restaurar:</u> Mediante Software.
- <u>Fase diferencial</u>: Es porque este modelo de autómata cuadruplica el número de pulsos por vueltas, por tanto, necesitamos que también lea A/ y B/ y no solo A y B. De esta forma el receptor compara A con A/ y B con B/.

2.1.3. BÁSCULA

Hemos utilizado una báscula "SWIFT V RS+ANA" de la marca Utilicell para poder pesar las botellas después del llenado del adhesivo y de esta manera rechazar la botella si esta supera unos estándares de peso puestos por la empresa. Para poder comunicarla con el autómata hemos tenido que configurar el puerto 1 de la configuración de nuestro autómata. Para ello, se ha tenido que conectar mediante un conector estándar DB9 donde la parte del macho la conectaremos al hueco del puerto 1 del autómata y la parte de la hembra la conectaremos en nuestra báscula. A partir de la "Ilustración 9" procederemos a explicar cómo hacer una correcta configuración.



Ilustración 9: Configuración de la báscula eNod4-T mediante puerto 1 del PLC

Volvemos a entrar en la configuración de nuestro programa para llegar a la ventana emergente que pone "Puerto serie 1". Una vez allí los apartados que vamos a modificar son:

- <u>Configuración de comunicaciones</u>: Donde elegiremos la forma personalizada para cambiar la velocidad y el formato.
 - Velocidad: 19200 bps (bits por segundo)
 - Formato: 8,1N (8 bits de datos, 1 bit de parada, Sin paridad)
 - Modo: RS-232C (tipo de comunicación serie estándar utilizada)

- <u>Código de inicio</u>: Elegiremos la opción de configurar y el código que pondremos será "0x0002". Esto es para hacer una comunicación mediante código ASCII en el cual el PLC cuando reciba un byte con ese valor, entenderá que empieza un mensaje.
- <u>Código de fin:</u> Debemos poner un código de fin para saber cuándo termina nuestro mensaje y así poder procesar la información dada entre nuestro byte de inicio y nuestro byte de fin. El código será "0x0004".

Todos estos parámetros de comunicación citados anteriormente deberán configurarse de igual forma en nuestra báscula SWIFT V RS para que la comunicación con nuestro PLC Omron CP1L-E funcione correctamente.

Esa configuración en la báscula, la podemos hacer de forma manual tocando los botones físicos de la báscula SWIFT V RS.

2.2.ESTRUCTURA PROGRAMACIÓN

Una vez realizada la configuración inicial podemos proceder al grueso del proyecto, la programación del autómata CP1L-E. Lo he dividido en tres grandes bloques:

🗄 🖓 Programas	
🗄 🖓 Principal (00)	
🕀 🤯 Gestion_Bascula (05)	

Ilustración 10: Estructura de la programación

2.2.1. ESTRUCTURA DE PROGRAMACIÓN PRINCIPAL

2.2.1.1.GESTIÓN DE ALARMAS

Para la gestión de alarmas contamos con el módulo de seguridad G9SE-201 de Omron el cual se alimenta a 24V CC.



Ilustración 11: Módulo de Seguridad G9SE-201

De este módulo depende la seguridad de toda la máquina, para ello en el autómata se ha programado hasta 9 salidas, siendo utilizadas por el momento solo

Trabajo final de grado

4 de ellas y dejando 5 libres para el posterior cableado de estas si la empresa así lo requiere.

Al ser entradas de seguridad, estas serán negadas, de esta manera cuando caiga esa entrada, activará la salida la cual nos advertirá mediante la pantalla HMI de Delta que alguna alarma se ha activado por tanto no está habiendo un correcto funcionamiento de la alarma.

Las salidas que activa son memorias de trabajo "W", las cuales, si hay un corte de luz, se perderán los datos ya que estas solo se guardan en la RAM del autómata.

Se ha cogido la salida W400.00 como inicio de las salidas y a partir de ahí hemos ido sumando salidas correlativamente a ese número. Hago hincapié en que no hay unos bits reservados para la gestión de alarmas. Simplemente he cogido una serie de bits que estaban libres en la memoria de mi autómata (de normal acostumbro a coger siempre los mismos para las seguridades, de esta manera después es más sencillo encontrar un error).

0	0	[Nombre de Programa : Principal]	1	-		
		[Nombre de Sección : Gestion_Alarmas]				
		Puls_Emer 3.09	ERSITAS	Mign	W400.00	Alarm_Puls_Emergencia
1		Puerta Frontal Abierta				
	2	Mic_Puert 3.01	*	•	W400.01	Alarm_Puerta_Frontal
2		Puerta Trasera Abierta				
	4	Mic_Puert 3.02	÷	• •	W400.02	Alarm_Puerta_Trasera
3	_	Falta Tapones				
	6	P_Off CF114	÷	• •	W400.03	Alarm_Falta_Tapones
4		Indicador d				
	8	Perdida de Presion P_Off CF114	*		W400.04	Alarm_Perdida_Presion
5						ļ,,
	10	P_Off				r • •
		Indicador d			VV400.06	Alarm_Baja_Llenado

Ilustración 12: Gestión de Alarmas

\sim	0 '11	ъ <i>к</i> ~
l'rictian	(1 11111	V111007
Cristian	Jum	Munoz

Trabajo final de grado

b		_								
ľ	5 4	2	Fallo Bande	eja AntiGoteo Atra	5					
	1	2	P Off	+ +	+	+	+	+	· 1	+
			CF114					W400.06		
			\square					()	Alarm_AntiGoteo_A	Atras
			Indicador d					Ŭ		
ŀ	7			· · ·	Ŧ	Ŧ	Ŧ	+		
	1	4	Fallo Atasco	Entrada Botella						
			P_Off	•		+		•		•
			CF114					W400.07		
			\vdash					\longrightarrow	Alarm_Atasco_Entra	ada_Botellas
			Indicador d							
	8						Ŷ	*		
	1	6	Modulo Pre	venta Disparado						
			Puls_Emer	Preventa_Ok	*	+	+	*	· ·	+
			3.09	3.10				W400.08		
I			\vdash	—//—				<u>()</u>	Alarm_Preventa	
11										



Depende de la alarma que salte, serán de una gravedad mayor o menor. Las de menor gravedad no pararán el proceso de embotellado, pero las de mayor gravedad sí, aunque, todas ellas se verán reflejadas en la pantalla HMI, haciendo saltar a la pantalla de "Alarmas" debiendo el operario subsanar el error antes de seguir o de cambiar de pantalla (en caso de falta leve).

Las entradas de seguridad que aun no han sido utilizadas, les asociamos un bit especial "CF114" o lo que coloquialmente es "P_off" cuya función es tener ese bit siempre apagado.

Cada línea de código tiene un comentario aclarativo para saber qué finalidad tiene esa alarma programada.

Las alarmas activas que tenemos son: alarma preventa, alarma puerta trasera, alarma puerta frontal y pulsador alarma de emergencia.

2.2.1.2.CONTROL ENCONDER

Para terminar de configurar el encoder y que tenga un funcionamiento óptimo debemos de saber que un encoder siempre trabaja en Dint. En este caso necesitamos una función llamada FLTL que nos convierte de Dint a Real para así poder hacer cálculos.

Sabiendo la resolución del encoder (2000 pulsos/rpm) y el diámetro que hemos medido de nuestro encoder (6cm) calculamos nuestro factor de escala.

 $Circunferencia = \pi * 60 mm = 188.496 mm$

Factor de escala = $\frac{2000}{188.496}$ = 10,6103 pulsos/mm

Trabajo final de grado



Ilustración 14: Conversión Encoder

Después de realizar la conversión a números reales, necesitamos saber la medida actual de nuestra etiqueta, para ello necesitamos dividir en coma flotante. Dividiremos nuestro valor real de lectura del encoder entre el factor de escala calculado arriba. Esto se quedará guardado en una variable llamada "D10". Este tipo de variables quedan grabadas en la memoria D del autómata lo cual, aunque haya un corte de luz no perdería los datos.

Por último, necesitamos hacer un reset al encoder, para que su valor sea 0. Esto lo conseguimos con una línea de código, donde con un bit de trabajo de entrada cualquiera (a libre elección) activaremos un bit de salida especial del encoder (sacado de su manual). La función del bit especial en mandarle un mensaje al encoder para que este se reinicie a 0 y vuelva a empezar el procedimiento para la próxima etiqueta.

queta
i

Ilustración 15: Reset del Encoder

2.2.1.3.MODO TRABAJO

Esta sección es para cuando el operario coge el selector manual que hay fuera del cuadro industrial y quiere trabajar en modo manual o automático.

Trabajo final de grado

Nombre	Direccion
Sel_Manual_Automatico	0.04
Flag_Modo_Manual	W0.00
Flag_Modo_Automatico	W0.01
Bit de pulso de reloj de 1.0 segundos	P_1s

Ilustración 16: Leyenda

0	26	[Nombre de Progra	ima : Principal]				
		[Nombre de Secció	on : Modo_Trab	ajo]			
	Modo de Trabajo Manual/Automatico						
		Sel_Manu I: 0.04	*	+	*	*	Flag_Mod W0.00

Ilustración 17: Modo Manual

El modo manual se activará mientras que la entrada 0.04 no caiga, es decir, no tome su valor 0. Esta entrada negada, activará la salida "W0.00" (Flag_Modo_Manual) la cual la guardaremos en la memoria "W" del PLC para poder hacer la trama en la siguiente línea (modo automático) y así poder activar la salida física de nuestro autómata.



Ilustración 18: Modo Automático

Aquí, al contrario que arriba, cuando la entrada "0.04" esté activa, esta señal se guardará en la salida "W0.01" (Flag_Modo_automático). De esta manera si "W0.00" esta activa, se activará el piloto de la salida "100.01" del autómata y si "W0.01" esta activa también activará dicho piloto (no pueden activarse las dos entradas simultáneamente). Para que el operario diferencie si está en modo manual o automático, al modo manual se le ha añadido un bit especial (CF102) que lo que hace es que la luz que lleva el piloto parpadee con una latencia de un 1s.

Trabajo final de grado



Ilustración 19: Piloto Selector Manual_Automático

2.2.1.4. CONTROL MARCHA/PARO

Una vez el operario lo tiene en el modo automático, necesitamos que cuando cambie de modo manual a modo automático, le tenga que dar a un botón de marcha (puesto debajo de la pantalla HMI) para que la máquina comience a funcionar de forma autómata. En el caso de que el operario quiera parar el proceso de embotellado también debe tener la opción de darle a un botón de paro, esto hará que la máquina se pause y no siga su correcto funcionamiento hasta que no le vuelvan a dar al botón de marcha.

Nombre	Direccion
Preventa_Ok	3.10
Puls_Marcha_Ciclo	0.02
Puls_Paro_Ciclo	0.03
Flag_Macha_Ciclo	W0.02
Flag_Modo_Automatico	W0.01
Flag_Modo_Manual	W0.00
Bit de pulso de reloj de 1.0 segundos	P_1s
K_Piloto_Marcha	100.00

Ilustración 20: Leyenda

0	49	[Nombre de Programa : Principal]
		[Nombre de Sección : Control_Marcha_Paro]
		Marcha Ciclo
		Preventa_Ok Puls_Marc Puls_Paro Flag_Mod Flag_Mach 3.10 I: 0.02 I: 0.03 W0.00 W0.02
		Flag_Mach wo.o2

Ilustración 21: Marcha ciclo

Si la entrada "3.10; 0.02; 0.03" están activas y mientras la entrada "W0.00" no caiga (su valor no se vuelva 0), se guardará en un bit de trabajo (W0.02) la petición del operario de poner la máquina en marcha (le ha dado al botón de marcha). Una vez que el operario haya pulsado el botón de marcha y se haya activado el bit "W0.02", se activará en paralelo a "0.02" la misma variable, pero en formato de entrada. Con esto conseguimos que el operario no tenga que estar con el dedo pulsado todo el rato en el botón de marcha para que funcione la máquina. Esta retroalimentación será posible mientras la salida "W0.02" este activa.



Ilustración 22: Salida de marcha ciclo

Si el "módulo de preventa", el "Flag de modo Automático" y el "Flag de Marcha Ciclo" están activados, entonces activará la salida "Q100.00" (Piloto de marcha). Al mismo tiempo e igual que hemos explicado con anterioridad, en la entrada "W0.02" se realiza un paralelo con un bit especial (CF102) para que nuestro botón de marcha parpadee. 2.2.1.5.CONTROL CINTAS ENTRADA

Procedemos a hacer el programado de la cinta de las botellas, el llenado de estas y su salida de dicho proceso para posteriormente esperar a poner el tapón.



Ilustración 23: Máquina Embotelladora

Esta es la máquina embotelladora que se ha programado, y la cinta señalada en rojo es de la que estamos hablando ahora y por donde van a entrar las botellas. Donde vemos la cristalera es la zona de llenado de botella y el posterior embotellado. Al salir de esa zona, la botella se dirigirá a la sección del etiquetado donde al salir será pesada y si no pasa el control de calidad, el sistema entenderá que esa botella no cumple los estándares de la empresa y será rechazada. En el caso de que sí que los cumpliera, seguirá su camino por las otras dos cintas hasta que el operario la retire para ser empaquetada. Antes de explicar el código, se ha realizado una pequeña leyenda para que veáis el nombre de las variables al completo.

Nombre	Direccion
Preventa_Ok	3.10
Sen_Entrada_Llenadora	0.05
Sen_Presencia_Primera_Botella	0.06
Word_Entrada_Botellas	H5
Abre_Entrada_Llenado	H5.00
Entrada_Iniciada	H5.01
Cierra_Entrada	H5.02
Botellas_Posicionadas_Ok	H5.03
Flag_Inicio_Llenado	H5.04
Flag_Fin_llenado	H5.05
Fin_Ciclo_llenado	H5.06
Llenado_Ok	H10.10
Retardo_Botellas_Ok	T0101
Retardo_Cierre_Entrada_Botella	T0100
Cinta_Llenadora_Vacia	T0007
Retardo_Cierre_Salida	T0103
Flag_Modo_Automatico	W0.01
Flag_Macha_Ciclo	W0.02
Flag_Marcha_Cinta_Botes	W5.00



0 63	[Nombre de Programa : Principal] [Nombre de Sección : Control_Cintas_Entrada]										
	Reset Maniobra										
	Preventa_Ok 3.10										
						MOV(021)	Mover				
		÷				#0	Canal fuente				
						H5	Word_Entrada_Botellas Destino				



Es normal que, al empezar cualquier maniobra, la primera línea sea para el reseteo ya que para inicializar la acción primero tenemos que asegurarnos de que ha habido un reseteo de cualquier acción anterior.

La variable "H5" la declaramos del tipo "Word", de esta forma conseguimos que reiniciando este variable, podamos reiniciar a la vez los 16 bits que contiene dicha palabra. Usamos la instrucción "MOV" para

mover a 0 a todos los bits que contenga la palabra "H5". Como es lógico, trabajaremos con estos bits (H5.00; H5.01; H5.02, etc) a lo largo de este apartado.

