



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

ACTUALIZACIÓN DE PLC EN MÁQUINA ENCARTONADORA

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

PRESENTA:

SERGIO DAVID HERNÁNDEZ CARPINTEYRO

NOMBRE DEL ASESOR:

JOSÉ MANUEL CERVANTES VÁZQUEZ



APIZACO, TLAX., JUNIO DEL 2023



Apizaco, Tlax., 12/octubre/2023.

Circular No.: MM/573/2023.

ASUNTO: Liberación para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

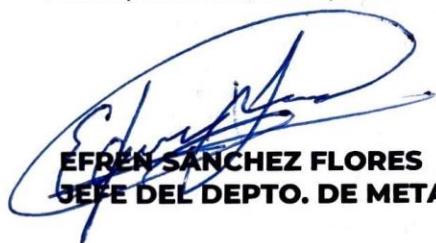
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral del C.

Alumno:	SERGIO DAVID HERNÁNDEZ CARPINTEYRO
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. de Control:	16370141
Nombre del Proyecto:	ACTUALIZACIÓN DE PLC EN MÁQUINA ENCARTONADORA
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


EFRAÍN SÁNCHEZ FLORES
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA


SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE METAL MECÁNICA


JOSÉ MANUEL CERVANTES VÁZQUEZ
ASESOR

c.c.p. Oficina de Titulación
Departamento de Servicios Escolares
Expediente. - Jefe de Proyectos de Vinculación, Metal-Mecánica

ESF/lhbr*





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 01/diciembre/2023
No. OFICIO: DEP-CT/827/2023

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

SERGIO DAVID HERNANDEZ CARPINTEYRO
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 16370141
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"ACTUALIZACIÓN DE PLC EN MÁQUINA ENCARTONADORA"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** discos del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica,
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
ESTUDIOS PROFESIONALES


MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304,
e-mail: dep_titulación@apizaco.tecnm.mx



2023
Francisco
VILLA

PRELIMINARES

2. AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más grandes agradecimientos a todas y cada una de las personas que me apoyaron y colaboraron durante este proyecto.

Al ingeniero Moises Tlapale Aguilar, mi asesor externo, por su gestión y desarrollo para hacer posible la implementación dentro de la empresa.

Al doctor José Manuel Cervantes Vázquez, mi asesor interno, quien me guio, enseñando en la elaboración del proyecto y en la retroalimentación de mis errores.

ÍNDICE

PRELIMINARES.....	4
2. AGRADECIMIENTOS.....	4
3. RESUMEN.....	7
4.1 ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	11
4. INTRODUCCIÓN.....	11
5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PUESTO Y ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE	12
5.1 MARCO INSTITUCIONAL	12
5.2 Misión	13
5.3 Visión	13
5.4 Valores	14
5.5 Política de calidad e inocuidad	14
5.6 Ubicación de la empresa	14
5.7 Puesto y área de trabajo	15
6. PROBLEMAS A RESOLVER.....	15
7. OBJETIVOS.....	16
7.1 OBJETIVO GENERAL	16
7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
8. JUSTIFICACIÓN	16
MARCO TEÓRICO	18
9. MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS).....	18
9.1 AUTOMATIZACIÓN	18
9.2 ELECTRONEUMÁTICA	20
9.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)	30
9.4 PANTALLAS HMI.....	38
9.5 COMUNICACIÓN DEL PLC Y LA PANTALLA TÁCTIL HMI VÍA ETHERNET	42
9.6 TIA PORTAL.....	44

DESARROLLO	49
10. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	49
11.1. FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA ENCARTONADORA	49
11.2. LEVANTAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA ENCARTONADORA.....	50
11.3. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DEL PLC	54
11.4 Migración del programa.....	58
RESULTADOS	60
11. RESULTADOS	60
11.1 Antes y después	60
CONCLUSIONES.....	66
14. CONCLUSIONES	66
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	67
15. COMPETENCIAS DESARROLLADAS	67
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	68
16. FUENTES DE INFORMACIÓN	68
ANEXOS.....	71
17. ANEXOS.....	71
17.1 CARTA DE NO INCONVENIENCIA DE LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MORENA S.A. DE C.V.	71

3. RESUMEN

El presente trabajo de residencias profesionales consiste en la modernización y actualización PLC, así como sus módulos correspondientes de la máquina Wrap-Around 7200 SR INNOVA. Para esto, se inició realizando una investigación acerca del funcionamiento de las distintas partes que la conforman, transportadores, cilindros neumáticos, sensores, motores, entre otros. Después de esto se realizó un análisis para determinar el mejor PLC que cumpliera con las necesidades de la máquina. Por último, se realizó el cambio de software y un ajuste del programa, así como mejoras en partes que se requerían. Se realizó el cambio físico del equipo, se instaló, se realizó cambio de cables, se probó, se hicieron ajustes necesarios y se dejó funcionando correctamente.

4.1 ÍNDICE DE FIGURAS

<u>FIG. 1. LOGO ACTUAL DE LA EMPRESA.....</u>	<u>11</u>
<u>FIG. 2. CROQUIS DE LA UBICACIÓN DE LA EMPRESA</u>	<u>13</u>
<u>FIG. 3. ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO</u>	<u>17</u>
<u>FIG. 4. CADENA DE MANDO EN UN SISTEMA AUTOMATIZADO</u>	<u>19</u>
<u>FIG. 5. CONTACTO REED (NORMALMENTE ABIERTO) PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO Y SÍMBOLO</u>	<u>22</u>
<u>FIG. 6. DETECTOR INDUCTIVO DE POSICIÓN: PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO Y SÍMBOLO</u>	<u>23</u>
<u>FIG. 7. DETECTOR POR REFLEXIÓN PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO Y SÍMBOLO</u>	<u>24</u>
<u>FIG. 8. ELECTROVÁLVULA</u>	<u>24</u>
<u>FIG. 9. PARTES Y SÍMBOLO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO</u>	<u>27</u>
<u>FIG. 10. PARTES Y SÍMBOLO DEL RELÉ.....</u>	<u>28</u>
<u>FIG. 11. PLC SIEMENS S7 – 1200</u>	<u>29</u>
<u>FIG. 12. LOGO! SIEMENS (PLC NANO)</u>	<u>31</u>
<u>FIG. 13. PL250 BY PIXSYS (PLC COMPACTO)</u>	<u>32</u>
<u>FIG. 14. PLC MITSUBISHI (PLC MODULAR).....</u>	<u>33</u>
<u>FIG. 15. DIAGRAMA INTERNO DEL PLC.....</u>	<u>33</u>
<u>FIG. 16. DISPOSITIVO DE ENTRADA.....</u>	<u>34</u>
<u>FIG. 17. ESQUEMA DE SALIDA DEL PLC.....</u>	<u>35</u>

<u>FIG. 18. CONFIGURACIÓN BÁSICA DE UN PLC DE 16 ENTRADAS Y 16 SALIDAS.....</u>	<u>36</u>
<u>FIG. 19. PANTALLAS HMI.....</u>	<u>37</u>
<u>FIG. 20. HMI TERMINAL DE OPERADOR</u>	<u>38</u>
<u>FIG. 21. HMI PC + SOFTWARE.....</u>	<u>38</u>
<u>FIG. 22. SOFTWARE DE HMI</u>	<u>39</u>
<u>FIG. 23. CONEXIÓN VÍA ETHERNET.....</u>	<u>42</u>
<u>FIG. 24. COMUNICACIÓN ENTRE VARIOS EQUIPOS POR MEDIO DE UN SWITCH ETHERNET.....</u>	<u>43</u>
<u>FIG. 25. COMUNICACIÓN DEL TIA PORTAL.....</u>	<u>44</u>
<u>FIG. 26. ESTRUCTURA DE LA VISTA DEL PORTAL</u>	<u>45</u>
<u>FIG. 27. ESTRUCTURA DE LA VISTA PROYECTO.....</u>	<u>46</u>
<u>FIG. 28. PORTADA DEL MANUAL DE USUARIO DE LA ENCARTONADORA WRAP - AROUND 7200</u>	<u>48</u>
<u>FIG. 29. MANDOS DE CONTROL DE LA MÁQUINA ENCARTONADORA</u>	<u>49</u>
<u>FIG. 30. ENTRADA DEL PRODUCTO</u>	<u>50</u>
<u>FIG. 31. AGRUPACIÓN DE PRODUCTO.....</u>	<u>50</u>
<u>FIG. 32. ENSAMBLAJE DE CHAROLA</u>	<u>51</u>
<u>FIG. 33. MOTOR DE ARRASTRE</u>	<u>51</u>
<u>FIG. 34. CABEZAL DE AGRUPAMIENTO.....</u>	<u>52</u>
<u>FIG. 35. DOBLADO DE SOLAPAS</u>	<u>52</u>
<u>FIG. 36. CPU 1215C DC//DC/DC</u>	<u>58</u>
<u>FIG.37. CPU 226 AC/DC/RLY</u>	<u>59</u>

<u>FIG.38. MÓDULOS DE E/S</u>	<u>60</u>
<u>FIG.39. BLOQUE DE PROGRAMA EN MICRO/WIN</u>	<u>60</u>
<u>FIG.40. TABLA DE SÍMBOLOS; USR1</u>	<u>61</u>
<u>FIG.41. CPU 1215C DC/DC/DC</u>	<u>62</u>
<u>FIG.42. MÓDULOS DE E/S</u>	<u>62</u>
<u>FIG.43. BLOQUE DE PROGRAMA EN STEP 7</u>	<u>63</u>
<u>FIG.44. TABLA DE VARIABLES</u>	<u>64</u>

GENERALIDADES DEL PROYECTO

4. INTRODUCCIÓN

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial. El uso intensivo de la ciencia de control automático es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control. Su estudio intensivo ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas.

Desde el inicio de la revolución industrial, en que la máquina se convirtió en una parte importante del proceso de producción, la electricidad ha sido el tipo de energía que permite que los procesos funcionen y se realice el trabajo. Al principio las máquinas fueron gobernadas principalmente a mano e impulsadas desde un eje común de transmisión o de línea; que funcionaba continuamente y accionaba cada máquina mediante una correa cuando era necesario. Con el paso del tiempo se introdujo el motor eléctrico y las plantas industriales han utilizado un mayor número de máquinas que trabajan automáticamente.

El funcionamiento automático de una máquina se obtiene exclusivamente por la acción del motor y del control de la máquina. Algunas veces el control es totalmente eléctrico y otras veces es una combinación de control mecánico, eléctrico y electrónico.

Durante los últimos años el control industrial ha experimentado profundos cambios, entre los que destaca la aparición de la electrónica, que en la actualidad favorece la fabricación de automatismos complejos y que ha permitido a las empresas tener versatilidad en las funciones técnicas.

5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PUESTO Y ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE

5.1 MARCO INSTITUCIONAL

Productos Alimenticios La Morena de Huamantla S.A. de C.V.



Fig. 1. Logo actual de la empresa

El 27 de octubre de 1970 inicia operaciones, de manera oficial, la nueva organización Productos Alimenticios La Morena S.A., cuyo nombre y logo (figura 1) hacen honor a la Virgen de Guadalupe, patrona de los mexicanos.