1 85	Marcha Cinta	de Entrada B	Botes	+	*	÷	ι .
	Preventa_Ok F 3.10	Hag_Mod W0.01	Flag_Mach* W0.02	*	÷	Flag_Marc W5.00	*

Ilustración 26: Marcha Cinta de Entrada Botes

Si las entradas "Preventa_Ok, Flag_Modo_automático y Flag_Marcha_Cilo" están activas, entonces esto activará nuestra salida "W5.00" (Flag_Marcha_Cinta_Botes), la cual, será clave para hacer la lógica de este apartado y para realizar la lógica para activar la salida física del autómata.



Ilustración 27: Inicio de acumulación de botellas en la llenadora

Una vez activado "W5.00" y comprobando que la seguridad (3.10) este en regla, entraremos en una instrucción de comparación la cual comparará la palabra "H5" con el número 0. Si esta variable no es igual, no entrará a la siguiente orden, por tanto, no se activará la variable "H5.00" mediante la instrucción "SET" (encargada de activar la variable). Cabe destacar que la entrada negada "0.05" es el sensor que se encarga de decir cuando debemos cerrar la electroválvula de la entrada (caben cuatro botellas en la zona de llenado).



Ilustración 28: Confirmación entrada iniciada

Para realizar una programación óptima debemos asegurarnos bien lo que hacemos, es por eso qué a cada paso que damos, hacemos uno extra haciendo como una especie de confirmación. En las entradas activas siempre debe estar la medida de seguridad que es el "Preventa_Ok", nuestra variable de marcha de cinta (W5.00) y la nueva variable que en el paso anterior se haya activado con el SET. Al confirmarnos que "H5.00" está activa, ponemos a 1 la nueva variable "5.01" al mismo tiempo que ponemos a 0 (instrucción RSET) la variable "H5.00".



Ilustración 29: Confirmación del posicionado de las cuatro botellas

Cuando las entradas "3.10, W5.00, H5.01" están activas y mientras los sensores de la entrada llenadora (0.05) y el de la presencia de la primera botella (0.06) sean distintos a 0, nuestro temporizador (T0101) empezará a contar el tiempo establecido por el operario. Una vez cumplido dicho tiempo, pondrá a 1 la entrada "T0101" haciendo que la variable "5.01" se ponga a 0 y la nueva variable "5.02" se ponga a 1. Esto operación nos confirmará que nuestras cuatro botellas están dentro de la llenadora y que por tanto podemos cerrar la entrada.

Trabajo final de grado



Ilustración 30: Cerramos entrada

Como no podía ser de otra manera, necesitamos confirmar que efectivamente podemos cerrar la entrada para que se inicialice el llenado de las botellas. Para llevar a cabo esta acción (asumiendo las entradas que deben de estar activas como podemos ver en la "Ilustración 30") el sensor de entrada (0.05) deberá estar un tiempo (en este caso de 0.5 segundos) sin leer ninguna botella. Si este tiempo vence, activará la entrada del temporizador (T0100) y acto seguido se inicializará la nueva variable (H5.03) y se reseteará la anterior (H5.02).



Ilustración 31: Inicio de Llenado

Una vez se ha cerrado la entrada del llenado, debemos mandar una señal de que queremos iniciar el llenado a una sección del programa principal llamada "control de llenado" (la explicaremos más abajo). Activamos la variable "5.04" y desactivamos la variable "5.03".

Trabajo final de grado

105	Espera Señal de Llenado	Ok				· ·
	H5.04 H10.10	• •		+	+	· ·
	Flag_Inicio Llenado_Ok				SET	Seleccionar
		, , ,	+	*	H5.05	Flag_Fin_Ilenado Bit
				+	RSET	Restaurar
					H10.10	Llenado_Ok Bit
	· •	*		+		
			+	*	RSET	Restaurar
					H5.04	Flag_Inicio_Llenado Bit

Ilustración 32: Espera señal del llenado

Esperamos que la acción de llenado termine, esto lo sabemos cuando se activa la entrada H10.10. Al activarse esta entrada, el programa entiende que el proceso de llenado se ha terminado, por tanto, reinicia la variable H5.04 y H10.10 (para que se pueda repetir el proceso) y se pone a 1 la nueva variable H5.05 (Flag_Fin_Llenado).



Ilustración 33: Vaciado cinta Botellas

Una vez recibida la señal de que el proceso de llenado ha finalizado, procedemos a vaciar la sección de llenado. Si nos fijamos en imagen de arriba, podemos observar las entradas que necesitamos que estén activas para poder activar el temporizador. Una vez termina el tiempo del temporizador se activa la entrada T0007, se pone a 1 la variable H5.06 y se reinicia la variable H5.05. Cabe destacar que las entradas 0.05 y 0.06 deben de estar negadas porque no están leyendo las botellas que están volviendo a entrar al proceso de llenado.

Trabajo final de grado

9	Vaciado Cin	ta Ok								
	Preventa_Ok 3.10	Flag_Marc W5.00	н5.06	T0103	÷	+ +				
		11	Fin_Cido	Retardo_Ci		+ +	RSET	Restaurar		
							H5.06	Bit		
							тім	Temporizador de 100 ms	(Temporizador) [tipo BCD]
						• •	0103	Retardo_Cierre_Salida		
	• •					• •	#2	Valor seleccionado		

Ilustración 34: Comprobación vaciado

Para poder cerrar la electroválvula de la salida, el sensor debe de estar un cierto tiempo sin leer ninguna botella. Como observamos en la imagen de arriba, si tenemos activas las entradas 3.10, W5.00 y H5.06, entramos a nuestro temporizador T0103 y una vez terminado este tiempo, se activa la entrada del temporizador (T0103) y esto hace que se resetee la variable H5.06.

Todo este proceso, no puede funcionar sin activar las salidas físicas del autómata. De esta manera, volvemos a realizar una leyenda para aclarar todas las variables utilizadas.

Nombre States and	Direccion
HMI_Puls_Manual_Cinta_Botellas	W21.02
HMI_Puls_Manual_Rapida_Cinta_Botellas	W21.03
HMI_Puls_Manual_Stop_Entrada_Llenadora	W21.04
HMI_Puls_Manual_Stop_Salida_Llenadora	W21.05
V_Cinta_Botellas	101.02
Ev_Stop_Entrada_Llenadora	100.02
Ev_Stop_Salida_Llenadora	100.03

Ilustración 35: Leyenda



Ilustración 36: Salida cinta botellas

Debemos tener en cuenta que esta salida, que hace que la cinta de botellas se mueva, debe poder activarse tanto manual como automáticamente. Es por ello la línea de arriba es para el modo automático y la línea de abajo es para el modo manual. La entrada 3.10 siempre debe estar activa para ambos casos. Si quisiésemos activar la cinta en modo

manual, el selector debería estar en modo manual (W0.00) y por pantalla se le debería de pulsar el botón de marcha cinta (W21.02). Por otro lado, si queremos que se haga de forma automática, el selector deberá estar en modo automático (W0.01) y deberá estar activa la solicitud de inicio de marcha (W5.00).



Ilustración 37: Entrada electroválvula llenado

Esta salida física lo que activa es la electroválvula responsable de la entrada de llenado. Se encarga de abrir si está a 1 o cerrar si está a 0. Vuelven a haber dos caminos:

 <u>Manual</u>: donde el operario deberá poner la máquina en modo manual (W0.00) y posteriormente pulsa al botón correspondiente (W21.04).

 <u>Automático</u>: donde para activar dicha salida se tienen que cumplir una serie de condiciones como pueden ser:

- Debe esta activa la solicitud de inicio de marcha (W5.00).
- La máquina debe estar en modo automático (W0.01).
- Debe estar activada la entrada de llenado (H5.00)
 o debe estar activada la entrada iniciada (H5.01)
 o debe estar activada el cierre de entrada.



Ilustración 38: Salida electroválvula llenado

De la misma manera que lo explicado anteriormente, podemos activar la salida 100.03 de manera automática y manual.

- <u>Manual</u>: donde el operario deberá poner la máquina en modo manual (W0.00) y posteriormente pulsa al botón correspondiente (W21.05).
- <u>Automático</u>: donde para activar dicha salida se tienen que cumplir una serie de condiciones como pueden ser:
 - Debe esta activa la solicitud de inicio de marcha (W5.00).
 - La máquina debe estar en modo automático (W0.01).
 - Debe estar activa la entrada 5.05 o la 5.06.

2.2.1.6.CONTROL DE LLENADO



Ilustración 39: Llenado de botellas

Aquí podemos observar el verdadero proceso de llenado donde como comentábamos antes, caben 4 botellas. Una vez que las botellas están situadas donde deben, los pistones del llenado bajan, forman un vacío y proceden a llenar de adhesivo las botellas. Los círculos de negro son los sensores entrada y salida. Y los círculos de amarillo son las electroválvulas de entrada y salida.

Vamos a realizar una leyenda de las variables que utilizaremos en esta sección correspondiente al programa llamado principal.

Trabajo final de grado

Nombre	Direccion
Preventa_Ok	3.10
Flag_Modo_Manual	W0.00
Flag_Macha_Ciclo	W0.02
Semiatomatico_Llenado	W6.00
Word_Llenado	H12
Flag_Modo_Automatico	W0.01
Flag_Marcha_Llenado	W5.02
Inicio_Llenado	H12.00
Sen_Arriba_Llenadora	0.07
Flag_Inicio_Llenado	H5.04
Retira_Antigoteo	H12.01
Sen_AntiGoteo_Atras	0.08
Baja Llenadora	H12.02
Sube_llenadora	H12.03
Tiempo_Llenado	T0008
Temporizador_Retardo_LLenado	T0050
Sensor_Llenado	2.11
Retardo_Llenadora_Arriba	T0009
Llenado_Ok	H12.04
Llenado_Ok	H10.10

Ilustración 40: Leyenda



Ilustración 41: Reset de maniobra

La primera línea siempre la reservamos al reseteo de todas las variables utilizadas en esta sección. Definimos la variable H12 como "Word", de esta manera tenemos 16 bits que reseteamos de una misma vez.

Hemos añadido la posibilidad de que cuando el operario esté en modo manual, podamos hacer un semiciclo de llenado de manera automática.



Ilustración 42: Marcha llenado

Si el operario lo tiene en modo automático, "el preventa" está activo y la señal de marcha de ciclo (W0.02) está activa, entonces se activará la señal de marcha de llenado (W5.02).

Por otra parte, en paralelo, si el operario tiene la máquina en manual (W0.00) y pulsa el botón de semiciclo de llenado (W6.00) también se activará la señal de marcha de llenado.



Ilustración 43: Inicio de Llenado

Una vez se ha activado la señal de marcha de llenado, comparamos nuestra variable H12 con 0 para corroborar que está a 0 y por tanto se ha reseteado. Si no se cumple esa condición quiere decir que no ha habido un reinicio de esa variable todavía. Si se cumple, se activa el inicio de llenado (H12.00).



Ilustración 44: Comprobación condiciones iniciales

Comprobamos que todo esté en su sitio, es decir, que nos haya llegado la solicitud de macha de llenado (W5.02) y la de inicio de llenado (H12.00). Debemos comprobar también que el sensor de arriba del llenado este activo (0.07) y que se haya confirmado la variable H5.04 (en paralelo a esta variable, ponemos la variable de ciclo semiautomático). Una vez verificado esto, activaremos la H12.01 que retirará la bandeja antigoteo y resetearemos la variable H12.00.

Trabajo final de grado



Ilustración 45: Comprobación bandeja antigoteo

Una vez que tiramos hacia atrás la bandeja antigoteo (H12.01), el sensor de antigoteo certifica que está atrás (0.08) y que la marcha de llenado (W5.02) y la entrada 3.10 están activas. Es entonces cuando la llenadora baja (H12.02) y reiniciamos (H12.01).



Ilustración 46: Tiempo de llenado

Esta sección se encarga de controlar el tiempo que tarda en llenar de adhesivo la botella (este tiempo debe ser establecido por la empresa una vez se haga la puesta en marcha final).

Si las entradas "3.10, W5.02 y H12.02" están activas entramos en el temporizador T0008, el cual, una vez cumplido el tiempo reglamentario, activará la subida del llenado (H12.03).

Trabajo final de grado

Cristian Guill Muñoz



Ilustración 47: Confirmación llenadora arriba

Debemos confirmar que la llenadora ha subido. Es por ello por lo que tanto "Preventa", como "marcha llenado", como "H12.03" deben estar activos. Una vez confirmado que dichas variables estén activas, cuando el llenado llegue arriba se activará el "Sensor_arriba_Llenadora" (0.07) y entraremos en el temporizador T0009, el cual, después de que el tiempo establecido haya vendido pondrá a 1 la entrada T0009. Acto seguido se activará la instrucción SET para la variable H12.04 y H10.10 (esta última podría no activarse si la entrada W6.00 estuviera activa) y se activará la función RSET para la variable 12.03.



Ilustración 48: Proceso de salida

Si las entradas 3.10, W5.02 y H12.04 están activas y la entrada H10.10 está desactivada (lógica negativa) entonces, aplicamos la instrucción MOV a la variable H12 y la función RSET a la variable W6.00.

2.2.1.7.CONTROL DE ENTRADA DE TAPONES

Antes de que procedamos a explicar la parte de la programación relacionada con la entrada de tapones, es necesario insertar una foto de la máquina real para entender su funcionamiento.



Ilustración 49: Entrada tapones

En la 'Ilustración 49' podemos observar la cinta de la izquierda, por donde entrar los tapones. Una vez finalizada esta cinta, se activará la electroválvula (recuadrada en verde en la parte izquierda) para trasladar el tapón a la base donde la pinza (recuadrada en rojo) bajará para coger el tapón y llevarlo al roscado de la botella. La botella vendrá por la cinta azul de la derecha y quedará sujeta una vez la electroválvula se active (recuadrada de verde en la parte derecha). Una vez activada, la botella quedará sujeta contra la parte daranja esperando a que sea roscada. Si el proceso de taponado llega antes de que haya una botella, este proceso se esperará listo para roscar la botella una vez confirmemos que ya existe una botella. La parte de arriba del recuadro rojo es lo que hace que podamos coger el tapón de una cinta y roscarlo en la botella que está en la otra cinta.

Trabajo final de grado

Nombre	Direccion
Preventa_Ok	3.10
Flag_Modo_Manual	W0.00
Flag_Modo_Automatico	W0.01
Flag_Macha_Ciclo	W0.02
Retroceso_Inicio	W0.10
Permiso_Roscado	W0.15
Simiatomatico_Tapones	W6.01
Flag_Marcha_Cinta_Tapones	W5.01
Word_Roscado	H13
Centrado_Roscado	H13.00
Fin_Roscado	H13.01
Avance Expulsor	H13.02
Word_Entrada_Tapones	H15
Inicio_Entrada_Tapones	H15.00
Introducir_Tapon	H15.01
Tapon_Posicion_Ok	H15.02
Avance_Cinta_Baja_Pinza	H15.03
Baja_Pinza	H15.04
Pinza_Abajo_Ok	H15.05
Sube_Pinza	H15.06
Retroceso_Pinza	H15.07
Marcha_Motor_Roscado	H15.08
Baja_Roscando	H15.09
Abre_Pinza_Sube_Pinza	H15.10
Retroceso_Tapon	H15.11

Ilustración 50: Leyenda

Nombre	Direccion
Sen_Presencia_Tapon	0.09
Sen_Botella_En_Roscado	0.10
Sen_Avance_Introducir_Tapon	0.11
Sen_Tapon_Arriba	1.00
Sen_Altura_Roscado_Ok	1.01
Sen_Tapon_Abajo	1.02
Sen_Tapon_Avance	1.03
Sen_Tapon_Retroceso	1.04
Sen_Centrado_Roscado_Atras	1.05
Retardo_Tapon_Posicion_Ok	T0000
Empujador_Atras_Ok	T0001
Pinza_Abierta_Ok	T0002
Pinza_Abajo_Ok	T0003
Pinza_Cerrada_Ok	T0004
Arranque_Roscado_Ok	T0005
Retardo_Roscado_Ok	T0006
Pos_Roscado Ok	T0010
Fin_Empujador_Ok	T0011
Retroceso_Expulsador_Ok	T0012
Tiempo de espera	T0051

Ilustración 51: Leyenda

Las ilustraciones anteriores son una leyenda de todas las variables utilizadas en es parte de la programación.

256	[Nombre de Programa : Pri	incipal]							
	[Nombre de Sección : Control_Entrade_Tapones]								
	Reset Maniobra								
	Preventa_Ok 3.10	• •	+	+	+				
	VI				MOV(021)	Mover			
	Flag_Mach W0.02 W6.01				#0	Canal fuente			
	Flag_Mod W0.00				H15	Word_Entrada_Tapones Destino			
					MOV(021)	Mover			
	· • ·				#0	Canal fuente			
					 H13	Word_Roscado Destino			

Ilustración 52: Reset maniobra

Como siempre, la primera línea de cualquier sección de nuestro programa la asociamos al reset de la maniobra que queremos hacer. Utilizaremos dos variables tipo 'word' (H15 y H13), donde utilizaremos sus bits para realizar las maniobras pertinentes. Nuestra entrada de seguridad (3.10) siempre estará presente para proteger al usuario de cualquier altercado. Aparte del modo automático (W0.02), se ha añadido un ciclo semiautomático para que realice la maniobra de enroscado (W0.00 y W6.01).

1	Marcha Cinta de Entrada	Tanones					
263	Preventa_Ok Flag_Mod 3.10 W0.01	Flag_Mach W0.02	•	+	÷	Flag_Marc W5.01	



Si "Preventa_Ok" (3.10), "Flag_Modo_automático" (W0.01) y "Flag_Marcha_Ciclo" (W0.02) se ponen a 1, activaremos la señal de salida "Flag_Marcha_Cinta_Tapones" (W5.01), la cual servirá para activar la salida física del autómata que se encargará de poner en marcha la cinta de tapones.



Ilustración 54: Inicio ciclo tapones

La 'Ilustración 54' busca activar la variable H15.00 (Incio_Entrada_Tapones) y la variable W0.10 (Retroceso_Inicio). Para ello antes debemos de comprobar que nuestra variable H15 sea igual a 0 (así se confirma que se ha reseteado) y después debemos de comprobar que la pinza esté donde debe de estar. Para poder activar la variable H15.00 hay una serie de sensores que debemos de comprobar, como pueden ser:

- 0.11 (Sen_Avance_Introducir_Tapon)
- 1.02 (Sen_Tapon_Abajo)
- 1.00 (Sen_Tapon_Arriba)
- 1.01 (Sen_Altura_Roscado_Ok)
- 1.03 (Sen_Tapon_Avance)
- 1.04 (Sen_Tapon_Retroceso)

Todos estos sensores nombrados anteriormente serán negados si queremos comprobar que nuestra piza no se encuentre abajo y estarán

normalmente abiertos si queremos confirmar que nuestra pinza esté arriba. Para activar la variable W0.10 paso lo mismo.

Paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 55: Tapón detectado en cinta

Si se ha puesto en marcha la señal de marcha de cinta de tapones (W5.01), la de inicio de entrada tapones (H15.00) y aun encima el sensor 0.09 ha detectado la presencia de un tapón, activamos la variable 15.01 y desactivamos la variable 15.00. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 56: Confirmación posicionado tapón

Debemos comprobar que el tapón se ha correctamente. Para ello debemos confirmar que se ha activado la señal de marcha de cinta de tapones (W5.01), nuestra variable H15.01 y que el sensor de introducir el avance de tapón este activo. Una vez confirmado, y pasado el tiempo requerido del temporizador T0000, activaremos la variable H15.02 y desactivaremos la variable H15.01. Igual que antes, en paralelo a W5.01,

ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 57: Confirmación empujador atrás

Cuando hayamos confirmado que el tapón está en la posición correcta, debemos comprobar que el empujador está atrás para poder hacer que la pinza baje y coja el tapón. Para que esto pase, las variables 3.10, W5.01 y H15.02 deben de estar activas y nuestro sensor de avance de tapón (0.11) no debe estar dando lectura. Una vez pasado un tiempo de seguridad (T0001), habilitaremos la variable H15.03 y deshabilitaremos la variable H15.02. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 58: Abre y baja pinza

Una vez nos hayamos cerciorado de que la máquina esté donde debe estar, procedemos a bajar y abrir la pinza para coger el tapón. Para ello debemos de asegurarnos de que las variables 3.10, W5.01, H15.03 estén activas. Si esto pasa, se habilitará un contador que, una vez vencido el tiempo establecido, activará la entrada T0002 y habilitará la variable H15.04 y desactivará la variable H15.03. Igual que antes, en paralelo a rario en modo manual (W0.00).

W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).

Ilustración 59: Confirmación pinza abajo

#3

Una vez la pinza ha bajado, debemos confirmar que es cierto. Para ello, aparte de tener las entradas 3.10, W5.01 y H15.04 activas debemos de tener en cuenta el sensor de que el tapón está abajo (1.02) y corroborar que el sensor de que el tapón esta arriba (1.00) no está leyendo. Si esto pasa, se habilitará un contador que, una vez vencido el tiempo establecido, activará la entrada T0003 y habilitará la variable H15.05 y desactivará la variable H15.04. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 60: Subir pinza

Si las entradas 3.10, W5.01 y H15.05 están activas se habilitará un contador que, una vez vencido el tiempo establecido, activará la entrada
T0004 y habilitará la variable H15.06 y desactivará la variable H15.05. Esto hará que la pinza suba con el tapón. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 61: Comprobación pinza arriba y posicionado en botella

Teniendo en cuenta que el sensor de tapón abajo no esté leyendo (1.02), que el sensor de tapón arriba (1.00) si esté leyendo y las variables 3.10, W5.01, H15.06 estén activas, entonces se habilita la variable H15.07 y se deshabilita la variable H15.06. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 62: Permiso inicio roscado tapón

Si las entradas 3.10, W5.01, H15.07, W0.15 y T0051 están activadas, los sensores 1.04 (Sen_Tapon_Retroceso), 0.10 (Sen_Botella_En_Roscado) y 1.00 (Sen_Tapon_Arriba) están leyendo y los sensores 1.05 (Sen_Centrado_Roscado_Atras) y 1.02 (Sen_Tapon_Abajo) confirmamos que no están recibiendo ninguna

Trabajo final de grado

lectura, entonces, podremos habilitar la variable H15.08 (dará paso a la señal de marcha del motor roscado) y deshabilitaremos la variable H15.07. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00). Hacemos el mismo paralelo con la variable W0.15 también.



Ilustración 63: Petición de roscado

Si la entrada 3.10; W5.01 y la H15.08 están activas se habilitará un contador que, una vez vencido el tiempo establecido, activará la entrada T0005 y habilitará la variable H15.09 (para bajar a roscar la botella) y desactivará la variable H15.08. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 64: Comprobación del roscado

Debemos de comprobar que el tapón ha sido roscado en la botella. Para ello debemos confirmar que el sensor de altura del roscado (1.01) está leyendo junto con la variable H15.09, 3.10 y W5.01. Si esto es así, se habilitará un contador que, una vez vencido el tiempo establecido, activará la entrada T0006 y habilitará la variable H15.10 y desactivará la variable H15.09. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 65: Sube, abre pinza y retrocede tapón

Una vez acaba y confirmada la acción de roscado, debemos abrir y subir la pinza para así activar la variable de retroceso del tapón (H15.11). Para que esto ocurra debemos corroborar que nuestras variables 3.10, W5.01, H15.10 y 1.00 están activas y que el sensor del tapón abajo (1.02) ha dejado de leer. Si todo lo anterior se cumple, la variable H15.11 (retroceso del tapón) se activará y la variable H15.10 se desactivará. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).

Reset									
Preventa_Ok 3.10	Flag_Marc W5.01 Flag_Mod W0.00	W6.01	H15.11	I: 1.02	I: 1.00 Sen_Tapo	I: 1.03 Sen_Tapo	I: 1.04	MOV(021) #0	Mover Canal fuente
								H15	Word_Entrada_Tapone Destino
								RSET	Restaurar Permiso_Roscado
								W8.01	Restaurar Simiatomatico_Tapone Bit

Ilustración 66: Reset

Pese a que cuando hemos empezado esta sección, el reinicio de las variables hemos dicho que siempre va al principio, también se ha decidido añadirla aquí para asegurarnos un reseteo seguro. Dicho esto, para que las

variables H15 se resetee a 0 y W0.15 y W6.01 se le aplique la instrucción RSET debe cumplirse que las variables 3.10, W5.01, H15.11, 1.00 y 1.03 estén activas.

Al mismo tiempo, el sensor del tapón abajo y el sensor de retroceso del tapón no deben dar lectura. Igual que antes, en paralelo a W5.01, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.01) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 67: Sujeción tapones

Dentro de la sección "Control_Entrada_Etiqueta" del programa "Principal" se ha programado "Sujección Tapones" con la finalidad de activar variables y permisos que trabajen en conjunto con el embotellado y una vez roscada la botella, salga a la sección de etiquetado.

Se ha mencionado varias veces la variable W5.01 pero sin entras a que variables activaban esta, dicha variable es posible ponerla a 1 si las variables 3.10 (Preventa_Ok), W0.01 (Flag_Modo_Automático) y W0.02 (Flag_Marcha_Ciclo) están activas. Una vez está a 1 la variable W5.01 y el sensor de botella en roscado (0.10) y el sensor 1.05 están activos entonces se entra en la instrucción comparación para confirmar que H13 es igual a 0.

Si esto sucede, se activará una variable de tiempo (T0010) una vez haya pasado el tiempo establecido. Al activarse dicha variable, se activará H13.00 (Centrado_Roscado) y el bit W0.15 que es el permiso de roscado.

Trabajo final de grado

18 468	Fin Sujecci Flag_Marc W5.01	H13.00		*	*	• •		· · ·
		Centrado	Permiso_R		*	* *	SET	Seleccionar Fin_Roscado
							H13.01	Bit
		*	*		+	* *		÷ ÷
		*	*	*	*	• •	RSET	Restaurar Centrado_Roscado
							H13.00	Bit

Ilustración 68: Fin de sujeción

Una vez finalizado el proceso de roscado, debemos de quitar la sujeción de la botella. Para ello, debemos tener las variables W5.01 y H13.00 activas mientras que al mismo tiempo corroboramos que W0.15 no esté dando lectura. Esta acción habilitará la variable H13.01 y desactivará la variable H13.00.



Ilustración 69: Empuja botella

Una vez que hemos dejado la botella suelta, debemos empujarla para que salga del encaje donde está y pueda proseguir su camino hacia la etiquetadora. Para que esta acción se produzca, debemos de tener activas las variables W5.01, H13.01 y 1.05. Esto hará que se active la variable H13.02 (Avance expulsor) y se desactive H13.01 (Fin de roscado).

Trabajo final de grado

20	i 🖢								
478	Fin Empuja	dor							
	Flag_Marc						í .	•	
	W5.01	H13.02	T0011						
		Avance Ex	Ein Empui			SET	Seleccionar		
			i in_cripoj						
						H12.02	Retroceso_Expulsor		
						113.03	bit		
					L				
						DOCT	Bastaures		
						ROEI	Restaurar		
							Avance Expulsor		
						H13.02	Bit		
						TIM	Temporizador de 100 ms	(Temporizador)	[tipo BCD]
							Fin_Empujador_Ok		
						0011	Número de temporizador		
						_			
							Vales selections de		
						#10	valor selecciónado		

Ilustración 70: Fin Empujador

La electroválvula que hemos activado para sacar la botella de donde estaba encajada debemos desactivarla. Esto lo conseguiremos poniéndole un temporizador de seguridad, en el cual, cuando el tiempo determinado se acabe, desactive H13.02 y active H13.03 (Retroceso_Expulsador).



Ilustración 71: Botella fuera

Lo último que queda por hacer esa aplicar la instrucción RSET a la variable H13.03 después de un tiempo de seguridad que hayamos puesto. En este caso ese tiempo viene controlado por el temporizador T0012.



2.2.1.8.CONTROL DE ETIQUETADORA

Ilustración 72: Etiquetadora

En la 'Ilustración 72' podemos observar cómo es la etiquetadora de nuestra máquina embotelladora. La botella vendrá por la parte derecha de la imagen y una vez llegue a la altura del círculo verde, el sensor que hay en esa posición detectará que se acerca una botella y pondrá en marcha un temporizador para que cuando la botella pase por los rodillos (círculo rojo), estos la aplasten para cogerla en el aire y etiquetarla (de esta manera nunca se para la cinta).

Nombre	Direccion
Preventa_Ok	3.10
Flag_Modo_Manual	W0.00
Flag_Modo_Automatico	W0.01
Flag_Macha_Ciclo	W0.02
Semiautomático_Etiquetadora	W6.02
Flag_Marcha_Etiquetas	W5.03
Sen_Botella_Etiquetadora	1.06
HMI_Habilita_Etiquetadora	H0.01
Word_Etiquetadora	H14
Entrada_Botella	H14.00
Avance_Etiquetadora	H14.01
Poner_Etiquetas	H14.02
Tiempo_Avance_Etiquetadora	T0013
Tiempo_Espera	T0014
Fin etiquetado	T0015

Ilustración 73: Leyenda

Como siempre hacemos al principio de cada sección, ponemos una pequeña leyenda con las variables utilizadas para poder ver el nombre completo.

Cristian Guill Muñoz

	Reset Maniobra			
P	reventa_Ok 3.10		•	° (
			MOV(021)	Mover
FI	ag_Mod W0.01		#0	Canal fuente
F	ag_Mach W0.02 W6.02		. <u> </u>	Word_Etiquetado Destino
FI	ag_Mod * W0.00		+	• •
н	H0.01	÷		• •

Ilustración 74: Reset maniobra

Aplicamos un reset de toda la maniobra utilizada al principio de sección para asegurarnos que no tenemos ninguna variable sin el valor deseado. Movemos a 0 la variable que elegimos como 'Word' (H14). De esta manera al mover a 0 H14, también movemos a 0 todos los bits (0 a 15) dentro de esa variable. Para que esto suceda tenemos varias formas:

- 3.10 (Preventa_Ok) sea 0 su valor
- W0.01 (Flag_Modo_Automático) sea 0 su valor
- W0.02 (Flag_Marcha_Ciclo) y W6.02 (Semiautomático Etiquetadora) sea 0 su valor
- W0.00 (Flag Modo Manual) esté activa
- H0.01 (HMI_Habilita_Etiquetadora) sea 0 su valor

1 502	Marcha Cir	ita de Entrada	Etiquetadora	*	+	
502	Preventa_Ok	Flag_Mod W0.01	Flag_Mach* W0.02	• H0.01 	+	Flag_Marc W5.03

Ilustración 75: Marcha cinta etiquetadora

Debemos comprobar active la señal W5.03 que se (Flag Marcha Etiquetas). Para ello debemos de asegurarnos que 3.10 (Preventa Ok), W0.01 (Flag Modo Automático), W0.02 (Flag Marcha Ciclo) y H0.01 (HMI Habilita Etiquetadora) estén activas.