Desde el 8 de septiembre de 1970 hasta la fecha, las operaciones de esta organización se han mantenido en crecimiento, gracias a la sólida y ejemplar filosofía establecida por sus fundadores, cuyos valores principales son el respeto al ser humano, la tradición y el apego a la religión.

Hoy, siguiendo esta misma línea, la dirección de la compañía emprende nuevos proyectos, tratando de concertar modernos planes de negocio que le permitan enfrentar retos importantes, como la apertura de nuevos mercados, el cambio de estructuras administrativas y sociales, la implementación de metodologías informáticas vanguardistas y la creación de esquemas organizacionales

simplificados, basados en la calidad y competitividad de los productos; todo ello propiciado por la era de la globalización.

Actualmente, LA MORENA® está constituida por 1,800 trabajadores, distribuidos en dos plantas productivas de al menos 43,000 metros cuadrados, situadas en Rafael Lara Grajales, Puebla y Huamantla, Tlaxcala. El personal de LA MORENA® trabaja arduamente para cumplir con las expectativas de los clientes, a través de productos exquisitos y tradicionales.

El compromiso de la compañía se sintetiza en el lema 'Calidad y Tradición', el cual retrata a la perfección la filosofía de sus directivos, la cual se ha traducido en beneficios directos para su personal e indirectos para la zona geográfica donde LA MORENA® tiene su sede. De esta manera, ha contribuido a la realización de obras sociales y humanitarias, apoyando a la comunidad y a los habitantes de la región, y ganándose el reconocimiento de la población en general.

Durante más de 45 años de labores, LA MORENA® ha sabido conservar en sus productos la sazón y tradición de la comida mexicana, ya que son elaborados mediante procesos cuyo eje principal es la mano del hombre, lo que permite respetar las recetas originales y ofrecer alimentos de la mejor calidad.

5.2 Misión

Generar trabajo, ofreciendo al consumidor productos alimenticios con sazón de hogar mexicano, elaborados con un trabajo minucioso, altos estándares de calidad y generando rentabilidad de manera sostenida.

5.3 Visión

Tener una fuerte presencia en México y llevar el sabor de la comida mexicana al mundo, ofreciendo nuevos productos y desarrollando un excelente ambiente de trabajo.

5.4 Valores

- Persona
- Calidad
- Trabajo
- Competitividad

5.5 Política de calidad e inocuidad

En LA MORENA® fomentamos una cultura de Calidad e Inocuidad alimentaria, orientando comportamientos seguros y generando las competencias necesarias para la elaboración de los alimentos, asegurando el cumplimiento de nuestro Sistema de Gestión, así como de los requisitos de nuestros clientes y de la normatividad aplicable, con un claro compromiso hacia la Mejora Continua.

5.6 Ubicación de la empresa

Av. Virgen Caridad L-20 al 27, Cd. Industrial Xicotencatl II, Huamantla, Tlaxcala. C.P. 90500, en la figura 2 se puede visualizar la ubicación en Maps.

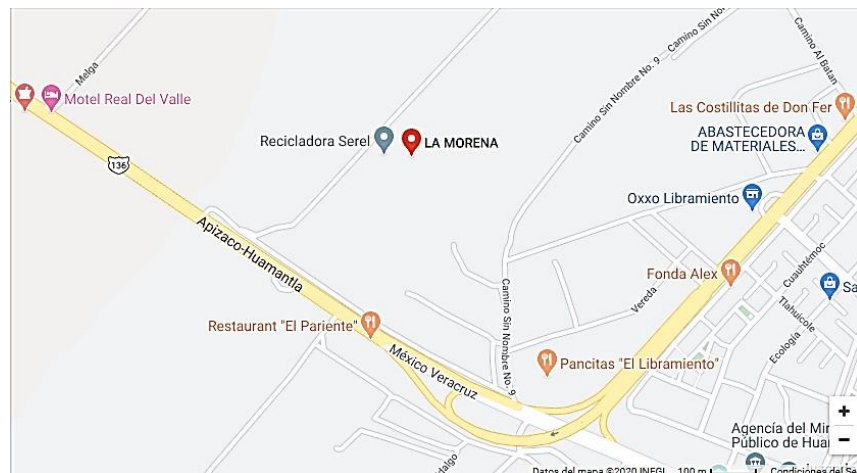


Fig. 2. Croquis de la ubicación de la empresa
(Google Maps)

5.7 Puesto y área de trabajo

El área de trabajo y puesto en los que se desarrolla el presente trabajo es en Instrumentación y con el cargo de instrumentista, el cual consta de:

- Realizar actividades previas al mantenimiento de los instrumentos de medición y control de las variables físicas y de las variables eléctricas.
- Mantener y calibrar instrumentos de medición y control de las variables físicas, químicas y eléctricas, así como, tarjetas de acondicionamiento de señales y tarjetas electrónicas de circuitos de potencia.
- Mantener y sintonizar los lazos de control de acuerdo con las necesidades del proceso.
- Automatizar procesos industriales.

6. PROBLEMAS A RESOLVER

Mantener en óptimas condiciones de operación los equipos y máquinas industriales, es lo más rentable y productivo para cualquier empresa hoy en día. Incrementar los niveles de producción, así como optimizar el proceso es normal en toda organización del ramo industrial manteniendo de esta forma la rentabilidad de la empresa, teniendo como objetivo la mejora continua a través de los avances tecnológicos.

Sin embargo, la mala productividad de una empresa radica primordialmente en la deficiencia de sus equipos, máquinas y mecanismos, eso debido a un mal uso del equipo, un mal mantenimiento o porque la tecnología empleada en su funcionamiento es obsoleta. Todos estos problemas, más el elevado costo de las piezas, dan como resultado que en las empresas se tengan máquinas detenidas o fuera de servicio, perdiendo parcial o totalmente su productividad.

Este es el caso específico de la máquina encartonadora Wrap-Around 7200 SR INNOVA, que actualmente presenta un sistema operativo obsoleto, a causa del largo periodo de 12 años que ha tenido sin modernización desde la adquisición de dicha máquina.

7. OBJETIVOS

7.1 OBJETIVO GENERAL

Actualización de una máquina encartonadora modelo Wrap-Around 7200 SR INNOVA, por medio de la implementación de una versión reciente de PLC SIEMENS que sea compatible con el que actualmente se encuentra operando.

7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Examinar y conocer las condiciones de funcionamiento de la máquina encartonadora modela Wrap-Around 7200 SR INNOVA.
- Identificar la magnitud de las variables que intervienen en la operación de la máquina Wrap-Around 7200 SR INNOVA.
- Conocer la lógica de operación del control de la máquina Wrap-Around 7200 SR INNOVA.
- Investigar e identificar el modelo de un PLC más reciente, que sea viable para la actualización del sistema operativo.

8. JUSTIFICACIÓN

México cuenta con una gran cantidad de empresas cuyo giro es la producción de chiles enlatados, las cuales han adquirido una gran aceptación en el mercado,

debido a su versatilidad y fácil adquisición. El éxito de estas empresas radica en el funcionamiento eficiente de sus máquinas y equipos que trabajan por largos periodos que van desde las 8 hasta las 24 horas diarias, interrumpiendo únicamente para mantenimiento.

Productos Alimenticios La Morena de Huamantla, S.A de C.V es la principal planta encargada de la producción de chiles jalapeños de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V., por tal razón, el contar con equipos actualizados, dará un beneficio en términos de producción y calidad para sus clientes. Por otra parte, la repotenciación del sistema de control brindará a la empresa la oportunidad de disminuir el porcentaje de paradas no programadas, lo que contribuye directamente a la reducción de costos operacionales y pérdida de materia prima.

MARCO TEÓRICO

9. MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS)

9.1 AUTOMATIZACIÓN

La automatización se refiere a una extensa variedad de sistemas y procesos de control que se basa en los autómatas programables, es decir utilizando técnicas y equipos para el gobierno de un proceso industrial, de tal forma que ese sistema funcione de forma autónoma, con poca o ninguna intervención humana. Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: mediación, evaluación y control. (INGA ORTEGA, 2002)

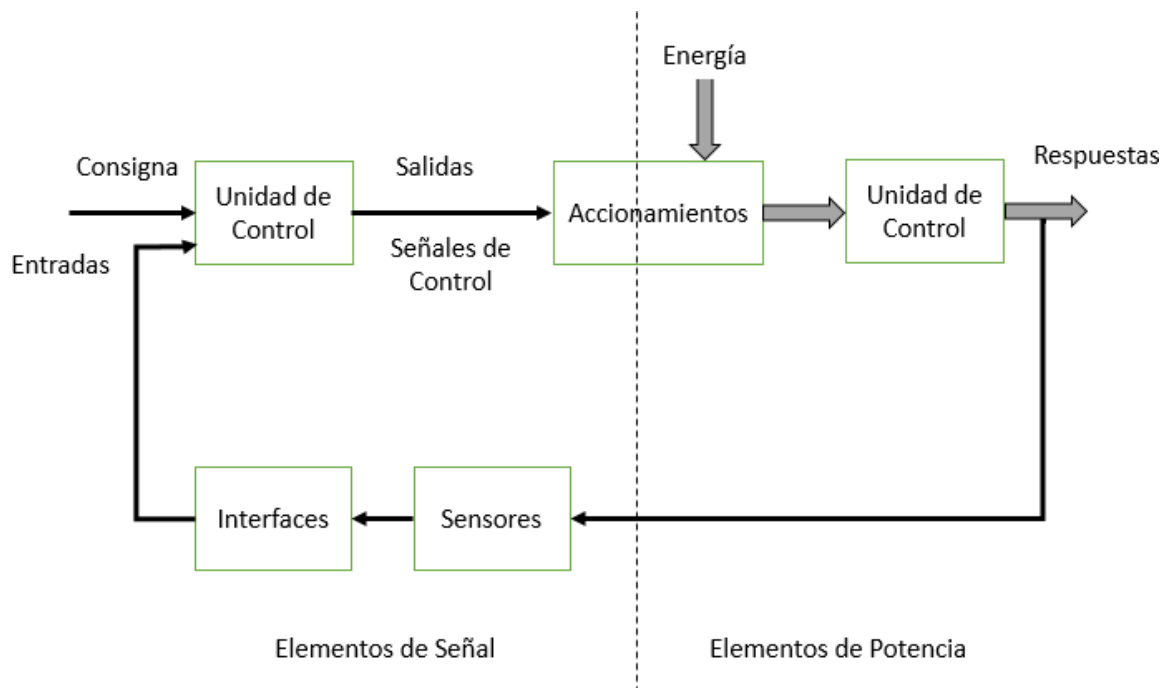


Fig. 3. Esquema general de un sistema automatizado

Como se puede observar en la figura 3, un sistema automatizado consta de 2 partes principales:

- Parte de mando (elementos de señal)
- Parte operativa (elementos de potencia)

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

La Parte de Mando suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

9.1.1 Objetivos de la automatización

- Mejorar la productividad, reduciendo al mínimo los costos de producción.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos repetitivos y peligrosos e incrementando la seguridad.
- Realizar operaciones que, debido a su dificultad y complejidad, son imposibles de controlar intelectual o manualmente por un operador.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades de materia prima necesarias y en el momento preciso, evitando desperdicios y pérdidas.
- Simplificar la operación, de forma que el operador no requiera grandes conocimientos y habilidades para la manipulación y el control del proceso productivo.