Trabajo final de grado



Ilustración 76: Inicio ciclo

Una vez comprobado que la marcha de ciclo de etiquetas esta activada (W5.03) junto con el módulo de seguridad (3.10) procedemos a comprobar que H14 esté a 0. Si esto se confirma, y el sensor de la botella etiquetadora (1.06) se ha activado, entonces habilitamos la variable H14.00. Paralelamente a W5.03, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.02) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 77: Botella en etiquetadora

Cuando el sensor de la botella etiquetadora (1.06) deja de leer y tenemos activas las entradas 3.10, W5.03 y H14.00 se activa el tiempo del temporizador T0013. Pasado ese tiempo, el temporizador T0013 activa su entrada y esta da paso a que la variable H14.00 se desactive y la variable H14.01 (variable encargada de sujetar la botella con los rodillos) se active. Al igual que antes, paralelamente a W5.03, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.02) estando el operario en modo manual (W0.00).

Cristian Guill Muñoz



Ilustración 78: Insertar etiqueta en la botella

Una vez ya se ha activado H14.01 para sujetar la botella, debemos de activar la variable H14.02 para poner la etiqueta. Debemos de confirmar que la variable 3.10 y W5.03 también están activas. Una vez hecho esto, se ha puesto un temporizador de seguridad (T0014) con un tiempo establecido el cual, cuando finalice, activará H14.02 y desactivara H14.01. Al igual que antes, paralelamente a W5.03, ponemos el proceso de ciclo semiautomático (W6.02) estando el operario en modo manual (W0.00).



Ilustración 79: Fin etiquetado

Cuando la botella haya sido etiquetada, habrá un tiempo de seguridad con el temporizador T0015, el cual, cuando finalice, activará su entrada y pondrá a 0 la variable H14.02.

2.2.1.9. CONTROL SOBRE CINTA 1 Y 2



Ilustración 80: Cintas 1 y 2

En la 'Ilustración 80' tenemos una foto real sobre la última parte de nuestra máquina. La flecha roja señala a la nombrada "Cinta 1" y la flecha verde señala a la nombrada "Cinta 2).

Nombre	Direccion
Preventa_Ok	3.10
Flag_Modo_Automatico	W0.01
-lag_Macha_Ciclo	W0.02
-lag_Marcha_Transportador_1	W4.00
-lag_Transportador_1_Lleno	W4.01
lag_Entrada_Botella_Transp_1	W4.02
-lag_Botella_Transito	W4.03
-lag_Tope_Desvio_2	W4.04
-lag_Tope_Desvio_2_Fuera	W4.05
-lag_Empuja_Botella_Trans_2	W4.06
in_Desvio_2	W4.14
-lag_Fin_Paso_Transp_1	W4.15
HMI_Habilitar_Cinta1	H0.03
HMI_Habilitar_Cinta2	H0.04
Retardo_Transportador_Lleno	T0016
Retardo_Empujador_Desvio	T0017
Sen_Transporte_1	2.01
Sen_Empujador_Desvio_Fuera	2.02
Sen_Tope_Desvio_2	2.03
Sen Transporte 1 Lleno	2.04

Ilustración 81: Leyenda

Una pequeña leyenda de las variables utilizadas donde podemos ver los nombres completos de dichas variables. En este caso la programación de amabas cintas las programaremos en la misma sección ya que, necesitamos relacionarlas entre sí.



Ilustración 82: Marcha Cinta 1

La marcha de la cinta 1 (W4.00) se activará una vez estén activas las variables 3.10 (Preventa_Ok), W0.01 (Flag_Modo_Automático), W0.02 (Flag_Marcha_Ciclo) y H0.03 (HMI_Habilitar_Cinta1).



Ilustración 83: Detector cinta 1 llena

Si el sensor detecta que la cinta 1 se ha llenado, este se activará, activando el bit 2.04. Y si aún encima la variable W4.00 y H0.03 (habilita en pantalla que se pueda usar la cinta), esto activará el temporizador T0016 el cual, una vez consumido el tiempo establecido, activara la variable W4.01 (encargada de decir que no hay más espacio en esa cinta).



Ilustración 84: Reset

Una vez el sensor que detecta que la cinta 1 está llena ya no está dando lectura entonces podemos proceder al usar la instrucción RSET para la variable W4.01.

1	3 689	Botella en	· Transito							
	300	Flag_Marc W4.00	[°] Sen_Trans 2.01	[•] Flag_Fin W4.15	Fin_Desvio W4.14	*	+	Flag_Entra W4.02	.[•
			Flag_Entra W4.02	j	÷	*	*	*		*

Ilustración 85: Botella en tránsito

En el momento de que se llena la cinta 1 debemos hacer que las botellas pasen a la cinta 2. Esto lo podemos conseguir haciendo una trama de variables. Debemos saber cuándo hay una botella en la cinta 1 (W4.02).

Para ello, las variables W4.00 y 2.01 deben de estar activas y las variables W4.15 y W4.14 no deben de estar leyendo (se añaden por seguridad). Una vez la variable W4.02 se haya activado, esta retroalimentará a la variable 2.01, pudiendo esta estar a 0 o a 1 sin importar.



Ilustración 86: Memorización paso botella

Paso intermedio para la realización del proceso de tránsito de botella de una cinta a otra. La variable W4.02 debe de estar activa y el sensor de transporte de la cinta 1 (2.01) debe estar sin leer. De esta manera, activamos la variable W4.03, que sirve para memorizar la transición. Cuando esta variable esta activa, a 2.01 le realizamos un paralelo para que W4.03 ya no dependa de este sensor.



Ilustración 87: Aplicamos el desvío

Debemos hacer que la electroválvula encargada de empujar la botella desde la cinta 1 a la 2 se active (W4.04). Para ellos necesitamos que las variables H.04, W4.03 y W4.01 estén activas. En esta última variable citada y en paralelo pondremos W4.04 para que siga activada la variable W4.04 aunque se desactive la variable W4.01.

Por otro lado, si tenemos activas las variables H0.04 y W4.03 y las variables W4.01 y W4.04 están negadas (no están leyendo), activamos la señal de fin de cinta 1 (W4.15).

6	592	Tope desvid	fuera Ok	· ·				i.
	F	lag_Tope W4.04	Sen_Tope 2.03	• •	+	•	Fla	g_Tope W4.05
		1 1	Flag_Tope W4.05	J	*	•	*	

Ilustración 88: Comprobación del desvío correcto

Una manera que tenemos de comprobar que el desvío se ha realizado con éxito es viendo si la variable W4.05 está activada. Para ellos debemos comprobar que W4.04 (Flag_Tope_Desvio_2) y 2.03 (Sen_Tope_Desvio_2).

7								· · · · ·		
597	Retardo Em	pujador Desvio	2							
	Flag_Tope W4.05									
							тім	Temporizador de 100	ms (Tempori	izador) [tipo BCD]
		• •	• •	*			0017	Retardo_Empujador_ Número de temporiza	Desvio dor	
							—			
							#10	Valor seleccionado		
		T0017	*	+	+	Î	Flag_Emp W4.06	-		
		Retardo_E Flag_Emp W4.06						• •		
		_						nn		

Cuando se haya encendido la señal de petición de la variable W4.05, empezará a descontar un tiempo establecido de un temporizador (T0017). Cuando este tiempo acabe, la entrada T0017 se activará, activando también la señal que empuja a la botella a la cinta 2 (W4.06).

8	602	Tope Fuera	Fin Cido			*		· .
	003	Flag_Emp W4.06	Sen_Empu 2.02	*	+	+	+	Fin_Desvio W4.14
			Fin_Desvio W4.14	J				

Ilustración 90: Tope fuera fin ciclo

Al activarse la variable 2.02 (Sen_Empujador_Desvio_Fuera), se activa la variable W4.14 y se anuncia el fin del desvío.

2.2.2. GESTIÓN BÁSCULA

Configurada la báscula, podemos proceder a la recepción de la trama, su interpretación y el posterior control. Acordémonos que en la configuración de la báscula dijimos que los datos recibidos trabajan en código ASCII.

Ilustración 89: Retardo empujador desvío 2

Nombre	Direccion
Indicador de primer ciclo	A200.11
Flag_Recepcion_Ok	A392.14
Flag_OverFlow	A392.15
Caracteres_Recibidos	A394
Reset_Puerto_Comunicaciones	A526.01
Cadena_Recepción	D10000
Parametros_Recepción	D10100
Contador_Recepciones	D10101
Recepciones_Segundo	D10110
Contador_Fallos	D10115
HMI_Habilitar_Peso	H0.02
Bit de pulso de reloj de 1.0 segundos	CF102

2.2.2.1.RECEPCIÓN DE LA TRAMA

Ilustración 91: Leyenda

Una pequeña leyenda para poder ver todas las variables con sus nombres completos.



Ilustración 92: Establecer parámetros de recepción

Cuando el indicador de primer ciclo (A200.11) esté activo, se moverá el parámetro 100 a los parámetros de recepción (D10100). El parámetro "#100" no es un parámetro cualquiera, lo hemos sacado de la ayuda a la instrucción, de una instrucción llamada "RXD" (aparecerá en la siguiente línea de código).

Operands

The contents of the control word, C, is as shown below.



Ilustración 93: Explicación valor 100

Con la imagen que podemos observar arriba, es más fácil saber de dónde viene el valor 100. Si empezamos de derecha a izquierda:

- 0: Debido a que queremos que sea el byte más significante.
- 0: No monitorizar las señales de control CS (clear send) y DR (data ready).
 - 1: Debido a que el puerto serie 1 de comunicación es el que tenemos activo.
 - 0: Siempre debe de ser 0.

1		Lectura por	Comunicacion	Jes de la Bascu	la				· · ·
	2	A392.14	H0.02	A392.15	÷ · ·	• •	+		r • •
		Flag_Rece	HMI_Habili	Flag_Over				RXD(235)	Recibir
		-	*	*		• •	*	D10000	Cadena_Recepción Primer canal de recepción
			*	•		• •	*	 D10100	Parametros_Recepción Canal de control
			÷	*		• •	÷	 A394	Caracteres_Recibidos Número de bytes a almacenar
		r	•	*		• •	+		
								@++(590)	Incremento binario
								D10101	Contador_Recepciones Canal (binario)
			•	*	• •	• •	+		
									_

Ilustración 94: Lectura por comunicaciones de la báscula

Si la señal de recepción está activa (A392.14), en la pantalla HMI está habilitada la báscula (H0.02) y no hay overflow (A392.15), entonces activamos la instrucción "RXD".

Esta instrucción se encarga de recibir la cadena de caracteres del D10000. El A394 es un bit especial que me dice los bits que tengo en el puerto esperando. Los datos que recibo los guardo en los parámetros de recepción (D10100).

La instrucción de abajo incrementa en uno la recepción de caracteres. Cuando a un contador normal se le añade delante el símbolo "@" quiere decir que solo lee los flancos de subida.



Ilustración 95: Comprobación de las recepciones por segundo

Con el bit especial (CF102) compruebo cada segundo con un flanco de subida, que el contador de recepciones (D10101) lo guarde en el D10110 y acto seguido el contador de recepciones (D10101) lo ponga a 0 para poder volver a contar.

3		Contador	de Fallos Rec	epcion	*	÷			· · · · ·	
	10	A392.15	+	+	*	+	+	*	• •	+
		Flag_Over						++(590)	Incremento binario	
								D10115	Contador_Fallos Canal (binario)	

Ilustración 96: Contador de fallos de recepción

Cada vez que tenga un overflow (A392.15) incremento en uno mi contador de fallos (D10115). Esta línea es simplemente por saber cuántos fallos hay y si los hay.

4		Sin Record	Non						
	12		*						
		=(300)				тім	Temporizador de 100 ms	(Temporizador)	[tipo BCD]
		D10110 Recepcio				0150	Número de temporizador		
		8.0					Valor seleccionado		
5									*
0		Reinicio de	el Fallo						
	14	A392.15	P_1s CF102			*			
		Flag_Over	Bit de puls			SET	Seleccionar		
		T0150	Ĵ			A526.01	Reset_Puerto_Comunicad Bit	ciones	

Ilustración 97: Fallo tras tiempo sin recepción

Si la variable "recepciones_segundo" es igual a 0 durante medio segundo significa que ha habido un fallo. Frente a eso el temporizador hace un reset del puerto de comunicaciones (A526.01) mediante pulsos de 1 segundo (así me aseguro de que se resetea). También puede haber un reset si la señal de Overflow esta activa.

2.2.2.2.CONVERSIONES

Una vez hemos recibido la trama, tenemos que interpretarla en código ASCII y pasarla a real pasando por hexadecimal. Solo queremos saber tres cosas:

- El estado (1 dígito)
 - El peso neto (6 dígitos)
 - El peso bruto (6 dígitos)

CF113 #12 D1020 W1.00 D10200 #53 W1.01 no Esi =(300 D10200 #4D W1.02 =(300) D10200 #4F W1.03 =(300) D10200 #45 Ilustración 98: Decodificación del estatus

Para descodificar el bloque de estatus y partiendo de que ya sabemos la trama mediante la instrucción RDX, aplicamos un "MOVD", que es una instrucción que nos mueve los dígitos que queramos de lugar (con la foto de abajo la entenderemos mejor).

Operands

S: Source Word

The source digits are read from right to left, wrapping back to the rightmost digit (digit 0) if necessary.



C: Control Word

The first three digits of C indicate the first source digit (m), the number of digits to transfer (n), and the first destination digit (1), as shown in the following diagram.



D: Destination Word

The destination digits are written from right to left, wrapping back to the rightmost digit (digit 0) if necessary.

12 11 D Digit 3 Digit 2 Digit 1 Digit 0 Ilustración 99: Ayuda a la instrucción de MOVD

Cristian Guill Muñoz

La descripción de la instrucción permite comprender cuántos dígitos incluye (en este caso, cuatro dígitos de cuatro bits cada uno). Aquí podemos ver de dónde se ha sacado el número del canal de control (se ha elegido conforme a los recuadros en rojo de la Ilustración 99).

Elegir ese tipo de número en el canal de control significa que los dos primeros dígitos de la derecha no los lee y que los dos dígitos de la izquierda los coje y los mete en la derecha del todo en la variable "Codigo_Status" (D10200).

Una vez realizada esta instrucción entrara a las instrucciones de comparaciones y depende lo que sea, se activara un estatus u otro. Los tipos de estatus son: S (peso estable), M (peso no estable), O (sobrecarga) y E (error).

El tipo de estatus corresponde a un carácter del código ASCII, y en nuestras comparaciones utilizamos su equivalente en formato hexadecimal.



Ilustración 100: Peso neto

Trabajo final de grado



Ilustración 102: Peso neto

Trabajo final de grado

Para saber el peso neto, debemos de leer seis dígitos. Para poder leer dichos dígitos debemos organizarlos y ponerlos en orden con la función "MOVD".