9.2 ELECTRONEUMÁTICA

La electroneumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad optimiza los procesos a nivel industrial. Su evolución fue a partir de la neumática, que revolucionó la aplicación de los servomecanismos para el accionamiento de sistemas de producción industrial. Con el avance de las técnicas de electricidad y la electrónica se produjo la fusión de métodos y dando así el inicio de los sistemas electro-neumáticos en la industria. (ITESCAM, 2011)

9.2.1 Elementos

Dentro de los elementos de un sistema electroneumático es importante reconocer la cadena de mando (figura 4) para elaborar un correcto esquema de conexiones. Cada uno de los elementos de la cadena de mando cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales. (CADAVID Vladimir, 2012).



Fig. 4. Cadena de mando en un sistema automatizado

9.2.2 Dispositivos que participan en un sistema electroneumático básico

- Sensores
- Contactos NA / NC
- Pulsadores e interruptores
- Electroválvulas
- Cilindros neumáticos
 - Cilindros de doble efecto
 - Cilindros de simple efecto
- Válvulas lógicas y de secuencia
- Temporizadores
- Relés
- Motores eléctricos
- Fuente de energía (eléctrica y neumática)

Algunos de los dispositivos anteriormente mencionados son utilizados en el funcionamiento de la máquina encartonadora modelo Wrap-Around 7200 SR INNOVA, por lo tanto, se analizarán dichos elementos con el fin de conocer el funcionamiento de cada uno, facilitando de esta manera su comprensión para la programación del PLC.

9.2.2.1 Sensores

Los sensores tienen la función de captar información y de transmitir señales procesables a las unidades de evaluación. En numerosas aplicaciones se utilizan sensores de diversas formas y modos de funcionamiento. Considerando su gran variedad, es importante clasificarlos sistemáticamente. Los detectores pueden clasificarse de acuerdo con los siguientes criterios:

- Modo de funcionamiento (óptico, inductivo, mecánico, por fluidos, etc.)

- Magnitud de medición (recorrido, presión, distancia, temperatura, valor de pH, intensidad de luz, presencia de objetos, etc.)
- Señal de salida (analógica, digital)

Los sensores más difundidos en la automatización industrial son los así llamados detectores de posición, con los que se comprueba la presencia (o la aproximación) de una pieza el cual se analizará en nuestro caso.

Sensores de posición. Los detectores de posición conmutan sin establecer contacto y, por lo tanto, sin que sea necesaria la presencia de una fuerza mecánica externa. Por ello tienen una larga duración y son muy fiables. Se puede distinguir entre los siguientes:

- Detectores con contacto de conmutación mecánico.
 - Contacto Reed.
- Detectores con salida electrónica.
 - Detectores de posición inductivos.
 - Detectores de posición ópticos.

Sensores magnéticos (reed). Los contactos Reed son detectores de posición de accionamiento magnético. Estos detectores tienen dos lengüetas de contacto que se encuentran en un tubo de vidrio lleno de gas inerte. Por efecto de un imán se cierra el contacto entre las dos lengüetas, de modo que puede fluir corriente eléctrica (ver Fig. 5).

Tratándose de contactos Reed normalmente cerrados, las lengüetas están pretensadas mediante un pequeño imán. Esta precarga se supera mediante un imán mucho más potente. Los contactos Reed tienen una gran duración y su tiempo de respuesta es muy corto (aprox. 0,2 ms). (Ebel, 2008)

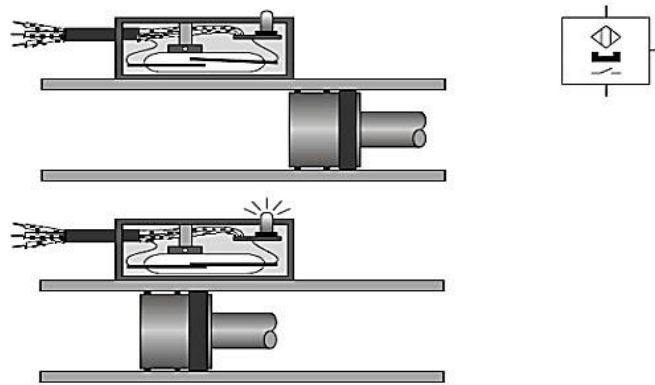


Fig. 5. Contacto Reed (normalmente abierto) principio de funcionamiento y símbolo

(Ebel, 2008 pág. 38)

Detectores de posición inductivos. Los sensores inductivos son los encargados de dar la presencia de un objeto metálico buen conductor (hasta grafito, en algunas ocasiones), por lo que en su interior incorporan una bobina electromagnética, e ignoran la presencia de materiales no metálicos.

Un detector inductivo está compuesto por un circuito oscilante o bobina (1), un flip-flop (2) y un amplificador (3) (figura 6). Al aplicar una tensión en las conexiones, el circuito oscilante genera un campo magnético alterno (de alta frecuencia) al frente del detector. Un conductor eléctrico que se acerca a este campo magnético alterno provoca una amortiguación del circuito oscilante. La unidad electrónica conectada en flip-flop y amplificador, evalúa el comportamiento del circuito oscilante y activa la salida. (Ebel, 2008)

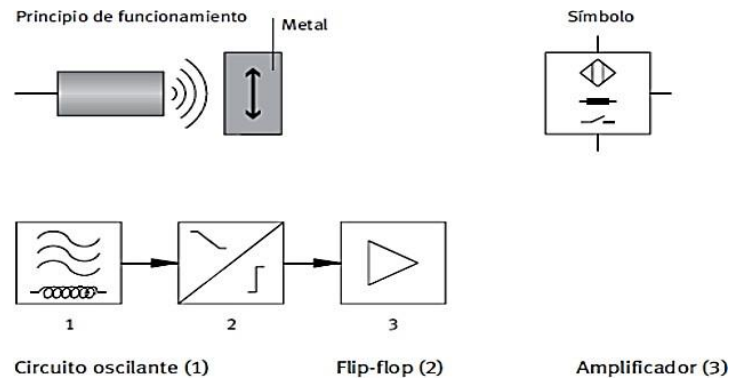


Fig. 6. Detector inductivo de posición: principio de funcionamiento y símbolo
(Ebel, 2008 pág. 40)

Detectores de posición ópticos. Los sensores de ópticos son los que detectan la presencia de un objeto por el lente óptico que tienen integrado en su interior, esta clase de sensores detectan cualquier tipo de material metal, nylon, etc. Existen diferentes tipos dependiendo de su funcionamiento, pero en este caso el que se utiliza en la máquina encartonadora modelo Wrap-Around 7200 SR INNOVA es el detector por reflexión, como el que se puede observar en la figura 7, por lo tanto, es del que se dará a conocer su funcionamiento.

El emisor y el receptor del detector por reflexión están montadas uno junto al otro en un mismo cuerpo. El detector de reflexión no tiene un reflector propio. Más bien se aprovecha la capacidad de reflexión del objeto o de la pieza que entra en la zona cubierta por el detector. Por lo tanto, si el haz de luz se topa con una superficie reflectante, la luz es dirigida hacia el receptor y así conmuta la salida del detector. Por ende, solo puede detectar piezas que tengan una gran capacidad de reflexión como por ejemplo metales, colores claros. (Ebel, 2008)

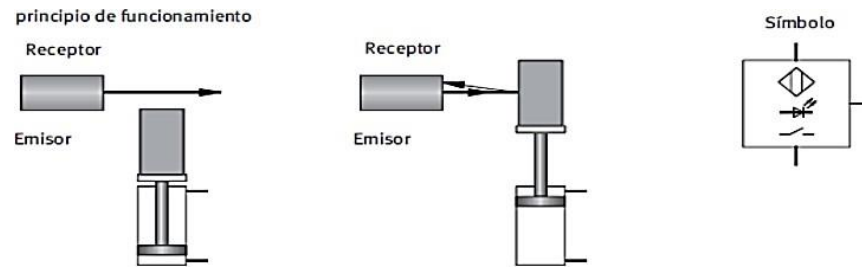


Fig. 7. Detector por reflexión principio de funcionamiento y símbolo

(Ebel, 2008 pág. 44)

9.2.2.2 Electroválvulas neumáticas

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



Fig. 8. Electroválvula

(RS Components. (2021, December 15). RS Components Chile. <https://cl.rsdelivers.com/>)

Estas válvulas, como se puede observar en la figura 8, se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrica o sensor de cualquier tipo (inductivo, capacitivo, óptico, etc.), presóstatos o mandos electrónicos, excitando a un solenoide que por acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil interno que habilita o no el pasaje de fluido. (NUÑEZ, 2011)

Clases y funcionamiento. Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula, el solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula. Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta. (NUÑEZ, 2011)

Simbología de las electroválvulas. La simbología es muy importante a la hora de realizar una instalación ya que ayuda a verificar cuál válvula corresponde por lo tanto, se hará conocer en las siguientes tablas los símbolos de los accionamientos de las válvulas (tabla 1), así como de las válvulas más utilizadas en la automatización industrial (tabla2), las cuáles son establecidas por la DIN – ISO 1219 (International Organization for Standardization) y CETOP (Comité Europeo de Trasmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas), las cuales utilizan las siguientes nomenclaturas:

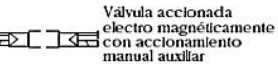
Tipos de accionamientos de las Válvulas	
	En general
	Por palanca
	Por pedal
	Por rodillo
	Por resorte
	Por aplicación de presión
	Por medio de electro imán
	Válvula accionada electro magnéticamente con accionamiento manual auxiliar
	Por botón pulsador
	Por palanca enclavable
	Por taqué
	Por rodillo escamoteable o abatible
	Centrado elásticamente
	Accionamiento indirecto por aplicación de presión servopilotado
	Por medio de dos electro imanes
	Por presión diferencial

Tabla 1. Simbología de los tipos de accionamiento de válvulas

(AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO. (n.d.).

<https://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUM%C3%81TICA%20GUIA%206.pdf>

Válvulas distribuidoras	
	Válvula 2/2 abierta en posición de reposo
	Válvula 2/2 cerrada en posición de reposo
	Válvula 3/2 cerrada en posición de reposo
	Válvula 3/2 abierta en posición de reposo
	Válvula 4/3 Con centro cerrado
	Válvula 4/2 con paso de aire de 1 a 2 y de 4 a 3 en posición de reposo
	Válvula 5/2 con paso de aire de 1 a 2 y de 4 a 5 en posición de reposo
	Válvula 5/3 vías con centro cerrado
	Válvula de vías 4/3 en posición central de reposo, las líneas de trabajo purgadas y la entrada de presión bloqueada
	Válvula de vías 3/3 En posición central todas las líneas cerradas

Tabla 2. Simbología de válvulas distribuidoras

(AUTOMATIZACION DE UN SISTEMA NEUMÁTICO. (n.d.).

<http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUM%C3%81TICA%20GUIA%206.pdf>

9.2.2.3 Cilindros neumáticos

Los cilindros neumáticos son dispositivos mecánicos que producen fuerza conjuntamente con movimiento. Son los encargados de transformar la energía potencial ya sea del aire comprimido o gas en movimiento cinético. Los más utilizados son el cilindro de doble y simple efecto. (Ebel, 2008)

En este caso nos enfocaremos en el cilindro de doble efecto, puesto que es el utilizado en la máquina encartonadora Wrap-Around 7200 SR INNOVA.