Antes de organizar los dígitos, debemos hacer una comparación con el signo "- ". El valor que le pondremos al canal de control lo iremos viendo en la "Ilustración 99", el cual cambiará dependiendo del dígito o los dígitos que vayamos a mover.

Una vez hemos hecho los movimientos pertinentes, debemos aplicar la instrucción "HEX" para pasar de ASCII a hexadecimal, de hexadecimal a doble binario a coma flotante.

Cuando ya lo tenemos en coma flotante, la variable obtenida la sometemos a una comparación (comparamos el signo negativo otra vez). Si nuestro valor no tiene signo negativo entonces realizamos una división de coma flotante entre 10 (por llegar a las décimas). Si por el contrario pasa lo contrario, entonces realizamos una división de coma flotante entre -10 (porque el resultado siempre debe ser positivo).



Ilustración 103: Conversión peso bruto

Trabajo final de grado



Ilustración 104: Conversión peso bruto



Ilustración 105: Conversión peso bruto

Al igual que hemos explicado para la conversión del peso neto, seguiremos los mismos pasos para conseguir la conversión del peso bruto.

2.2.2.3.CONTROL PESADA

Nombre	Direccion
Preventa_Ok	3.10
Flag_Modo_Automatico	W0.01
Flag_Macha_Ciclo	W0.02
HMI_Habilitar_Peso	H0.02
Flag_Peso_Estable	W1.00
Empujador_a_Bascula	W2.00
Empujador_Adelante_Ok	W2.01
Flag_Pesada	W2.02
Avance_Expulsor_Bascula	W2.03
Fin_Expulsion	W2.04
Flag_Peso_Ok	W2.15
Flag_Peso_no_Ok	W2.14
Peso_Referencia	D10450
Tolerancia_Max_Peso	D10452
Limite_Maximo_Peso	D10454
Peso_Referencia	D10450
Tolerancia_Min_Peso	D10456
Limite_Minimo_Peso	D10458
Peso_Neto	D10250
Sen_Botella_Empujador_Entrada_Bascula	1.07
Sen_Empujador_a_Bascula_Fuera	1.08
Sen_Avance_Expulsor_Bascula	1.09
Botella_Empujador_Bascula_Ok	T0020
Peso_Estable	T0021
Expulsa_Botella_Bascula	T0022
V_Cinta_Botellas	101.02

Ilustración 106: Leyenda

Una pequeña leyenda para que podamos ver los nombres de las variables al completo.



Ilustración 107: Control de botella en empujador de báscula

Una vez se cumplan todas las variables, se activará un temporizador (T0020) que, al acabar su tiempo, dará paso para que se pueda activar el empujador de la bácula (W2.00). El empujador de la báscula es una electroválvula que deslizará la botella desde la cinta hacia la báscula.



Ilustración 108: Confirmación botella en báscula

Debemos comprobar que verdaderamente nuestra botella está en la báscula. Para ello nos aseguraremos de que en la pantalla HMI esté habilitada la pesadora (H0.02), que la señal del empujador de la báscula (W2.00) esté activada gracias al anterior paso, que el sensor de entrada al empujador (1.07) haya dejado de leer y que el sensor que empuja la botella fuera de la báscula (1.08) esté activado.



Ilustración 109: Espero báscula estabilizada

Una vez nuestra botella está en la báscula, y habiéndose cumplido todas las condiciones de la "Ilustración 109", deberemos activar una señal de pesada (W2.02). Para que esto ocurra, primero debe estabilizarse el tiempo. Eso se consigue poniendo un temporizador (T0021) para que, por tiempo, la botella consiga estabilizarse y darnos el peso requerido.

Trabajo final de grado

W2.02							1
Flag Pesada				+	+	+F(454)	Suma en cor
						D10450	Peso Refere Primer canal
	• •		•	•	*	D10452	Tolerancia M Primer canal
	• •		•	•	+	D10454	Limite Maxi Primer canal
			+	*		•	1
						-F(455)	Resta en co
						D10450	Peso Refere Primer canal
	• •		•	+	+	D10456	Tolerancia M Primer canal
			•	•	+	D10458	Limite Minir Primer canal
			+		+	*	J
	>=F(334)	<=F(332)				SET	Seleccionar
	Peso Neto D10250	Peso Neto D10250				W2.15	Flag Peso (Bit
	D10458		-	*	*		1
	Limite Mi	Limite Ma				RSET	Restaurar
			*	Ť	Ť	W2.14	Flag Peso Bit
	•		+		+		1
	<f(331)< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td>SET</td><td>Seleccionar</td></f(331)<>					SET	Seleccionar
	Peso Neto D10250					W2.14	Bit Bit
	D10458		+	•	•		J .
	Limite Mi		+			RSET	Restaurar
						W2.15	Bit
	Peso Neto D10250			•		, 	1
	_					100	
	D10454 Limite Ma						

El operario ha establecido mediante la pantalla HMI los parámetros de tolerancia máxima y mínima que debe tener nuestra báscula. En este trozo de código comprobamos mediante comparaciones si nuestra botella está en el peso óptimo o no. Si está en el peso óptimo se activará la variable



Ilustración 111: Expulsar botella de la báscula

Cristian Guill Muñoz

Cuando la señal de pesada (W2.02) está activa, un temporizador se pone en marcha y al acabar su tiempo, se activa su entrada (T0022) y eso activa la señal del avance del expulsor de la báscula (W2.03).



Ilustración 112: Confirmación botella fuera de la báscula

Confirmamos que la botella ha sido expulsada de la báscula comprobando que el avance del expulsor de la báscula (W2.03) este activo y que el sensor de avance del expulsor de la báscula (1.09) esté activo o, por el contrario, que la variable fin de expulsión (2.04), esté activa.

2.2.2.4.CONTROL RECHAZADOR

Nombre	Direccion
Preventa_Ok	3.10
Flag_Modo_Automatico	W0.01
Flag_Macha_Ciclo	W0.02
Flag_Marcha_Rechazador	W3.00
Flag_Botella_En_Rechazador	W3.01
Flag_Expulsor_Avance	W3.02
Flag_Fin_Expulsion	W3.03
Flag_Peso_no_Ok	W2.14
Flag_Peso_Ok	W2.15
Sen_Botella_Expulsor	1.10
Sen_Expulsor_Rechazador_Fuera	1.11
Sen_Stop_Rechazador_Avance	2.00
Retardo_Llegada_Botella	T0023

Ilustración 113: Leyenda



Ilustración 114: Rechazador en marcha

Debemos activar la marcha del rechazador (W3.00). Para ello debemos comprobar que el preventa (3.10), el modo automático (W0.01) y la marcha del ciclo (W0.02) estén activados.

138	Entrada de Botella en Rechazador Activo Tope Stop	÷ ÷	· •	
	Flag_Marc Sen_Botell W3.00 I: 1.10 W2.14 W2.15 I: 1.10 Flag_Peso Flag_Peso Flag_Peso Flag_Peso	*Flag_Fin * W3.03	Flag_Botel W3.01	÷
	Flag_Botel W3.01		÷	*

Ilustración 115: Botella en el rechazador

Debemos activar la señal de que la botella está en el rechazador (W3.01) y lista para para ser expulsada de la báscula e incorporada en la cinta 1. Deben de cumplirse todas las variables que vemos en la "Ilustración 115".



Ilustración 116: Comprobación del rechazador y expulsión de botella

Para activar la señal del empujador de botella (W3.02), debemos de comprobar que la botella está en el rechazador (W3.01), que el sensor 2.00 y que la señal de avance del expulsor (W3.02) estén activas. Una vez comprobado dichas variables, el temporizador empezará a descontar un tiempo, el cual, cuando acabe, habilitará su entrada (T0023) y así activará la señal del empujador de botella.

Cristian Guill Muñoz

3	Rechazado	or Avance Ok	·		· · ·		
155	Reset Flag	de Peso Ok o N	lo Ok			Elao Ein (+
	W3.02	I: 1.11				W3.03	
		Flag_Fin W3.03			• •		*
		<u>}</u> ⊣⊢				RSET	Restaurar
		******	ĺ	•	• •	W2.14	Flag_Peso_no_Ok Bit
		*		•	• •	I	*
						RSET	Restaurar
		*	¢ .	¢ .	* *	W2.15	Flag_Peso_Ok Bit
		•	•		• •		*

Ilustración 117: Comprobación del rechazador y reset variables

Se debe comprobar que el rechazador de avance ha realizado la acción de que la botella esté en la cinta 1 para que se active la señal de fin de expulsión (W3.03). Una vez eta variable esté activa, activaremos el RSET de las variables W2.14 y W2.15.

2.2.3. SALIDAS

Hasta ahora todo lo que hemos realizado ha sido todas las operaciones y los pasos para poder activar las señales o peticiones de alguna acción. Pero la máquina no va a mover nada si no activamos sus salidas físicas.

Estas salidas se activarán mediante un combinado de acciones y peticiones de señal, las cuales ya se han enseñado como se llegan a activar. Estas salidas el operario también las podrá activar de manera manual e incluso haciendo un ciclo semiautomático si la situación lo requiere.

Se hace una sección de salidas para que el programa quede más limpio. De esta forma, si en un futuro la máquina presenta algún fallo, podemos rápidamente detectarlo y ponerle alguna solución. También es más accesible para ir probando la máquina por trozos.

Hay algunas salidas que ya han sido explicadas aquí y es por ello qué no están todas en la sección de salida, pero si están la mayoría. A continuación, se va a visualizar una pequeña leyenda para poder ver los nombres de las variables al completo y posteriormente vamos a poner todas las salidas juntas. He organizado las salidas de tal forma que siga el proceso de la

máquina:

- Salidas sobre el llenado
- Salidas sobre los tapones
- Salidas sobre el roscado
- Salidas sobre las etiquetas
- Salidas sobre la pesadora
- Salidas sobre las cintas 1 y 2

Con todo lo anterior expuesto, se procederá a insertar las imágenes correspondientes, las cuales incluyen también algunas explicaciones, por lo que no se considera necesaria una descripción adicional.

Nombre	Direction	Nombre	Direction
Preventa Ok	3.10	Baja Llenadora	H12.02
Flag Modo Manual	W0.00	Sube llenadora	H12.03
Flag Modo Automatico	W0.01	Centrado Roscado	H13.00
Flag Macha Ciclo	W0.02	Avance Expulsor	H13.02
Retroceso Inicio	W0.10	Avance Etiquetadora	H14.01
Empujador a Bascula	W2.00	Poner Etiquetas	H14.02
Empujador Adelante Ok	W2.01	Introducir Tapon	H15.01
Avance Expulsor Bascula	W2.03	Tapon Posicion Ok	H15.02
Flag Botella En Rechazador	W3.01	Avance Cinta Baja Pinza	H15.03
Flag Expulsor Avance	W3.02	Baja Pinza	H15.04
Flag Marcha Transportador 1	W4.00	Pinza Abaio Ok	H15.05
Flag Tope Desvio 2	W4.04	Sube Pinza	H15.06
Flag Empuja Botella Trans 2	W4.06	Retroceso Pinza	H15.07
Simiatomatico Llenado	W6.00	Marcha Motor Roscado	H15.08
Simiatomatico Tapones	W6.01	Baja Roscando	H15.09
Semiautomático Etiquetadora	W6.02	Abre Pinza Sube Pinza	H15.10
HMI Tope Rechazo	W19.00	Retroceso Tapon	H15.11
HMI Rechazador	W19.01	Sen Arriba Llenadora	0.07
HMI Empujador Desvio	W19.03	Sen AntiGoteo Atras	0.08
HMI Tope Desvio 2	W19.04	Ev Salida Bandeja Antigoteo	100.04
HMI Retroceso Tapon	W19.05	Ev Baia Llenadora	100.05
HMI Puls Manual Bandeja AntiGoteo	W20.00	Ev Introductor Tapon	100.06
HMI Puls Manual Baja Ilenadora	W20.01	Ev Abre Pinza Tapon	100.07
HMI Puls Manual Introductor Tapon	W20.02	V Marcha Cinta Tapones	101.00
HMI Puls Manual Abre Pinza Tapon	W20.03	V Salida Etiquetas	101.04
HMI Puls Manual Marcha Cinta Tapones	W20.04	V Giro Botella Etiqueta	101.05
HMI Puls Manual Marcha Rapida Cinta Tapones	W20.05	V Transporte Cinta 1	101.06
HMI Puls Manual Marcha Salida Etiquetas	W20.06	V Transporte Cinta 2	101.07
HMI Puls Manual iro Botellas Etiquetas	W20.07	Ev Avance Tapon	102.00
HMI Puls Manual Marcha Transporte Cinta 1	W20.08	Ev Baja Tapon	102.01
HMI Puls Manual Marcha Transporte Cinta 2	W20.09	Ev Motor Roscado	102.02
HMI Puls Manual Avance Tapon	W20.10	Ev Tope Centrado Roscado	102.03
HMI_Puls_Manual_Baja_Tapon	W20.11	Ev_Expulsor_Botella_Roscada	102.04
HMI Puls Manual Motor Roscado	W20.12	Ev Empujador Aplicador Etiqueta	102.05
HMI Puls Manual Tope Centrado Roscado	W20.13	Ev Empujador a Pesadora	102.06
HMI Puls Manual Expulsor Botella	W20.14	Ev Expulsor de Pesadora	102.07
HMI Puls Manual Empujador Aplicador	W20.15	Ev Retroceso Tapon	103.00
HMI_Puls_Manual_Empujador_Pesadora	W21.00	Ev_Tope_Rechazador	103.04
HMI Puls Manual Expulsor Pesadora	W21.01	Ev Rechazador	103.05
HMI Habilitar Cinta2	H0.04	Ev Empujador Desvio	103.06
Retira_Antigoteo	H12.01	Ev_Tope_Desvio_2	103.07

Ilustración 118: Leyenda

Trabajo final de grado





pág. 67

Trabajo final de grado



Trabajo final de grado

40	11		
18 357	Salida expulsor de pesadora	· · · ·	
	Preventa_Ok_Flag_Modo 3.10 W0.00 W21.01	102.07	
			Ev_Expulsor_de_Pesadora
	Flag_Modo*		+
	W0.01 W2.03		
	Avance_Exp		
19 365	Cilindro de Tope en el Rechazador		
	Preventa_Ok Flag_Modo HMI_Tope 3.10 W0.00 W19.00	Ev_Tope_Re 103.04	*
	╟╾┥┝╌┰╌┥┝╌┰		
	Flag_Modo Flag_Botella	· · ·	+
	W0.01 W3.01		
20 373	Cilindro Empujador Rechazador		
	Preventa_Ok Flag_Modo HMI_Recha 3.10 W0.00 W19.01	Ev_Rechaza 103.05	•
	╟╾┥┝╌┰╌┥┝╌┰───		
	Flag_Modo Flag_Expuls		+
	W0.01 W3.02		
21			
22	Marcha Variador Cinta Transportador 1	l	
381	Preventa_Ok Flag_Modo	V_Transport	+
		Q: 101.06	
	HMI_Puls		+
	W0.01 W4.00		
23	Marcha Variador Cinta Transportador 2	· · · ·	*
309	Preventa_Ok [*] Flag_Modo * *	V_Transport.	+
		Q: 101.07	
	HMI_Habiit HMI_Puls		+
	W0.01 W0.02		
		COCO	
24 398	Electrovalvula Empujador del Detivio		
	Preventa_Ok Flag_Modo HMI_Empuj 3.10 W0.00 W19.03	Ev_Empujad	•
	Flag Modo Flag Empuj		
	W0.01 W4.06		
	Ilustración 123.	: Salidas	

<u></u>								
	408	Electrovalvul	la Tope Desvio 2	2				
		Preventa_Ok 3.10	Flag_Modo	HMI_Tope W19.04	+	+	+	Ev_Tope_De 103.07
			Flag_Modo	Flag_Tope W4.04		+	+	

Ilustración 124: Salidas

2.2. PROGRAMACIÓN PANTALLA HMI DELTA

Hoy en día la puesta en marcha de una máquina con algunos botones ya no vale, se queda corta. La industria 4.0 ha insertado de lleno la implementación de una pantalla HMI (ya se utilizaban antes pero no a tal nivel) que haga de comunicador visual entre la máquina y el operario. Para nuestro proyecto hemos puesto una pantalla del fabricante "DELTA", concretamente el modelo "DOP-107DV" de 7". El software utilizado para hacer las diferentes ventanas será DIAScreen.