Cilindro de doble efecto. Los cilindros de doble efecto reciben aire comprimido en ambos lados. Por ello, estos cilindros pueden ejecutar un trabajo en ambos sentidos. La fuerza que se aplica en el vástago es algo superior en avance que, en retroceso, ya que la superficie es mayor en el lado del émbolo que en el lado del vástago (ver Fig. 9).

Los cilindros de doble efecto tienen una conexión en cada lado, es decir, en cada cámara de presión. Antes de ejecutarse el movimiento en el sentido contrario, es necesario descargar primero el aire contenido en la cámara del lado opuesto (lado del vástago o lado del émbolo). (Ebel, 2008)

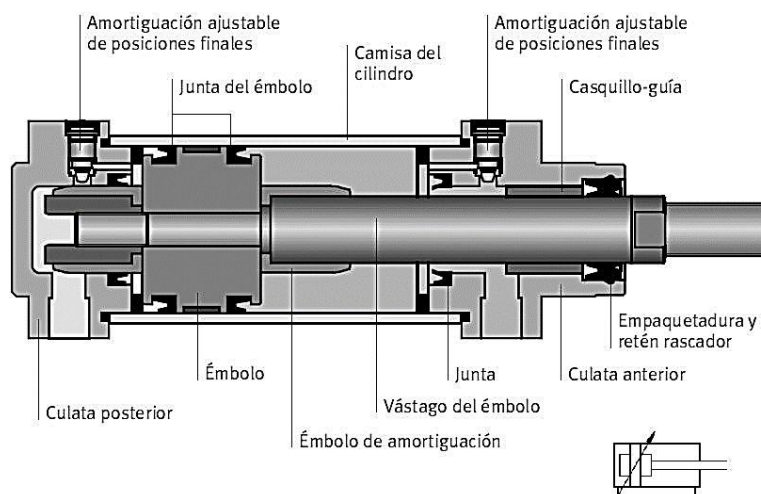


Fig. 9. Partes y símbolo de un cilindro de doble efecto

(Automatización Industrial. (26 de agosto del 2011) Industrial-Automatica.blogspot.com)

9.2.2.4 Relés

Los relés son interruptores o dispositivos de conmutación activados por señales, lo cual los hace extremadamente funcionales para que controlen cosas cuando se les manda una señal. (Ebel, 2008)

Estructura del relé. Un relé es un interruptor accionado electromagnéticamente, en el que el circuito controlado y el circuito controlador están separados entre sí galvánicamente. Esencialmente está compuesto por una bobina con núcleo de hierro (ver Fig.10) (1) y (3), un inducido como elemento de accionamiento mecánico (4), un muelle de recuperación (2) y los contactos de conmutación (6).

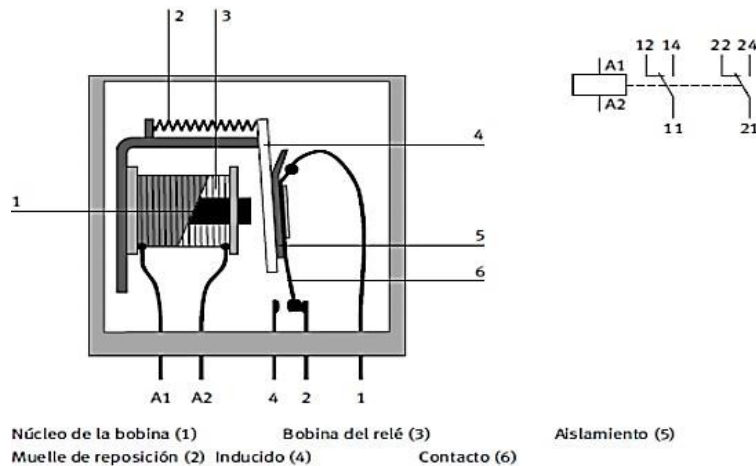


Fig. 10. Partes y símbolo del relé

(Ebel, 2008 pág. 28)

Aplicaciones de relés. En sistemas de control electroneumáticos se utilizan relés con los siguientes fines:

- Multiplicar las señales.
- Retardar y convertir las señales.
- Enlazar informaciones.
- Separar el circuito de control del circuito principal.

Tratándose de sistemas de control puramente eléctricos, se utilizan adicionalmente para separar circuitos de corriente continua de circuitos de corriente alterna.

9.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Con la llegada de los autómatas programables, los llamados PLC, la industria sufrió un impulso importante, que ha facilitado de forma notable que los procesos de producción o control se hayan flexibilizado mucho. (PRIETO, 2007)

El PLC es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo, en la figura 11 se puede observar un PLC de la marca SIEMENS, modelo S7 - 1200.



Fig. 11. PLC SIEMENS S7 – 1200

(Controlador lógico Siemens SIMATIC S7-1200, 24 V, 14 (Digital, 2 conmutadores como analógico) entradas tipo Analogue, | Siemens. <https://cl.rsdelivers.com/product/siemens>)

9.3.1 Funciones del PLC

- Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
- Tomar decisiones en base a criterios preprogramados.
- Almacenar datos en la memoria.
- Generar ciclos de tiempo.
- Realizar cálculos matemáticos.

- Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas de digitales.
- Comunicarse con otros sistemas externos. (PRIETO, 2007)

9.3.2 Ventajas del PLC

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a:
 - No es necesario dibujar esquema de contactos.
 - No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande como para almacenarlas.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar e indicar posibles averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.

9.3.3 Desventajas del PLC

- Hace falta un programador, lo que exige la preparación de los técnicos en su etapa de formación.
- La inversión inicial es mayor que en el caso de los relés, aunque ello es relativo en función del proceso que se desea controlar. Dado que el PLC cubre de forma correcta un amplio espectro de necesidades, desde los

sistemas lógicos cableados hasta el microprocesador, el diseñador debe conocer a fondo las prestaciones y limitaciones del PLC. (PRIETO, 2007)

9.3.4 Clasificación del PLC

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en el número de I/O, en su tamaño de memoria, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías:

9.3.4.1 PLC nano

Generalmente es un PLC de tipo compacto (es decir, que integra la fuente de alimentación, el CPU y las entradas y salidas) que puede manejar un conjunto reducido de entradas y salidas, generalmente en un número inferior a 100. Este PLC permite manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales, como el que se puede observar en la figura 12 de la marca SIEMENS, modelo LOGO!.



Fig. 12. LOGO! SIEMENS (PLC nano)

(Mecafenix, I. (2018, January 16). Que es y para qué sirve un PLC. Ingeniería Mecafenix.
<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/plc>)

9.3.4.2 PLC compacto

Estos PLC tienen incorporada la fuente de alimentación, su CPU y los módulos de entrada y salida en un solo módulo principal y permiten manejar desde

unas pocas entradas y salidas hasta varios cientos (alrededor de 500 entradas y salidas), y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- Entradas y salidas análogas.
- Módulos contadores rápidos.
- Módulos de comunicaciones.
- Interfaces de operador.
- Expansiones de entrada y salida.



Fig. 13. PL250 by Pixsys (PLC compacto)

(PLC compacto PL250 - Pixsys srl. (n.d.). Pixsys Electronics.

<https://www.pixsys.net/es/productos/plc>)

9.3.4.3 PLC modular

Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final. Estos son:

- El Rack.
- La fuente de alimentación.
- La CPU.
- Los módulos de entrada y salida.

De estos tipos de PLC existen desde los denominados Micro-PLC que soportan gran cantidad de entradas y salidas, como el observado en la figura 14, hasta los

PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de entradas y salidas.
(PRIETO, 2007)



Fig. 14. PLC Mitsubishi (PLC modular)

Mitsubishi Electric Factory Automation - Spain. (2022). Mitsubishielectric.com.

9.3.5 Unidades funcionales de un PLC

Un controlador lógico programable se compone de cuatro unidades funcionales, en la figura 15 se puede observar el diagrama interno del PLC:

- La unidad de entradas.
- La unidad de salidas.
- La unidad lógica.
- La unidad de memoria.

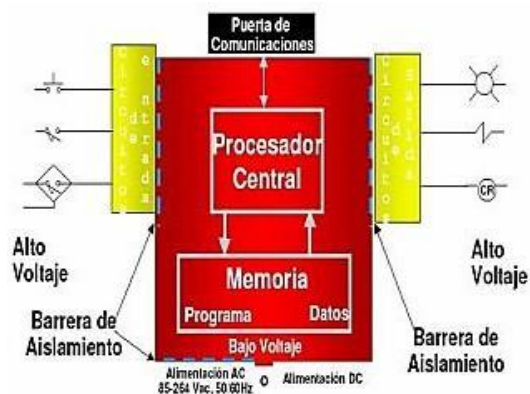


Fig. 15. Diagrama interno del PLC.

(PRIETO, 2007)

9.3.5.1 Unidad de entradas

La unidad de entradas proporciona el aislamiento eléctrico necesario del entorno y adecua voltaje de las señales eléctricas que recibe el PLC que provienen de los interruptores de los contactos. Las señales se ajustan a los niveles de voltaje que marca la Unidad Lógica.

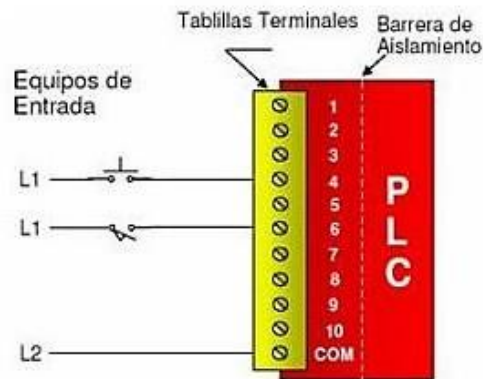


Fig. 16. Dispositivo de entrada

(PRIETO, 2007)

A este módulo (figura 16) se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.). (PRIETO, 2007)

9.3.5.2 Unidad de salida

Esta unidad acepta las señales lógicas provenientes de la Unidad Lógica y proporciona el aislamiento eléctrico a los interruptores de contactos que se conectan con el entorno.

Las unidades de salida del PLC, como se puede observar en la figura 17, son funcionalmente iguales a los bancos de relés, que se empleaban en los antiguos controladores lógicos de tipo tambor. La diferencia radica en que las unidades de entrada / salida de los PLC son de estado sólido. (PRIETO, 2007)

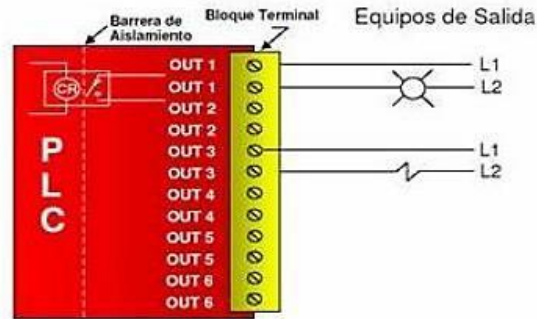


Fig. 17. Esquema de salida del PLC.

(PRIETO, 2007)

9.3.5.3 Memoria

La memoria almacena el código de mensajes o instrucciones que tiene que ejecutar la unidad lógica del PLC. Las memorias se pueden clasificar en PROM o ROM y RAM.