	Device Communication	
Device Localh	lost	
COM1		
Link Name	Detail	
COM2 00- EtherLink	1 Controller @ CJ/CP/NJ S	eries FINS TCP
(mmm)	Communication Parameters	mpt
Ethernet1	HMI Station	0
	Controller IP : COM Port	192 . 168 . 250 . 10 : 9600
Device	Main Extra	
	PLC Station	10 ÷
	Password	12345678
	Comm. Delay Time(ms)	0
	Connection Timeout(ms)	1000
	Connect Retries	2
	Optimize	
sconnect after communication inter	mint 3 Retry times after discon	nectio
sconneet arter communication inter	Tupt - w Realy unles after useon	licedo

Ilustración 125: Configuración pantalla

Para poder comunicarnos con el autómata y que nuestras variables funcionen, debemos entrar en la configuración de la pantalla delta e irnos al apartado de Ethernet. Agregaremos un nuevo "Device" y elegiremos nuestro tipo de controlador (el recuadro de arriba) y pondremos la dirección IP de nuestro controlador que es el autómata junto con su puerto (el 9600 suele ser el estándar). En "PLC Statión" pondremos el último número de la IP del autómata.

Ilustración 126: Configuración pantalla

Una vez realizada la configuración de antes, haremos doble clic en "localhost", marcaremos la casilla de "Overwrite IP" y en "HMI IP Address" pondremos la dirección IP de nuestra pantalla. Debajo de la IP pondremos la máscara de subred que siempre es la misma (255.255.255.0).



Ilustración 127: Pantalla de Inicio

Esta es nuestra ventana de inicio, es la pantalla que verá el operario al encender la máquina (si es que la apagan) o cuando las demás pantallas se tiren un cierto tiempo en standby, automáticamente se pondrá esta ventana en la pantalla. Nuestra pantalla se divide en varias ventanas:

- Ventana menú automático
- Ventana elección menú manual

- Ventana alarmas activas
- Ventana de histórico de alarmas
- Ventana menú histórico de pesaje
- Ventana parámetros botellas grandes
- Ventana parámetros botellas pequeñas

Muchas ventanas tienen como subventanas o pequeñas acciones que puedes hacer dentro de ellas. A medida que vayamos avanzando y explicándolas, lo iremos viendo.

2.3.1. VENTANA MENÚ AUTOMÁTICO

La ventana del menú automático será como la ventana principal donde el operario pasará la mayor parte del tiempo si todo funciona correctamente.



Ilustración 128: Menú automático

Este es nuestro menú automático y cómo podemos observar tenemos varios detalles que os debemos comentar. Dejando para lo último el dibujo dinámico que vemos en la parte superior de la ventana, vamos a comentar un poco lo que observamos.

En la parte inferior, están los botones de los diferentes menús que tenemos (cada uno con su dibujo para hacerlo más visual), en donde sabemos en todo momento en la ventana que estamos gracias a que el botón cambia a un color mas claro.

En la parte superior, tenemos un panel meramente informativo, en donde está el logo de la empresa, el menú en el que nos encontramos y la fecha y la hora a tiempo real.
Justo en el medio tenemos dos paneles informativos sobre el modo (manual o automático) y el estado (marcha o paro). Y al lado de estos podemos elegir el tipo de botella (pequeña o grande). Depende del tipo de botella que elegimos, cuando le demos al botón de parámetros (esquina inferior izquierda) nos llevará al menú de botella pequeña o botella grande.

Si ahora nos fijamos en las flechas, empezaremos explicando las dos de abajo (negra y lila). La flecha negra está apuntando a unos parámetros (etiquetado, peso, cinta 1 y cinta 2) los cuales podemos habilitar o deshabilitar según quiera el operario. Esto es útil por si en la línea de automatizado, en un futuro no se quiere poner algunas de estas opciones. Lo único que se debe de hacer es deshabilitarlo, de esta manera no habría que volver a programar nada. La flecha lila marca el peso a tiempo real de la botella que pase por la báscula.

Como hemos comentado antes, el dibujo es dinámico, eso quiere decir que tiene partes móviles. Esos movimientos móviles son: las botellas, las pipetas de líquido adhesivo y los tapones. Para poder hacer que estos elementos sean móviles hemos tenido que programarlos en Cx-Programmer.

2.3.1.1. MOVIMIENTO DE LAS BOTELLAS DE ENTRADA

Nos estamos refiriendo a las botellas señaladas por la flecha verde, las cuales tendrán un rango de acción desde donde están posicionadas hasta donde empieza el llenado de botellas. Antes de explicar el código utilizado, debo resaltar que las botellas son un botón de multiestado.



Ilustración 129: Multiestado botellas de 0 a 7

Trabajo final de grado

Nombre	Direccion
V_Cinta_Botellas	101.02
Flag_Modo_Manual	W0.00
Flag_Modo_Automatico	W0.01
SALIDA BOTELLA 2	W46.00
SALIDA BOTELLA 3	W47.00
SALIDA BOTELLA 4	W48.00
PRIMERA BOTELLA	D170
SEGUNDA BOTELLA	D172
TERCERA BOTELLA	D174
CUARTA BOTELLA	D176
Bit de pulso de reloj de 0.02 segundos	CF103
Indicador de siempre ON	CF113

Ilustración 130: Leyenda

La imagen de arriba es una pequeña leyenda para poder ver el nombre y las variables que vamos a utilizar al completo.



Ilustración 131: Reset de botellas

Hemos utilizado cuatro botellas (D170, D172, D174, D176) que en el dibujo están superpuestas. Estas botellas para hacer un efecto dinámico continuado van de una posición inicial a una posición final en el eje X. Su

posición inicial es 715 y su posición final es 509. Estas variables serán reiniciadas si el operario activa el modo manual (W0.00) o la cinta de botellas (101.02) recibe un flanco de subida.

10	Flag_Mo Q: 101.02 W0.0	id P_0_ 1 CF1	02s 03		+	
1	V_Cinta_B	Bit de j	puls		-(410)	Resta binaria con signo sin acarre
					D170	PRIMERA BOTELLA Canal de minuendo
	*				&1	Canal de sustraendo
					 D170	PRIMERA BOTELLA Canal de resultado

Ilustración 132: Decremento de la posición de la botella 1

Como tenemos que llegar a la posición final, vamos a restarle uno al valor inicial y junto con el bit de pulso de reloj de 0.02 segundos vamos a conseguir el efecto que buscamos de hacer como que la cinta está desplazando las botellas. Tener en cuenta que esto funcionará siempre y cuando la cinta de botellas este en marcha (101.02) y la máquina esté en modo automático (W0.01).

	Flag_Mo	d P_0_02s	W46.00		Hermiden	100	
v c		Bit de puls S	ALIDA B	 -(410)	Resta binaria con signo	sin acarred	
				D172	SEGUNDA BOTELLA Canal de minuendo		
				 &1	Canal de sustraendo		
		•		D172	SEGUNDA BOTELLA Canal de resultado		
				+			
		<=(315)		W46.00	SALIDA BOTELLA 2		
		D170 PRIMERA					
		8.000			•		

Ilustración 133: Decremento de la posición de la botella 2

Repetimos el mismo proceso con la botella 2 pero con una salvedad. Antes hemos dicho que en el dibujo las botellas están superpuestas, es por ello por lo que, si la botella 2 sale a la misma vez que la 1, esta jamás se vería. Eso tiene fácil solución, ponemos una instrucción de comparación en la que me diga que cuando la botella 1 (D170) llegue a la posición 600, active el bit W46.00 para que de la orden y pueda salir la botella 2 (D172) desde la posición inicial. Como el proceso se repetirá cíclicamente hasta que sea interrumpido, una vez activado el bit W46.00

ya tendremos la distancia que deseamos con la botella 1 y cuando se repita el ciclo no hará falta entrar a la instrucción de comparación (por eso el paralelo debajo de esta instrucción).



Ilustración 134: Decremento de la posición de la botella 3

Al igual que se ha explicado para la botella 2, repetimos el mismo procedimiento con una salvedad. Esta vez, nos fijamos en la botella 1 (D170) pero en la instrucción de comparación dicha botella hasta que no llegue a la posición 485 no se activara el bit W47.00 que es el encargado de activar la salida de la botella 3 desde la posición inicial.



Ilustración 135: Decremento de la posición botella 4

Al igual que se ha explicado para la botella 3, repetimos el mismo procedimiento con una salvedad. Esta vez, nos fijamos en la botella 1 (D170) pero en la instrucción de comparación dicha botella hasta que no llegue a la posición 370 no se activara el bit W48.00 que es el encargado de activar la salida de la botella 3 desde la posición inicial.

					r ·				
<=(315)				MOV(021)	Mover .				
D170 PRIMERA				&715	Canal fuente				
				D170	PRIMERA BOTELLA Destino				
<=(315)				MOV(021)	Mover				
D172 SEGUND				&715	Canal fuente				
				D172	SEGUNDA BOTELLA Destino				
<=(315)				MOV(021)	Mover				
D174 TERCER				&715	Canal fuente				
				 D174	TERCERA BOTELLA Destino				
<=(315)				MOV(021)	Mover				
D176 CUARTA				&715	Canal fuente				
8.509				 D178	CUARTA BOTELLA Destino				
	<=(315) D170 PRIMERA = 8509 (=(315) D172 SEGUND 8509 (=(315) D174 TERCER = 8509 (=(315) D174 TERCER = 8509 D176 D177 = 8509 (=(315)) D177 = 8509 (=(315)) D177 = 8509 (=(315)) D172 = 8509 (=(315)) D172 = 8509 (=(315)) D172 = 8509 (=(315)) (=	<=(315) D170 PRIMERA 	<=(315) D170 PRIMERA & 509	Cel315) D170 PRIMERA.	<=(315)	<	<=(315)	c=(315) MOV(021) Mover D170 PRIMERA. 8715 Canal fuente 8509 D170 PRIMERA. 0170 D170 PRIMERA. 8509 D170 PRIMERA. 0170 D170 PRIMERA. 6509 D170 MOV(021) 0172 8715 Canal fuente SEGUND 8715 Canal fuente 8509 D172 SEGUND.A BOTELLA 0172 Betime SEGUND.A BOTELLA 8509 D172 Detime 10174 R715 Canal fuente 10174 Betime TERCERA BOTELLA 8509 D174 Canal fuente 10174 MOV(021) Mover 6409 MOV(021) Mover 10174 Betime TERCERA BOTELLA 8509 D174 Canal fuente 10174 D176 Canal fuente 10174 D177 D178	c=(315) MOV(021) Mover D170 A715 Canal fuente a509 D170 PRIMERA BOTELLA D170 D170 PRIMERA BOTELLA D170 MOV(021) Mover c=(315) MOV(021) Mover D172 SEGUNDA BOTELLA Destino s609 D172 BEGUNDA BOTELLA d509 D172 BEGUNDA BOTELLA d509 D174 BEGUNDA BOTELLA d509 D174 Bestino d509 D174 Mover d509 D174 Mover d509 D174 Canal fuente d509 D174 D174 d509 D174 D174 d509 D174 D174 d509 D174 D174 d509 D176 Canal fuente cuARTA T176 Canal fuente d509 D176 D1776 D178

Ilustración 136: Reset botellas al llegar a la posición final

Una vez las botellas llegan a 509 que es su posición final, se moverán a la posición inicial, que es 715. De esta manera el proceso se repetirá cíclicamente.

Trabajo final de grado

Multistate Indicator											×	
Preview	Main St	tyle Text	Picture	Ope	rating c	onds.	Coo	rd.				
8	Coordinate X:	es Ether	Link1}10@D1	76	Y:		126		(
	W	idth: 59			H	eight:	75		(
State:	Input Link:	Ethe	erLink1								×	
Lanmage	Туре			(or	tent							
Language1 ~	O Devi	O Device (Word)			Device Type			D ~				
Element Description:	ement Description:				Address/Value			176				
Multistate Indicator_017	O Internal Memory (Bit)			Tag								
	Con	stant										
	Constant '	Types			в	С	D	Е	F	Clear		
Automatically resized based) Sign	ed Decimal			6	7	8	9	А	Back		
Yes ~	OUnsi	igned Decima	1		1	2	3	4	5			
Margin: 0	Hex	adecimal			0		+	-	1	Enter		
								None				
	Station No	D,										
	10	🕆 🗸 Def	ault									

Ilustración 137: Relación PLC con imagen en HMI

Nuestras variables de las botellas las pondremos en las coordenadas X de cada botella de entrada, tal como se enseña en la imagen.

2.3.1.2. MOVIMIENTO DE TAPONES

En la imagen de la ventana del menú automático nos estamos refiriendo a la flecha azul de la ventana del menú automático ("Ilustración 94") que señala a los tapones en negro que se desplazan por la cinta de arriba y por detrás del ciclo de llena.

Nombre	Direccion
V_Marcha_Cinta_Tapones	101.00
Flag_Modo_Manual	W0.00
SALIDA TAPON 2	W51.00
SALIDA TAPON 3	W52.00
SALIDA TAPON 4	W53.00
TAPON 1	D190
TAPON 2	D192
TAPON 3	D194
TAPON 4	D196
Bit de pulso de reloj de 0.02 segundos	CF103
Indicador de siempre ON	CF113

Ilustración 138: Leyenda

Trabajo final de grado

	RESETEO TO	DOS LOS TAPONE	ES Y EMPIEZA	N DESDE EL P	PRINCIPIO		
							[
	⊆: 101.00 						
V V	_Marcha					MOV(021)	Mover
F	ag_Mod W0.00					&766	Canal fuer
F							
						·	TAPON 1
						D190	Destino
						MOV(021)	Mover
ŀ							
						&/00	Canal fuel
	-						TARON 2
						D192	Destino
						MOV(021)	Mover
	-					*	
						&766	Canal fuer
ļ							
						D194	Destino
						MOV(021)	Mover
						&766	Canal fuer
ſ						D196	TAPON 4 Destino
						D196	Destino

Hemos utilizado cuatro tapones (D190, D192, D194, D196) que en el dibujo están superpuestos. Estos tapones para hacer un efecto dinámico continuado van de una posición inicial a una posición final en el eje X. Su posición inicial es 766 y su posición final es 373. Estas variables serán reiniciadas si el operario activa el modo manual (W0.00) o la cinta de tapones (101.00) recibe un flanco de subida.