Memoria ROM: Es la memoria de sólo lectura (Read o-nly Memory). Es un tipo de memoria no volátil, que puede ser leída pero no escrita, es decir, está pregrabada. Se utiliza para almacenar los programas permanentes que coordinan y administran los recursos del equipo y los datos necesarios para ejecutar la operación de un sistema basado en microprocesadores.

Memoria RAM: Es una memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory). Esta memoria es volátil y puede ser leída y escrita según se desarrolle la aplicación. Durante la ejecución del proceso se puede acceder en cualquier momento a cualquier posición de la memoria. (PRIETO, 2007).

9.3.6 Administración de entradas y salidas de un PLC

9.3.6.1 Bases de montaje

El montaje de los diversos módulos del PLC se realiza en slots o espacios preparados en racks o armarios. Los módulos básicos del PLC son:

- Fuente de alimentación.
- CPU.
- Interfaces de entradas y salidas.

Otros módulos existentes son:

- Módulos de interfaz hombre-máquina (teclado, monitores, etc.).
- Módulos de almacenamiento de información. (PRIETO, 2007).

9.3.6.2 Puntos de entradas y salidas

Los puntos de entrada y salida del PLC son las entradas y salidas físicas que éste puede manejar. Cada punto tiene su representación interna en la memoria del PLC, en la que se utilizan números para identificarlos.

Por lo general los módulos de entrada y salida vienen configurados en grupos de 8 puntos, de 16 puntos como el que se puede observar en la figura 18 y pueden llegar hasta 1024, ampliables a más. Los puntos de entrada son designados como X0, X1, X2, X3..., mientras que los puntos de salida se identifican como Y0, Y1, Y2, Y3...

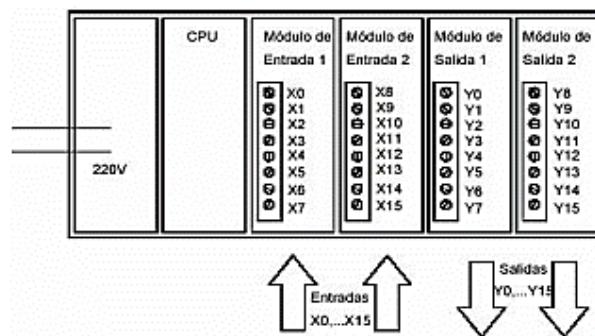


Fig. 18. Configuración básica de un PLC de 16 entradas y 16 salidas.

(PRIETO, 2007)

Al diseñar el programa se debe hacer referencia a las variables de entrada y salida que identifican los puntos del PLC. (PRIETO, 2007)

9.4 PANTALLAS HMI

HMI significa “Human Machine Interface”, es un dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona (operador) y la máquina (proceso), como los ejemplos mostrados en la figura 19. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, etc.



Fig. 19. Pantallas HMI.

(Pantallas HMI | Electrónica Industrial. (2017, January 15).
<https://www.electronicaindustrial.cl/pantallas-hmi/>)

En la actualidad, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas. (NIEVAS, 2010)

9.4.1 Tipos de HMI

9.4.1.1 Terminal de operador

Consiste en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen), como el que se puede observar en la figura 20. (NIEVAS, 2010)



Fig. 20. HMI terminal de operador.

(FP4057T - Terminal de operador con pantalla táctil by Renu Electronics Pvt. Ltd. |

DirectIndustry. (n.d.). www.directindustry.es

9.4.1.2 PC + software

Esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación (figura 21). Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio. (NIEVAS, 2010)

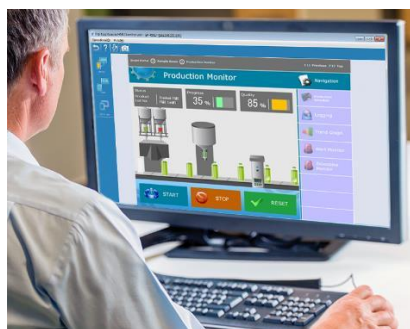


Fig. 21. HMI PC + software.

(Software for remote viewing of HMI from Desktop PC - Pro-face Remote HMI Client for Win. (2023). Proface.com. <https://www.proface.com>)

9.4.2 Software HMI

Estos softwares permiten entre otras cosas las siguientes funciones:

- Interfaz gráfica a modo de poder ver el proceso e interactuar con él.
- Registro en tiempo real e histórico de datos.
- Manejo de alarmas.

Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el Controlador un software de ejecución (Run Time). (NIEVAS, 2010)

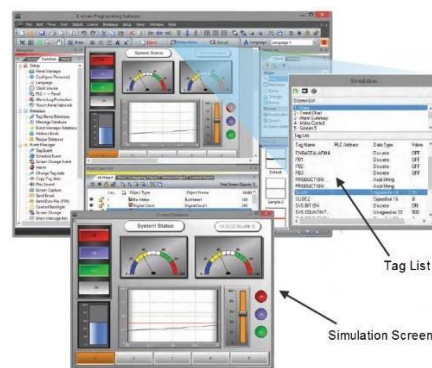


Fig. 22. Software de HMI

Hohmann, J. (2015, May 4). Capabilities of Good HMI Software.
Library.Automationdirect.com.

9.4.3 Desarrolladores de software HMI

Existe una gran variedad que desarrolla el software, pero los que más inciden son los siguientes:

- National Instruments (LabView).
- SIEMENS (WinCC).
- Omron (SCS).
- Allen-Bradley (RS-View).

Por tal razón el software que se utilizará en éste en el desarrollo de este proyecto es SIEMENS (WinCC).

9.4.4 HMI - hardware

Son dispositivos avocados a la tarea de generar una interfaz al operador. A diferencia del software, son subsistemas dentro de un entorno SCADA.

Generalmente se necesita un programa editor para generar la configuración del proceso. Son compatibles con una gran variedad de elementos de automatización y de redes de comunicación. (NIEVAS, 2010)

9.4.4.1 Criterios de selección de los HMI

Antes de elegir un producto y hacer números, es necesario:

- Desarrollar planes de evaluación y compra coherentes.
- Poner una persona a cargo del proyecto e involucrar a todos los interesados (ingenieros de campo, responsables de operación y mantenimiento, tecnología informática y gerenciales).
- Investigar los diferentes productos existentes en el mercado antes de enviar una solicitud de compra con las características técnicas respectivas.
- Elegir al proveedor no por los costos altos, sino por su liderazgo tecnológico, su experiencia y respaldo técnico-comercial. A largo plazo esto significa un menor costo y un mejor desempeño.
- Analizar las tecnologías disponibles y elegir aquellas que mejor se adecúen a los objetivos de la aplicación.

Elegido el producto, el detalle de la licencia del producto a obtener:

- Plataforma de Hardware y sistema operativo.

- Dispositivos de campo con los que requiere conectividad y protocolos a soportar.
- Cantidad de señales de campo (TAGS) necesarios.
- Módulos opcionales necesarios.
- Conexión en red con otros niveles y equipos de automatización.
- Funcionalidad a implementar (Desarrollo / Runtime). (ULPIANO, 2011)

9.5 COMUNICACIÓN DEL PLC Y LA PANTALLA TÁCTIL HMI VÍA ETHERNET

Los requisitos que deben cumplir las redes de comunicación industrial, sobre todo en cuanto a los sistemas de bus modernos, son enormes y siguen creciendo de forma continua. Se requieren redes de comunicación que, incluso sobre grandes distancias, destaquen por sus prestaciones y permitan aprovechar las múltiples posibilidades del mundo digital. (JACOME Fernando, 2014)

9.5.1 Profinet

Para el intercambio de datos a través del programa de usuario con otros interlocutores vía Ethernet:

Para PROFINET y PROFIBUS, la CPU soporta un total de 16 dispositivos y 256 submódulos, con un máximo de 8 dispositivos PROFINET IO y 128 sub-módulos, sea cual sea el que se alcance primero.

- Comunicación S7.
- Protocolo User Datagram Protocol (UDP).
- ISO on TCP (RFC 1006).
- Transport Control Protocol (TCP).

Como controlador I/O que utiliza PROFINET RT, el S7-1200 se comunica con hasta 8 dispositivos PN en la red PN local o a través de un acoplador PN/PN. Además, soporta un acoplador PN/DP para la conexión con una red PROFIBUS.

Conexión local/ interlocutor. Una conexión local (activo)/interlocutor (pasivo) define una asignación lógica de dos interlocutores para establecer servicios de comunicación. Una conexión define lo siguiente:

- Interlocutores implicados.
- Tipo de conexión (por ejemplo, una conexión de PLC, HMI o dispositivo).
- Ruta de conexión.

Los interlocutores ejecutan las instrucciones necesarias para configurar y establecer la conexión. El punto final activo y el punto final pasivo de la comunicación se especifican mediante parámetros. Una vez configurada y establecida la conexión, la CPU la mantiene y la vigila automáticamente.

La CPU se puede comunicar con otras CPUs, con programadoras, con dispositivos HMI y con dispositivos no Siemens que utilicen protocolos de comunicación TCP estándar.

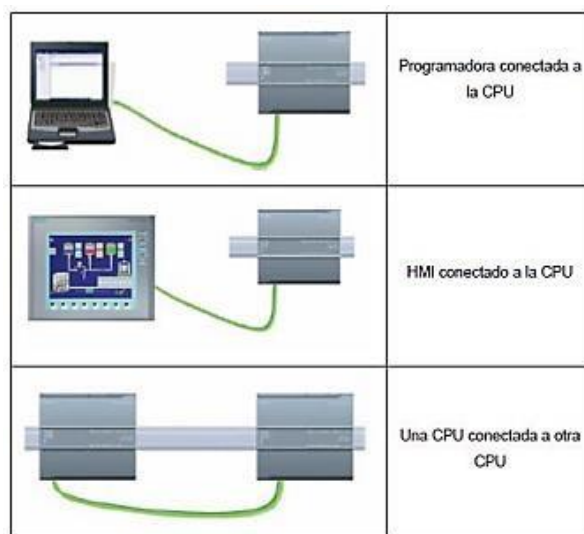


Fig. 23. Conexión vía Ethernet

(JACOME Fernando, 2014)

El puerto PROFINET de la CPU no contiene un dispositivo de conmutación Ethernet. Una conexión directa entre una programadora o HMI y una CPU no requiere un conmutador Ethernet. Sin embargo, una red con más de dos CPUs o dispositivos HMI sí requiere un conmutador Ethernet, como la mostrada en la figura 23. (JACOME Fernando, 2014)

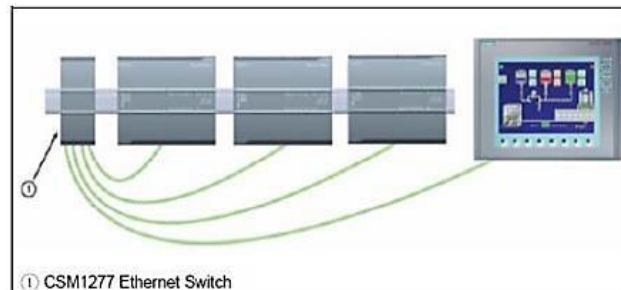


Fig. 24. Comunicación entre varios equipos por medio de un switch Ethernet
(JACOME Fernando, 2014)

9.6 TIA PORTAL

El Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) integra diferentes productos SIMATIC en una aplicación de software que le permitirá aumentar la productividad y la eficiencia del proceso. Dentro del TIA Portal, los productos TIA interactúan entre sí, ofreciéndole soporte en todas las áreas implicadas en la creación de una solución de automatización. Una solución de automatización típica abarca lo siguiente:

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

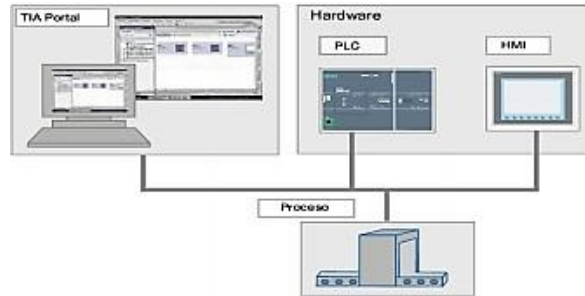


Fig. 25. Comunicación del TIA Portal.