~	P_0	_02s		· [·	
Q: 101.0	00 CF 	103 		-(410) Resta binaria o	on signo sin acarre
				D190 TAPON 1 Canal de minu	• endo
				&1 Canal de sustra	endo
				TAPON 1	ado

Ilustración 140: Decremento del tapón 1

Misma explicación que para el proceso de la botella 1 pero con diferentes variables.

α · · ·	O '11	ЪГ~
Cristian	GUIII	Nunoz

Trabajo final de grado

2	MISMO PR		PERO CON	EL TAPON 2				
66	Q: 101.00	P_0_02s CF103	• W51.00	*	÷			
	V_Marcha	Bit de puls	SALIDA TA				-(410)	Resta binaria con signo sin acarreo
	•		*		+		D192	TAPON 2 Canal de minuendo
					+			
							&1	Canal de sustraendo
					•		 D192	TAPON 2 Canal de resultado
		 	•	•	+	• •	W51.00	
		<=(315)						SALIDA TAFON 2
		D190 TAPON 1						
		—	-		+			
		8,656						
		W51.00]		+			
		SALIDA TA						

Ilustración 141: Decremento del tapón 2

Misma explicación que para el proceso de la botella 2 pero con diferentes variables.

3 78	MISMO PROCEDIMIENTO PERO CON EL TAPON 3										
/0	Q: 101.00	P_0_02s CF103	W52.00								
	V_Marcha	Bit de puls	SALIDA TA		-		-(410)	Resta binaria con signo	sin acarreo		
		-					D194	TAPON 3 Canal de minuendo			
		INTE					8.1	Canal de sustraendo			
	5						 D194	TAPON 3 Canal de resultado			
		<=(315)					W52.00	SALIDA TAPON 3			
		D190 TAPON 1									
		8.546				• •					
						• •					
		SALIDA TA									

Ilustración 142: Decremento del tapón 3

Misma explicación que para el proceso de la botella 3 pero con diferentes variables.

	r •	C	1 1		1
l ra	ba1	o tin	al d	le g	rrado
	~ ~]				

MISMO PR	OCEDIMIENT	O PERO CON B	EL TAPON 4				
Q: 101.00	P_0_02s CF103	• W53.00	• •	+	+		* * *
V_Marcha	Bit de puls	SALIDA TA				-(410)	Resta binaria con signo sin aca
						D196	TAPON 4 Canal de minuendo
						_	
						&1	Canal de sustraendo
						_	TAPON 4
						D196	Canal de resultado
	<=(315)	1					SALIDA TAPON 4
	-(010)			+			
	D190 TAPON 1						
	-						
	8436						
			• •	+	+		
	W53.00						
	SALIDA TA						

Ilustración 143: Decremento del tapón 4

Misma explicación que para el proceso de la botella 4 pero con diferentes variables.

	DECREMENTO	JE POSICION LLEGA		ION FINAL, APLIC	AMOS UN MOVI	E PARA DEVOLVERLO	A LA POSICIOI	N INICIAL PARA	JUE SE REP	PHAEL PROC	ESO CICLI
CF113											
Indicador d	<=(315)				MOV(021)	Mover					
	D190 TAPON 1				&766	Canal fuente					
	· 8373				 D190	TAPON 1 Destino					
	+				NT DO N	et He					
	<=(315)				MOV(021)	Mover					
	D192 TAPON 2				&766	Canal fuente					
	 8373				0 D192	TAPON 2 Destino					
	+					•					
	<=(315)		+		MOV(021)	Mover .					
	D194 TAPON 3				&766	Canal fuente					
					D194	TAPON 3 Destino					
						•					
	<=(315)	+	+		MOV(021)	Mover .					
	D196 TAPON 4				&766	Canal fuente					
	· 8373				 D196	TAPON 4 Destino					

Ilustración 144: Reset tapones cíclicos

Una vez los tapones llegan a 373 que es su posición final, se moverán a la posición inicial, que es 766. De esta manera el proceso se repetirá cíclicamente.

State Graphic									\times
Preview	Main Style	Picture Operat	ing conds.	Coord	đ.				
	Coordinates								
	X:	:therLink1}10@D19	6 Y		126]	
1 111 1	Width:	18	ш	leight:	19				
<u> </u>	Input								
State:	Link	EtherLink1							
0 ~									
Language:	Type	Weed.	Content		_				
Language1 ~	Device	Device	Туре	D				~	
	Device (I	Bit)	Addres	s/Valut	196				
Element Description:	_ Internal N	Memory (Word)							
State Graphic_084	O Internal N	Memory (Bit)	Tag						
	Constant								
	Constant Type	5	В	с	D	E	F	Clear	
	Signed D	ecimal	6	7	8	9	A	Back	
	() Unsigned	Decimal	1	2	3	4	5	Catal	
	Hexadec	imal	0		+		1	Enter	
						None			
	Station No.		1						
	10 🔹	✓ Default							

Ilustración 145: Comunicación del PLC con la HMI

Nuestras variables de los tapones los pondremos en las coordenadas X de cada tapón, tal como se enseña en la imagen.

2.3.1.3. MOVIMIENTO LLENADO DE PIPETAS

Nos estamos refiriendo a la flecha marrón de la ventana del menú automático ("Ilustración 94") que apunta a las pipetas por donde va a salir el líquido adhesivo con el que vamos a llenar las botellas.

Nombre	Direccion
Ev_Baja_Llenadora	100.05
TANQUES DE LLENADO	D180
TUBOS DE LLENADO	W50.01
BOTELLAS INVISIBLES	W50.00
Bit de pulso de reloj de 0.02 segundos	CF103
Indicador de siempre ON	CF113

Ilustración 146: Leyenda

Una pequeña leyenda de las variables a utilizar. Antes de empezar es necesario diferenciar entre tubo de llenado y el tanque de llenado. El tubo de llenado son los elementos que aparecen inmediatamente arriba de las botellas de llenad, mientras que el tanque de llenado son todas las pipetas que están en la parte de arriba del todo del llenado.

0 110	[Nombre o	de Programa de Sección :	HMI_Panta	alla] lo_Pipetas]					
	RESETEC	D DEL CAUD	AL DE LOS	TANQUES					
	Q: 100.05	÷	+				•	· · ·	÷
	Ev_Baja_L.			+	+		MOV(021)	Mover .	
							&100	Canal fuente	
	b	•	*	*	٠	*	 D180	TANQUES DE LLENADO	

Ilustración 147: Reset caudal de los tanques

Cuando la electroválvula para bajar la llenadora recibe un flanco de subida, se resetea el caudal del tanque de llenado (D180). Los tanques van de 100 (su posición inicial) a 0 (su posición final).

	2: 100.05	P_0_02s CF103			*		+	· · ·
E	/_Baja_L	Bit de puls.					-(410)	Resta binaria con signo sin acar
		+		+	+	÷	D180	TANQUES DE LLENADO
		•			+	+	+	• • •
							8.20	Canal de sustraendo
			3i			ot	D180	TANQUES DE LLENADO Canal de resultado
			NIVE.	RSITA	s Mi	guel	RSET	Restaurar TUBOS DE LLENADO

Ilustración 148: Descarga de caudal

Queremos que vaya descontando de 20 en 20 por una sencilla razón. Por qué cada vez que le restamos 20, al multiestado de la botella se le suma 1, debido a eso, el número de fotos (6 para simular el llenado) debe coincidir con el número de veces que se descuenta el tanque. Así conseguimos el efecto visual que al mismo tiempo que se vacían los tanques, se llenan las botellas.

Reseteamos el bit W50.01 para que los tubos de llenado sean visibles mientras se produce el llenado ya que de normal suelen estar ocultos si no se están llenando las botellas. Le ponemos un "RSET" y no un "SET" debido a que la condición de hacer un objeto invisible dentro de la pantalla HMI va al revés.

Trabajo final de grado

2						*			• •
	116	VOLVER IN	/ISIBLES LOS	TUBOS QUE	SIMULAN EL	LLENADO DE	BOTELLA		
				+		*			· · ·
		<=(315)						MOV(021)	Mover
		D180 TANQUE						&100	Canal fuente
		8.0				•		 D180	TANQUES DE LLENADO
								SET	Seleccionar
				*				W50.01	TUBOS DE LLENADO
3	110	MANTENER	LAS BOTELL	AS DE LA LLE	ENADORA INV	ISIBLES HAST		NOS QUE LLE	INAR
	113	Q: 100.05		+	*	+	· ×	W50.00	
		Ev_Baja_L		+	+	+			BUTELLAS INVISIBLES

Ilustración 149: Reinicio del ciclo

Una vez nuestro contador llegue a 0, moveremos el número 100 a nuestra variable "D180" para que vuelva a producirse el ciclo. Al mismo tiempo volvemos a ocultar los tubos de llenado (W50.01).

Por otra parte, tenemos botellas fijas en la sección de llenado, las cuales mientras no se está realizando el proceso las ocultamos (W55.00). De esta manera simulamos como que la botella entra por la entrada al ciclo de llenado y cuando este se inicia, aparecen las cuatro botellas llenándose y cambiando de estado.



Ilustración 150: Variable de invisibilidad

Pinchamos a las botellas que están fijas en la sección de llenado y nos vamos a "Operating conds", ponemos a "on" el "Invisible State" y arriba le pichamos a los tres puntitos y ponemos nuestra variable "W50.00". Importante que todas las variables en la parte de "link", ponga "EtherLink", ya que es lo que nos comunica con el autómata.

Hacemos el mismo proceso para ocultar los tubos, pero poniendo la variable que toca.

Preview	Main Style Text Operating con	nds. Coord.		
	Memory Read Address: {EtherLink1}10@D180 Read Offset Address: None	Detail Data Type Data Format Minimum	Word ~ Unsigned Decimal ~ 0	
State: 0 ~	Input	Maximum	100	
Language:	Link: EtherLink1			`
Language1 ~	Туре	Content		
Element Description:	O Device (Word)	Device Type D		~
Pipe(1)_025	Device (Bit)	Address/Value 180		
	🔿 Internal Memory (Bit)	Tag	~	

Ilustración 151: Dirección tanque

La variable D180 perteneciente a la dirección en los tanques de líquido debemos ponerla como nos dice la imagen de arriba.

2.3.1.4. MOVIMIENTO LLENADO DE BOTELLAS

Nos estamos refiriendo a la flecha roja de la ventana del menú automático ("Ilustración 94"). Al igual que los tubos de llenado se vuelven invisibles, también debemos de hacer invisibles las cuatro botellas que están fijas en la sección de la llenadora. Para ello debemos de

Nombre	Direccion
Ev_Baja_Llenadora	100.05
TANQUES DE LLENADO	D180
Botella llenado	D200
Sen_Presencia_Primera_Botella	0.06
Sen_Entrada_Llenadora	0.05
Retardo para reset	T0067
Bit de pulso de reloj de 1.0 segundos	CF102
Indicador de siempre ON	CF113
Indicador de siempre OFF	CF114

Ilustración 152: Leyenda

Trabajo final de grado

Cristian Guill Muñoz



Ilustración 155: Lienado de Dolellas

Debemos cambiar el valor del bit multiestado D200, incrementándolo de uno en uno. Para ello, tenemos la instrucción del incremento binario. Para activar esta instrucción nuestras botellas tienen que estar en un estado menor a 5 y tener activo el bit de la electroválvula bajando a la llenadora (100.05).

En el caso de que no esté dando lectura dicha electroválvula, ni el sensor "0.05 y 0.06", entonces comenzará una cuanta atrás (T067) para que las botellas vuelvan al multiestado inicial.

2.3.1.5. MOVIMIENTO DE LAS BOTELLAS A LA ETIQUETADORA

Nos estamos refiriendo a la flecha de amarillo de la ventana del menú automático ("Ilustracion 94"), que apunta a la botella que va a salir del proceso de llenado, va a ir a la etiquetadora, le van a poner la etiqueta y va a salir.

Nombre	Direccion
Ev_Stop_Salida_Llenadora	100.03
Flag_Modo_Manual	W0.00
BOTELLA 1 SALIDA LLENADORA HASTA ETIQUETA	D202
BOTELLA DE SALIDA DE LLENADO INVISIBLE	W55.00
Bit de pulso de reloj de 0.02 segundos	CF103
Sen_Botella_En_Roscado	0.10
Indicador de siempre ON	CF113
VARIABLE QUE GUARDA EL ESTADO DE MI BOTELLA	D250
Sen_Botella_Etiquetadora	1.06

Ilustración 154: Leyenda



Como la distancia a recorrer es corta (va desde la salida del llenado hasta un poco más allá que la etiquetadora), hemos utilizado una botella (D202). Esta botella para hacer un efecto dinámico continuado va desde una posición inicial hasta una posición final en el eje X. Su posición inicial es 347 y su posición final es 181. Estas variables serán reiniciadas si el operario activa el modo manual (W0.00) o la electroválvula de la salida llenadora (100.03) recibe un flanco de subida.



Ilustración 156: Decremento de la botella

Esta botella debe estar oculta hasta que el sensor de la botella en el roscado reciba un flanco de bajada (0.10), de esta manera sabremos que la

Trabajo final de grado

Cristian Guill Muñoz

botella va camino a la etiquetadora. Una vez se active la posición de la botella se irá decrementando en 1 desde su posición inicial hasta su posición final.



Ilustración 157: Cambio de estado y bucle de ciclo

Hemos comentado antes que la imagen de la botella realmente es un bit multiestado con diferentes imágenes que al cambiarlas parece que la botella sufra unos movimientos y cambios dinámicos.

Queremos que cuando la botella pase por la sección del etiquetado, D202 cambie de estado. Para ello debemos saber la posición exacta donde queremos que sufra ese cambio. Esa posición es 242 y mientras que nuestra variable D202 sea mayor que ese valor, no entrará en la instrucción de comparación. Una vez dentro, le asignaremos el estado 7 a D250.

Para finalizar si la botella llena al final de su posición, que es 181, entrará en la instrucción de comparación y sufrirá un reinicio, el cual devolverá la botella a la posición inicial para repetir el proceso y el bit de estado pasará de 7 a 6.

La variable D250, la pondremos en la dirección de lectura del menú "main" (pinchando sobre la botella). D202, la pondremos en las coordenadas del eje X. Por última W55.00 la pondremos en "operatings conds" justo donde nos dice hacer invisible una dirección.

Trabajo final de grado



Ilustración 158: Ocultar botella

Cuando el sensor de la botella etiquetadora reciba un flanco de bajada, será el momento para volver a ocultar nuestra variable.

2.3.1.6. MOVIMIENTO BOTELLA PESAJE

Por último, nos fijaremos en la flecha de lila de la ventana del menú automático ("Ilustración 94"), que apunta a la botella situada en la pesadora. El objetivo de esta botella es permanecer oculta hasta que detecte que hay una botella en la báscula y aparezca para parecer que ha venido desde la etiquetadora y se ha parado ahí para pesarse.