(STEP 7 Basic V10.5 208 Getting Started (primeros pasos), 12/2009, A5E02714428-01)

9.6.1 Tareas del TIA Portal

El TIA Portal le ayuda a crear una solución de automatización. Los principales pasos de configuración son:

- Creación del proyecto.
- Configuración del hardware.
- Conexión en red de los dispositivos.
- Programación del controlador.
- Configuración de la visualización.
- Carga de los datos de configuración.
- Uso de las funciones Online y diagnóstico. (I IA AS SM ID 3, 2010)

9.6.2 Ventajas

El TIA Portal ofrece las siguientes ventajas:

- Gestión conjunta de los datos.
- Manejo unitario de los programas, los datos de configuración y los datos de visualización.
- Fácil edición mediante Drag & Drop.
- Comodidad de carga de los datos en los dispositivos.
- Manejo unitario.
- Configuración y diagnóstico asistidos por gráficos. (I IA AS SM ID 3, 2010)

9.6.3 Vistas del TIA Portal

Para los proyectos de automatización, el TIA Portal ofrece dos vistas distintas que permiten acceder rápidamente a las herramientas y a los distintos componentes del proyecto:

1. **Vista del portal:** la vista del portal soporta la configuración orientada a las tareas.
2. **Vista del proyecto:** la vista del proyecto soporta la configuración orientada a los objetos. (I IA AS SM ID 3, 2010)

9.6.3.1 Vista del portal

La vista del portal ofrece una visualización de las herramientas orientada a las tareas. Su objetivo es facilitar en lo posible la navegación por las tareas y los datos del proyecto. Para ello, es posible acceder a las funciones de la aplicación desde distintos portales, según las principales tareas que deban realizarse. En la figura 26 se puede observar la estructura de la vista del portal.



Fig. 26. Estructura de la vista del portal.

(TIA Portal. (n.d.). Siemens México. May 19, 2023, de <https://new.siemens.com>)

1. **Portales para las distintas tareas.** Los portales proveen las funciones básicas para las distintas tareas. Los portales disponibles en la vista del portal dependen de los productos instalados.
2. **Acciones del portal seleccionado.** Aquí aparecen las acciones que se pueden ejecutar en el portal en cuestión y que pueden variar en función del portal. El acceso contextual a la Ayuda es posible desde cualquier portal.
3. **Ventana de selección de la acción elegida.** La ventana de selección está disponible en todos los portales. El contenido de la ventana se adapta a la selección actual.
4. **Cambiar a la vista del proyecto.** El enlace "Vista del proyecto" permite cambiar a la vista del proyecto.
5. **Indicación del proyecto abierto actualmente.** Aquí se indica qué proyecto está abierto actualmente. (I IA AS SM ID 3, 2010).

9.6.3.2 Vista del proyecto

La vista del proyecto ofrece una vista estructurada de todos los componentes de un proyecto. En la vista del proyecto hay distintos editores disponibles que ayudan a crear y editar los respectivos componentes del proyecto.



Fig. 27. Estructura de la vista proyecto.

(STEP 7 Basic V10.5 208 Getting Started (primeros pasos), 12/2009, A5E02714428-01)

1. **Barra de menús.** En la barra de menús se encuentran todos los comandos necesarios para trabajar con el software.
2. **Barra de herramientas.** La barra de herramientas contiene botones que ofrecen acceso directo a los comandos más frecuentes. De esta manera es posible acceder más rápidamente a los comandos que desde los menús.
3. **Árbol del proyecto.** A través del árbol del proyecto es posible acceder a todos los componentes y datos del proyecto. En el árbol del proyecto pueden realizarse por ejemplo las siguientes acciones:
 - Agregar componentes.
 - Editar componentes existentes.
 - Consultar y modificar las propiedades de los componentes existentes.
4. **Área de trabajo.** En el área de trabajo se visualizan los objetos que se abren para editarlos.
5. **Task cards.** Las Task Cards están disponibles en función del objeto editado o seleccionado. Las Task Cards disponibles se encuentran en una barra en el borde derecho de la pantalla. Se pueden expandir y contraer en todo momento.
6. **Vista detallada.** En la vista detallada se visualizan determinados contenidos del objeto seleccionado. Los contenidos posibles son p. ej. Listas de textos o variables
7. **Ventana de inspección.** En la ventana de inspección se visualiza información adicional sobre el objeto seleccionado o sobre las acciones realizadas.
8. **Cambiar a la vista del portal.** El enlace "Vista del portal" permite cambiar a la vista del portal. (I IA AS SM ID 3, 2010)

DESARROLLO

10. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

11.1. FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA ENCARTONADORA

Del 27 de enero del 2020 al 08 de febrero del 2020 se estudió el funcionamiento de la máquina encartonadora con ayuda del manual (figura 28) y los operadores de la máquina, quienes conocen a la perfección el modo en que opera.

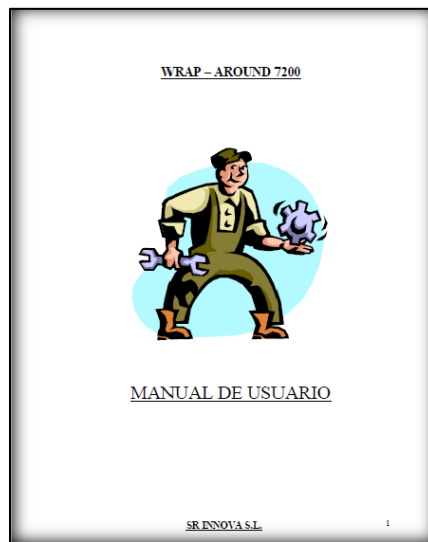


Fig. 28. Portada del manual de usuario de la encartonadora Wrap - Around 7200

(Manual de Usuario de máquina encartonadora Wrap-Around 7200), 05/2006, SR INNOVA S.L.)

Se aprendió a utilizar los mandos de control de la máquina (figura 29), así como el proceso de la máquina, la forma en la que trabaja por medio de ciclos y las alarmas más comunes que llega a tener.



Fig. 29. Mandos de control de la máquina encartonadora

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

11.2. LEVANTAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA ENCARTONADORA

Del 10 de febrero del 2020 al 23 de febrero del 2020 se realizó el levantamiento de los componentes de la máquina encartonadora, tomando en cuenta todos los sensores, motores, actuadores, encoders, detectores límite y electroválvulas que lo componen, teniendo en consideración de qué tipo son, tipo de señales que manejan y la conexión que tienen con el PLC. En las figuras posteriores (de la fig. 30 a la fig. 35) se pueden observar los principales componentes que componen a la máquina.

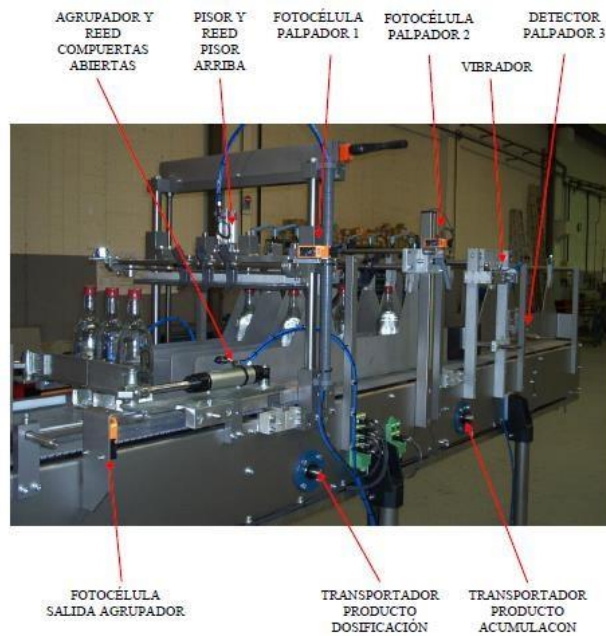


Fig. 30. Entrada del producto

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

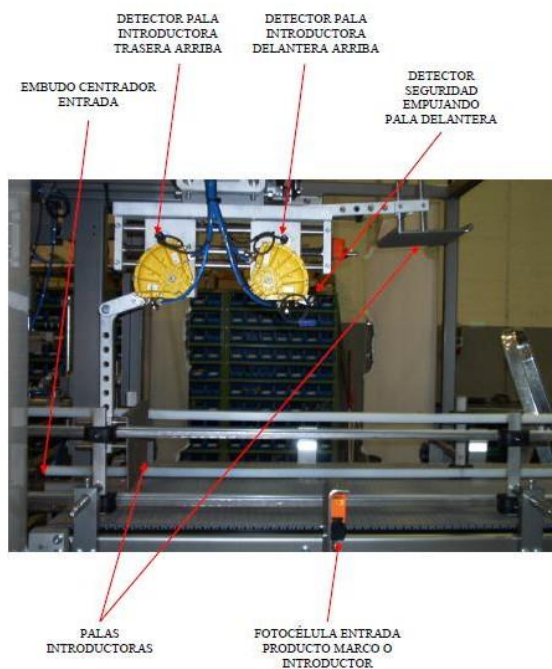


Fig. 31. Agrupación de producto

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.



Fig. 32. Ensamblaje de charola

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

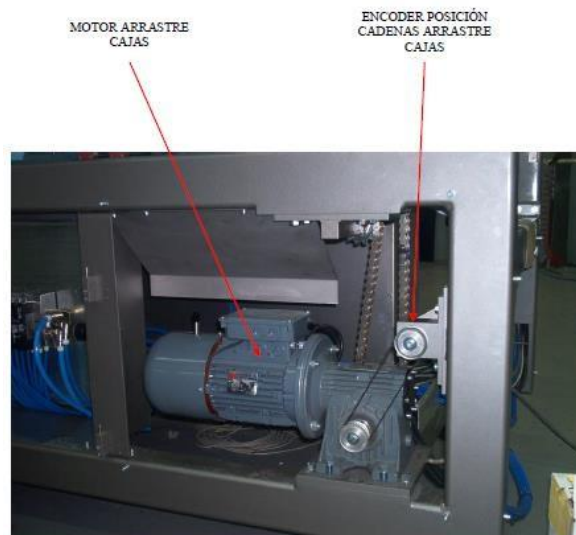


Fig. 33. Motor de arrastre

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.



Fig. 34. Cabezal de agrupamiento

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.



Fig. 35. Doblado de solapas

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

11.3. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DEL PLC

Saber elegir el autómata adecuado para cada ocasión es un aspecto fundamental para que el proyecto llegue a buen puerto. Es muy importante conseguir dimensionar correctamente la aplicación para no quedarse cortos en prestaciones ni que se tengan funcionalidades que encarezcan y no sean necesarias para el proyecto. Del 2 de marzo del 2020 al 22 de marzo del 2020 se aplica la siguiente metodología para realizar una adecuada selección de PLC.

11.3.1 Entradas / salidas (E/S)

A la hora de empezar con un proyecto es necesario saber cuántas entradas y salidas (E/S) se ocuparán, tanto a nivel digital como analógicas. Esto requiere un estudio del proyecto y definición de todos los elementos.

Las marcas tienen diferentes moldeos de PLC que aceptan diferentes niveles de E/S. Esto no es un aspecto determinante para elegir una marca u otra, pero sí que lo es para saber qué rango de PLC se empleará.

Es recomendable dimensionar con un margen de seguridad ya que luego siempre se han de añadir alguna E/S, seguro que en la puesta en marcha aparecen entradas y salidas que en un principio no se contaron.

11.3.2 Capacidad de programa y memoria

Este parámetro va en función del tamaño del PLC, a mayor número de E/S mayor capacidad de programa. Es quizás el aspecto más complicado de determinar previamente, casi siempre se percata que se ha quedado corto cuando se está en medio de un proyecto y salta la alarma de que se ha quedado sin memoria o que el programa es demasiado grande.

Muchas veces dentro de una misma familia de PLC con las mismas E/S se dispone de diferentes CPU cuya diferencia es la capacidad de programa.

Se tienen dos aspectos a determinar:

- **Memoria de programa.** Se mide en pasos y determina cuántos pasos de programa se pueden disponer.
- **Memoria de datos.** Determina cuánta área interna de programa se dispone.

11.3.3 Comunicaciones

En la fábrica del futuro (que ya se puede decir del presente, esa fábrica de la industria 4.0), las comunicaciones son la piedra angular ya que, el poder acceder desde los sistemas de supervisión SCADA hasta el autómatas más pequeño de la fábrica es completamente necesario. Actualmente se puede ver cómo hasta los PLCs de menor rango ya se pueden comunicar en Ethernet.

Habrà que estudiar bien la aplicación y ver con qué elementos se deberá comunicar. Si se dispone de pantallas o sistemas HMI, ver si es factible instalar, por ejemplo, periferia descentralizada con E/S remotas para economizar la instalación.

11.3.4 Escalabilidad

Es importante ajustar el rango y potencia del PLC a las necesidades del proyecto en que se esté trabajando, ya que, no se tiene porqué penalizar el coste del PLC, pero esto no quiere decir que no se tenga que prestar atención a que en un futuro el proyecto pueda crecer y requerir de mayores necesidades. El aspecto de la escalabilidad, de poder ir incrementando las características del autómatas es importante para algunos proyectos.

11.3.5 Motion control

Actualmente la automatización de maquinaria va incorporando más sistemas de servomotores, en la actualidad existen dos tipos de controles:

- **Control por pulsos.** La gran mayoría de PLCs incorporan E/S de pulsos para el control de servomotores y entradas de conteo rápido como encoders (especial atención a las frecuencias de trabajo de estas E/S Rápidas).
- **Controladores Motion.** Son PLCs o controladores que realizan el control de los servos mediante un controlador o tarjeta especial, haciendo uso de un bus de control, actualmente la tendencia es Ethernet (EtherCAT, SERCOS, Profinet, Powerlink).

11.3.6 Seguridad

Empiezan a aparecer soluciones de seguridad controladas directamente por la lógica del PLC, aunque soluciones de gama alta, es posible encontrarlas y cada vez estarán más presente. Si solo se ha de gestionar un paro de emergencia no tiene mucho sentido, pero si se cuenta con varias zonas, varios rearmes, etc. puede ser una solución interesante. Este punto va muy ligado con la parte de comunicaciones.

11.3.7 Software

El software es importante, un software evolucionado y probado quita muchos quebraderos de cabeza. Actualmente se vive una pequeña revolución de cambio de modelos de PLC (por ejemplo, Omron con el nuevo controlador Sysmac o Siemens con S7-1200 y S7-1500 TIA Portal). Una plataforma nueva muchas veces representa software nuevo.

Un aspecto importante es el tema del precio del software, existen muchas marcas de PLCs que disponen de Software para la programación de sus PLCs de forma gratuita como son por ejemplo Delta o Unitronics.

11.3.8 Precio

El precio, aunque no lo es todo, sí que es un tema determinante. Al final los proyectos han de salir por lo que se han presupuestado y la inversión del PLC es un coste que puede llegar a ser importante dentro del proyecto. Muchas veces hay que tener en cuenta que elegir un PLC más económico que nunca se ha utilizado puede salir caro ya que hay que familiarizarse con el equipo y con el software.

11.3.9 Servicio técnico

Un aspecto vital es tener un servicio técnico dónde apoyarse y asesorarse. Por muy económico que pueda ser un PLC si cuando se está en una puesta en marcha y se tiene un problema, y no se dispone de un servicio técnico que pueda ser de apoyo en esas situaciones, puede salir más caro. Pero este problema con el servicio técnico se puede encontrar desde marcas renombradas, hasta marcas que casi no son conocidas.

11.3.10 Voluntad final del usuario

Muchas veces contra nuestra voluntad y por mucho que queramos montar una marca y modelo de autómatas es el usuario final y sus especificaciones quien nos va a decir con qué marca y modelos de autómatas vamos a realizar el proyecto, a veces puede ser un problema realizar un proyecto con un PLC con el que no se está familiarizado. Este aspecto hay que tenerlo en cuenta por el sobre coste que puede generar.

Al final la experiencia nos va diciendo con qué autómatas se debe afrontar un determinado proyecto, tomando en cuenta que la tecnología y los nuevos modelos de autómatas avanzan rápidamente por lo que se debe de mantener una actualización continua.

11.4 Migración del programa

Una vez finalizado el análisis con los pasos anteriormente mencionados se tomó la decisión que el autómata más adecuado para la aplicación y actualización del sistema es uno de la familia de S7-1200, ya que cuenta con diversas ventajas, entre las cuales se pueden destacar las siguientes.

A diferencia del S7 200, los beneficios que se consiguen con el SIMATIC son para soluciones de automatización que tienen un rango de rendimiento medio y bajo.

Los controladores básicos son ideales para la automatización compacta y cuentan con funciones de comunicación y tecnología integradas. Como una opción inteligente se encuentran disponibles en versiones estándar y a prueba de fallos.

Con un diseño innovador, realizan tareas de automatización de manera flexible y eficiente, es capaz de adaptarse perfectamente a una tarea de automatización específica.

Gracias a la seguridad integrada también cuenta con funciones de protección de copia y know-how que están integradas en el S7-1200 y el TIA Portal.

Para evitar que partes no autorizadas se abran o se dupliquen módulos, se protege el algoritmo y el proceso.

11.4.1 Modelo de PLC

El modelo seleccionado para la actualización fue el CPU 1215C DC//DC/DC, ya que trabaja con entradas y salidas de relé y con corriente directa. Cuenta con un total de 14 entradas binarias integradas, de las cuales 6 de ellas son de contadores de alta velocidad (HSC, High Speed Counting), las cuales son necesarias para los procesos requeridos en la máquina. Una ventaja de esta familia es la interfaz, es que en este caso hay una mejora pudiendo utilizar PROFINET.



Fig. 36. CPU 1215C DC//DC/DC

(CPU 1215C. (n.d.). Mall.industry.siemens.com. Retrieved May 19, 2023)

RESULTADOS

11. RESULTADOS

11.1 Antes y después

11.1.1 Antes

A continuación, se presentan imágenes de la instalación física del PLC S-200 con sus respectivos módulos de E/S y conexiones, así como parte del extenso programa en el software Micro/WIN.

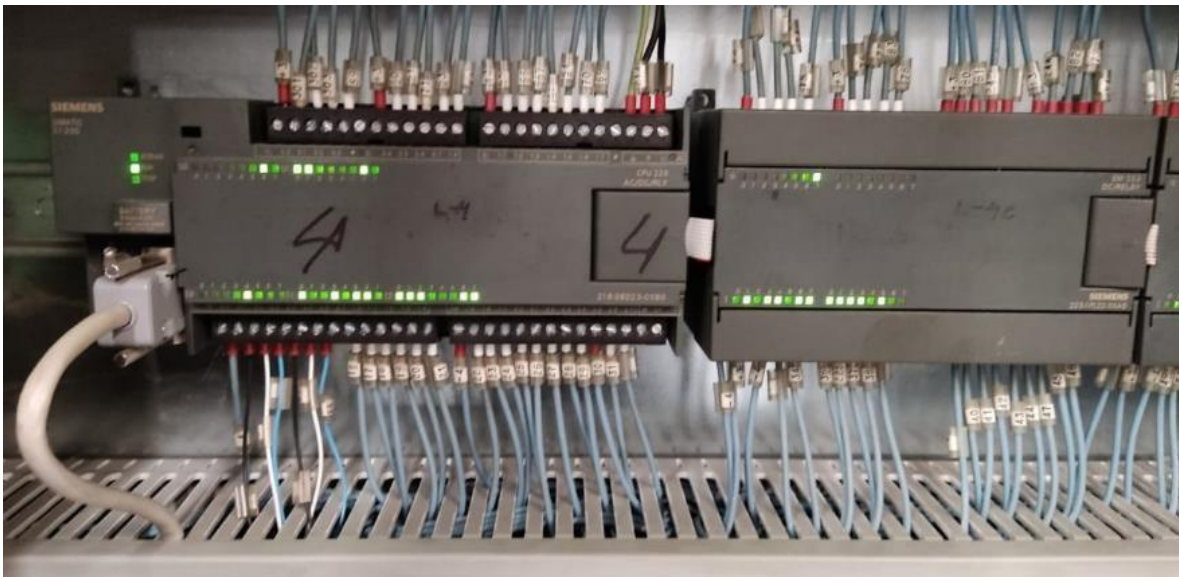


Fig.37. CPU 226 AC/DC/RLY

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.



Fig.38. Módulos de E/S

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

En las figuras 37 y 38 se puede observar la instalación de los módulos de entradas y salidas y CPU del PLC SIEMENS S-200 antes de ser intervenido, como se puede visualizar eran módulos ya muy obsoletos que con el constante funcionamiento fallaban al quedarse pegados los relevadores internos.