Nombre	Direccion
Indicador de siempre ON	CF113
Sen_Botella_Empujador_Entrada_Bascula	1.07
TEMPORIZADOR PARA QUE APAREZCA BOTELLA EN EL PESO	T0070
TEMPORIZADOR PARA QUE DESAPAREZCA LA BOTELLA	T0080
BIT DE INVISIBILIDAD DE LA BOTELLA EN PESO	W56.00
VARIABLE DONDE GUARDO EL INDICADOR DE ESTADO	D252

Ilustración 159: Leyenda

Trabajo final de grado

	PONER	BOTELLA EN EL PI	ESAJE *******	*******		
P_On CF113	 I: 1.07					
Indicador d	Sen_Botell				TIM	Temporizador de 100 ms (Temporizador) [tipo BCD]
					0080	TEMPORIZÁDOR PARA QUE DESAPARÈZCA LA BOTÈLLA Número de temporizador
					-	
					#8	Valor seleccionado
		T0080			•	
	[TEMPORIZ			SET	Seleccionar
					W56.00	BIT DE INVÎSIBILIDAD DE LA BOTELLA EN PESO Bit
					*	
					MOV(021)	Mover
					&7	Canal fuente
	• •				 D252	VARIABLE DONDE GUARDO EL INDICÁDOR DE ESTÁDO Destino
	I: 1.07				+]
	Sen Botell				ТІМ	Temporizador de 100 ms (Temporizador) [tipo BCD]
	*				0070	TEMPORIZÃDOR PARA QUE APAREZCĂ BOTELLA EN EL PESO Número de temporizador
	*					Valor seleccionado
		T0070			RSET	Restaurar
		TENPORIZ			W56.00	BIT DE INVÍSIBILIDAD DE LA BOTELLA EN PESO Bit

Ilustración 160: Botella en la báscula

El objetivo es claro, hacer aparecer y desaparecer la botella que tenemos situada en la báscula.

Cuando el sensor de botella de la entrada a la báscula (1.07) este leyendo, entonces, se activará un temporizador (T0070) el cual, al finalizar desactivará el bit (W56.00) que hará que la botella sea visible en la pantalla.

En el caso contrario, si el sensor de botella de la entrada a la báscula (1.07) no está leyendo, se activará un temporizador (T0080) el cual, al finalizar activará el bit W56.00 para que la botella se vuelva invisible en la pantalla. Al mismo tiempo moveremos a 7 nuestro bit de estado D252.

2.3.2. MENÚ MANUAL

Al menú manual podemos acceder desde el menú automático.

neoflex	MENU MANUAL	dd/mm/yy HH:MM:SS
Ñ	IODOS DE TRABAJO MAN	
	GRUPO LLENADO	GRUPO ETIQUETADO
	GRUPO TAPON	GRUPO CINTA SALIDA

Ilustración 161: Menú manual

Una vez accedemos al menú manual nos encontramos con esté entorno, en el cuál podemos elegir cuatro tipos de grupos manual para poder controlar la máquina. El operario pinchará el que necesite y la pantalla HMI se encargará de enseñarle la ventana que está relacionada con ese botón.



Ilustración 162: Grupo de llenado

Cuando el operario entra en la ventana del menú manual de llenado ve la imagen de arriba donde tenemos diferentes botones de la sección de llenado para controlar la máquina manualmente. Cuando el operario pulsa sobre algún botón este cambia de color a verde y el sensor de lectura (flecha de rojo) cambia a color amarillo.

El direccionamiento del sensor está relacionado con las salidas físicas del autómata, mientras que el direccionamiento de cualquier botón está relacionado con un bit de trabajo que será una de las condiciones a tener en cuenta para que la salida física relacionada con la acción de ese botón se encienda.

Como podemos observar, entre uno de los botones se encuentra la posibilidad de poder realizar un ciclo semiautomático de llenado.

CICLO SEMIAU	
AVANCE O	INTRODUCI TAPON
	MOTOR ROSCADO

2.3.2.2. GRUPO TAPONES

2.3.2.3. GRUPO ETIQUETADORA

	CICLO	D SEMIAUTOMATICO ETIQUE	TADORA
SALIDA ETIQUETAS	\bigcirc	GIRO ETIQUETAS BOTES	EXPULSOR PESADORA
EMPUJADOR PESADORA	\bigcirc	EMPUJADOR APLIC. ETIQUETA	

2.3.2.4. GRUPO CINTA SALIDA

neoflex ecoim	NOAL CINTA SALIDA: 100	
	CICLO SEMIAUTOM	ATICO CINTA SALIDA
CINTA 2		TOPE RECHAZADOR
	EMPUJADOR DESVIO	RECHAZADOR

Ilustración 165: Grupo cinta salida

Al igual que hemos explicado el grupo de llenado, los demás grupos manuales (tapones, etiquetado y cinta salida) actúan de la misma manera. Obviamente cada uno tiene sus propias variables, pero, el direccionamiento de estas actúa de la misma manera.

Pese a que en el grupo manual de la cinta de salida se ha puesto un ciclo semiautomático este no está programado en Cx-Programmer debido a que el cliente (Neoflex) no quiso esta opción en el programa. Aun así, insistió en que se dejase en la pantalla por si en algún momento cambiaban de idea y sí que quisieran implementarlo.

Todas estas pantallas manuales, cuando estas dentro de ellas, solo pueden volver al menú manual principal o bien para elegir otro grupo del menú o bien ya para acceder al modo automático o más opciones.

2.3.3. MENÚ ALARMAS ACTIVAS

Mineoflex	ENU ALARMAS ACTI	IVAS 👔	dd/mm/yy	HH:MM:SS
DISPARO		DESCRIF	CION	
hh:mm dd/mm/yy	#####			
		HISTORIA	L ALARMAS	ALARMAS (

Ilustración 166: Menú alarmas activas

Este es el menú de alarmas activas, donde aparecerán todas las alarmas que estén pasando en ese momento. Una vez esa alarma sea subsanada o bien por el operario, o bien sola o bien por reinicio de máquina, desaparecerá de este menú.

Desde este menú, podemos acceder al historial de alarmas (donde tendremos un registro de todas las alarmas que hayan saltado) y al menú automático.

MENU ALARMAS ACTIVAS dd/mm/yy Bescape Dispako Dispako bescripcion	2] HH:MM:SSI
AUTOMATICO	Active Alarm List X Active Alarm List X Ana Style Operating conds. Field attributes Function Buttons Coord Ne. 30 0 No Corea 50 0 0 Corea Alarm Message State Dusphage Language Language
	Bernent Descriptor. Active Alarm List 004 Active Alarm List 004 Tife Test Alarment Center Date Format: HB1AM Tife Test Color Tife Test Color Color

Ilustración 167: Configuración texto alarma

Haciendo doble clic sobre el fondo blanco, accedemos a la configuración de la función "Active Alarm List", en donde podremos editar las cosas que

queremos que se visualicen cuando salte alguna alarma, que títulos queremos ponerle, el tipo de letra...

Project A X	4 5	- INICIO	11 - GRUPO LLENADO 12 - GR	RUPO TAPON	13 -	GRUPO ETIQUETADORA	14 - GRUPO CINTA SALI	DA 10 - HIST	ORICO_ALARMAS	9 - ALARMAS ACTIVAS
- =)		× •• •	16 Tr Arial	* 100%		🗟 🥔 🔄 🕈 🛫				
Embotelladora	4 Detail Properties									
Screen	No.	Enabl	Message Content	Category	Туре	Address	Trigger Condition	Monitor Address	Text Color	Alarm Screen
Screen Man	1*		SETA DE EMERGENCIA	0	Bit	{EtherLink1}10@WB40000	On		RGB(255, 0, 0)	- ALARMAS ACTIVA
	2*		PUERTA FRONTAL ABIERTA	0	Bit	{EtherLink1}10@WB40001	On		RGB(255, 0, 0)	- ALARMAS ACTIVA
	3*		PUERTA TRASERA ABIERTA	0	Bit	{EtherLink1}10@WB40002	On		RGB(255, 0, 0)	- ALARMAS ACTIVA
	4*		FALTA TAPONES	0	Bit	{EtherLink1}10@WB40003	On		RGB(255, 128, 0)	- ALARMAS ACTIVA
- 3 - PARAMETROS BOT. PEQUENA	5*		PERDIDA DE PRESION	0	Bit	{EtherLink1}10@WB40004	On		RGB(255, 128, 0)	- ALARMAS ACTIVA
III 5 - INICIO	6*		FALLADO BAJADA LLENADO	0	Bit	{EtherLink1}10@WB40005	On		RGB(255, 0, 0)	- ALARMAS ACTIVA
	7*		FALLO BANDEJA ANTIGOTEO ATRAS	0	Bit	{EtherLink1}10@WB40006	On		RGB(255, 128, 0)	- ALARMAS ACTIVA
	8*		ATASCO ENTRADA BOTELLA	0	Bit	{EtherLink1}10@WB40007	On		RGB(255, 0, 0)	- ALARMAS ACTIVA
	9*		MODULO PREVENTA DISPARADO	0	Bit	{EtherLink1}10@WB40008	On		RGB(255, 0, 0)	- ALARMAS ACTIVA
	10			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
— 10 - HISTORICO_ALARMAS				0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
11 - GRUPO LLENADO	12			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
12 - GRUPO TAPON	13			0	BIC	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
13 - GRUPO ETIQUETADORA	14			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
- 14 - GRUPO CINTA SALIDA	15			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
- 🗗 Screen Group	16			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
Communication	17			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
- R th Data Exchange Take	18			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
Tag	19			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
- Alarm	20			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
th Ba Pacino	21			0	Bit	None	On		RGB(0, 0, 0)	None
man weape							-			

Ilustración 168: Configuración alarmas

Haciendo doble clic sobre "Alarm", se nos abre el menú de la derecha. En este menú es donde nosotros debemos escribir el nombre de las alarmas, el color que queremos que tengan (dependiendo en nivel de importancia) ...

Si no se registra aquí la alarma que quieres, después cuando el sistema falle, la pantalla no reconocerá el fallo y por tanto no se activará ninguna alarma en "Active Alarm List".

1 a	HISTORIAL ALARMAS	dd/mm/yy HH:MM:SS	Alarm History Table							>
HISTORIAL ALARMAS (#2) DISPARO Intrim dumny #### HISTORIAL		Preview.	Main Style C No. Group Trigger Time Alarm Message Alarm Counts Recovery Time Confirmation Time	30 50 150 250 50 120 e 120	* N * G * D * D * D * D * D * D * D * D	Field attributes % % % % % % % % % % % % % % % % % % %	Function Buttons Column order: Trigger Time Alarm Message	Coord	1.	
	HISTORIA	HISTORIAL ALARMAS	Language Language Element Description Alarm History Table_002	The total width of columns: 400 Pitals Tifle Test Alignment Center v Dat Tifle Background • Tit Tifle Test Color • Co		ds V Date I Time Color	Allow to change the field widd e Format HH MM v or		đťh	
									ok.	Cancel

2.3.4. MENÚ HISTORIAL DE ALARMAS

Ilustración 169: Menú historial alarmas

Este es el menú de historial de alarmas en donde se guardarán todas las incidencias que presente la máquina con fecha y hora y una pequeña descripción para que cuando venga el operario, sepa cuando ha ocurrido el fallo y sobre que trata.

Estos parámetros son modificables haciendo doble clic sobre el fondo blanco (Alarm history table). Esto nos llevará a la configuración de esta función en donde podremos editar varios parámetros para que los registros de las alarmas queden a gusto del cliente.



2.3.5. MENÚ PARÁMETROS PESAJE



Este es el menú de parámetros de pesaje, en donde podemos configurar todo lo relacionado con el valor del peso de nuestra báscula. El operario puede manipular el valor de la consignad de peso, la tolerancia máxima y la tolerancia mínima.

En el historial de pesaje es donde se guardan todos los pesos que da cada botella. De esta manera el operario podrá observar los valores y a consecuencia de ellos modificar los valores de la consigna de peso y la tolerancia máxima y mínima.



Para que los valores del peso se vayan guardando en el historial de pesaje, hemos hecho un direccionamiento indirecto de la tabla con la posibilidad de guardar 100 valores. Movemos el valor 0 a D4990 (Puntero de nuestra tabla), lo multiplicamos por 2 (porque cada dato que guardamos es doble palabra) y lo guardamos en la variable D4992. Posteriormente le sumamos 5000 a nuestra variable D4992 para obtener la dirección absoluta del destino y lo guardamos en D4994.

Una vez realizado lo anterior, guardamos nuestro valor del peso neto en @D4994 (aquí es donde ocurre el verdadero direccionamiento indirecto) y sumamos en 1 la variable D4990. Por último, aplicamos un BSET para hacer un borrado masivo de nuestra tabla.

2.3.6. PARÁMETROS BOTELLA GRANDE Y PEQUEÑA



Ilustración 174: Parámetros botella pequeña

Aquí tenemos las dos ventanas de parámetros de las botellas grandes y pequeñas en donde el operario podrá editar los valores de los diferentes tiempos.



Ilustración 175: Control HMI

Cuando el operario selecciona botella grande o pequeña, el autómata debe interpretarlo para que cuando dicho operario le pulse sobre "parámetros de botella" se le abra la ventana del tipo de botella que haya seleccionado.

3. PRESUPUESTO

El presupuesto acordado con la empresa Neoflex ha sido de 2500€. En ese precio se incluye: la programación del autómata de Omron (CP1L-E), el programado de la pantalla HMI de Delta, las puestas en marcha que deban hacerse y alguna llamada por parte de la empresa para revisar algún fallo que les haya podido ocasionar la máquina.

4. CONCLUSIÓN

En conclusión, este trabajo de fin de grado muestra cómo puede implementarse un sistema de automatización para una línea de embotellado de adhesivo en Neoflex, cumpliendo con los objetivos propuestos. Gracias al uso del autómata programable Omron CP1L-E y la integración de una pantalla HMI Delta, se ha desarrollado un control intuitivo y eficiente del proceso de producción.

De esta manera, se ha llevado a cabo la configuración detallada del PLC, incluyendo el mapeo de entradas y salidas digitales y analógicas, la integración de un encoder para el posicionamiento preciso, y la comunicación con una báscula industrial para el control del peso de las botellas. Además, se ha diseñado una estructura de programación robusta, dividida en bloques funcionales que gestionan cada etapa del

proceso: desde la entrada de botellas y el llenado, hasta el taponado, etiquetado, pesaje y rechazo, incorporando sistemas de seguridad y gestión de alarmas.

La interfaz HMI desarrollada permite al operario interactuar de forma sencilla con el sistema, incluyendo numerosas pantallas adaptadas a los distintos modos de operación, históricos de alarmas y pesajes, y parámetros específicos para cada tipo de botella. Este nivel de supervisión, unido a la programación orientada a fallos y al mantenimiento, asegura la fiabilidad del sistema. Finalmente, se ha dejado preparada la instalación para futuras ampliaciones, lo que garantiza la escalabilidad del sistema en caso de ser requerido por la empresa.

En definitiva, este proyecto me ha permitido consolidar los conocimientos adquiridos lo largo del grado en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial, aplicándolos a un caso práctico que refleja las necesidades actuales de la industria. Asimismo, me ha permitido corroborar cómo la automatización aumenta significativamente la eficiencia y la seguridad del proceso.