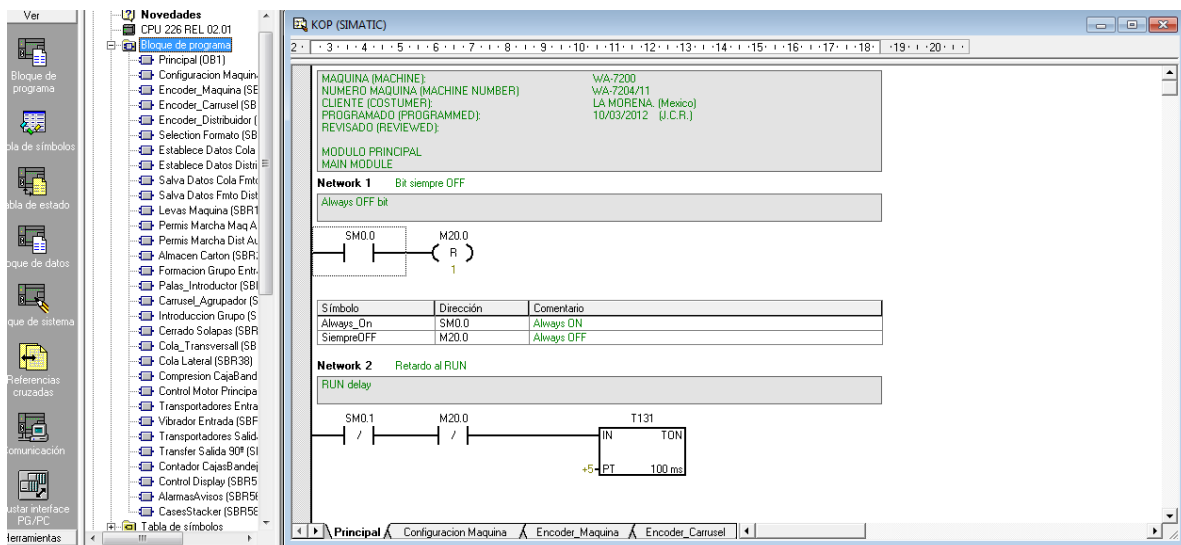


Fig.39. Bloque de programa en Micro/WIN

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

Nº	Símbolo	Dirección	Comentario
1	CntControlEncolaTransv	C40	Counter cross hot melt control
2	CntBotellSalidDistrib	C45	Counter containers discharged from distributor
3	Encoder1A	I0.0	Phase A cases pusher chains encoder
4	Encoder1B	I0.1	Phase B cases pusher chains encoder
5	Encoder1Z	I0.2	Phase Z cases pusher chains encoder
6	Encoder2A	I0.3	Phase A grouper carousel encoder
7	Encoder2B	I0.4	Phase B A grouper carousel encoder
8	Encoder2Z	I0.5	Phase Z A grouper carousel encoder Spare
9	Encoder3A	I0.6	Phase A infeed divider encoder
10	Encoder3B	I0.7	Phase B infeed divider encoder
11	SQ22_SegPalaTrasIntro	I1.0	Prox switch pusher group safety pushing rear shovel down
12	SQ29_PalaDelIntroAmb	I1.1	Prox switch pusher group front shovel up
13	SQ28_PalaTrasIntroAmb	I1.2	Prox switch pusher group rear shovel up
14	SP1_Presostato	I1.3	Air pressure switch
15	CNB3_4NivelColaBajo	I1.4	Tank glue low level signal
16	B2_NivelCartonesAlmac	I1.5	Photoeye cardboard level in magazine
17	KR2_BrazoCogeCartAbajo	I1.6	Reed pick up cardboard arms down
18	KR3_BrazoCogeCartArriba	I1.7	Reed pick up cardboard arm up
19	CNB1_2GrupoColaOK	I2.0	Hot melt system ready signal
20	B3_PresCartZonaRecogida	I2.1	Photoeye cardboard presence on pick up zone
21	B4_PresGrupoEnIntro	I2.2	Photoeye group presence in pusher zone
22	B18_SegurSalidaCajasMaq	I2.3	Safety cases at exit machine
23	B5_SaturacioSalidaCajas	I2.4	Photoeye cases discharge buildup
24	I2.5	I2.5	Spare
25	B6_AcumProduccionPalp	I2.6	Photoeyes product accumulation infeed divider ?

Fig.40. Tabla de símbolos; USR1

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

En las figuras 39 y 40 se puede visualizar parte del programa original en Micro/WIN en el lenguaje KOP que tenía cargado el PLC antes de realizar la actualización, en la primera imagen se observa el bloque de programa principal, donde se especifican los datos principales, y en la segunda imagen se puede observar la tabla de símbolos donde se encuentran declarados las variables de los componentes de la máquina.

11.1.2 Después

A continuación, se presentan imágenes de la instalación física del PLC S7-1200 con sus respectivos módulos de E/S y conexiones, así como parte del extenso programa en el software STEP 7 TIA Portal.



Fig.41. CPU 1215C DC/DC/DC

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.



Fig.42. Módulos de E/S

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

En las figuras 41 y 42 se puede observar la instalación de los módulos de entradas y salidas y CPU 1215C del PLC SIEMENS S7-1200 después de la instalación, como se puede visualizar se redujo el número de cables para hacer más eficiente el proceso, de igual manera se realizó cambio de cables ya dañados.

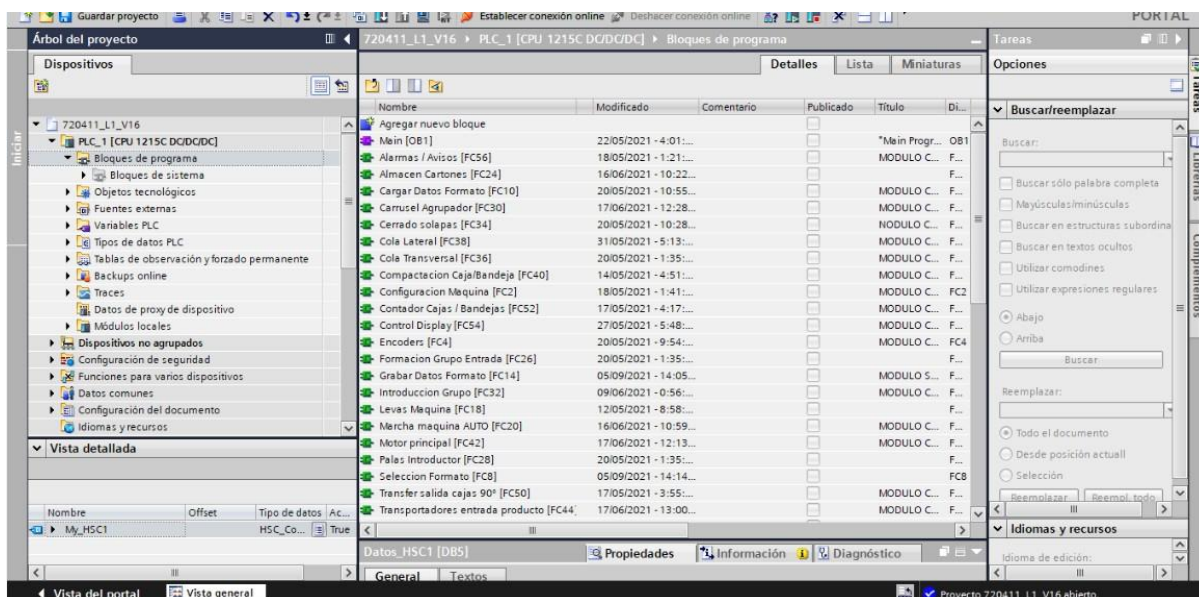


Fig.43. Bloque de programa en STEP 7

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

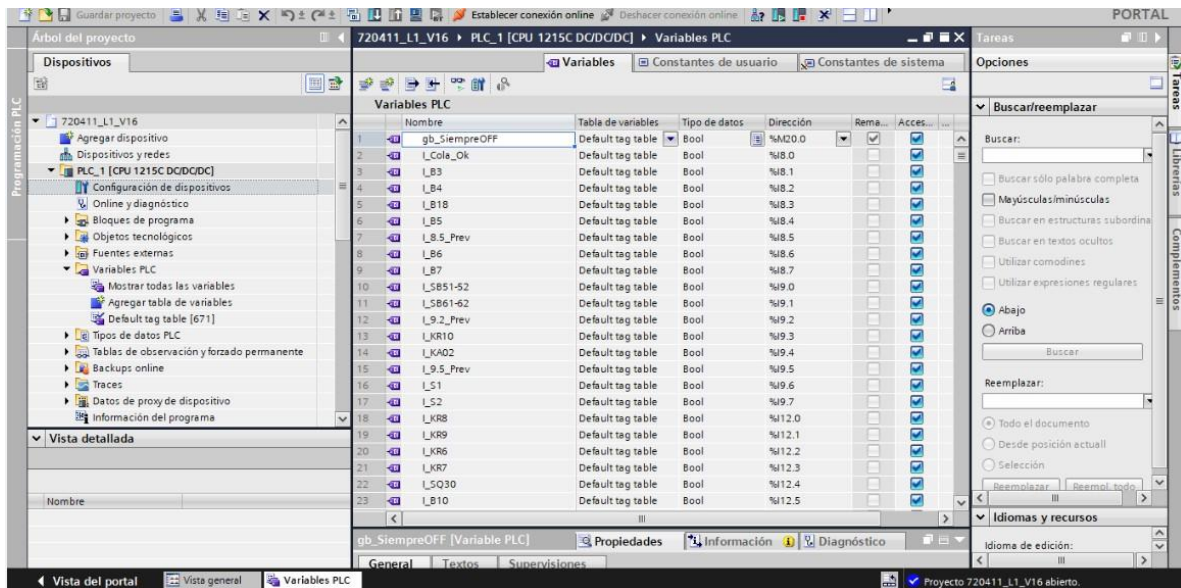


Fig.44. Tabla de variables

Cortesía de Productos Alimenticios La Morena S.A. de C.V.

En las figuras 43 y 44 se puede visualizar parte del programa actualizado en TIA Portal, en la primera figura se pueden observar los principales bloques del programa que fueron determinados a partir de cada una de las actividades que tiene que realizar cada parte de la máquina, y en la segunda figura se pueden observar las variables declaradas en la tabla principal de variable, al igual que el tipo de variables y la dirección de cada una de ellas.

CONCLUSIONES

14. CONCLUSIONES

Se realizó satisfactoriamente la actualización del PLC de la máquina encartonadora Wrap-Around 7200 SR INNOVA, desde la planificación, pasando por la migración de programa de Micro/WIN a STEP 7 TIA Portal, así como la instalación del nuevo CPU con sus respectivos módulos de E/S, recableando y peinando. Se actualizaron diagramas y esquemáticos.

De igual forma se realizó una conexión nueva de comunicación entre máquinas encartonadoras de las 4 líneas, para que una vez que todas se encuentren actualizadas, se puedan comunicar entre sí, permitiendo una mejor retroalimentación, realizando así un proceso más eficiente, ya que de esta forma se pueden visualizar mensajes de error en texto sin formato desde el portal TIA, en la HMI y en el servidor web.

Gracias a la capacidad de intercambio de los conectores de la parte superior de la CPU, las E/S digitales y analógicas se pueden intercambiar de una CPU a otra, sin necesidad de recableado.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

15. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

- Se conocieron, analizaron y aplicaron lenguajes de programación de controladores lógicos programables para automatizar, mantener y administrar equipos y sistemas mecatrónicos.
- Se describieron y argumentaron las características y simbología de sensores y elementos de control utilizados en la hidráulica y la neumática para la automatización de procesos.
- Se conoció, identificó y desarrolló el control eléctrico de actuadores para la neumática e hidráulica utilizados en la industria para la automatización de procesos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

16. FUENTES DE INFORMACIÓN

CADAVID, Vladimir. 2012. Fundamentación Neumática. Blog. [En línea] 25 de mayo de 2012. [Citado el: 12 de Mayo de 2020.] <http://fundamentacionneumatica.wikispaces.com/page/diff/Electroneumatica?v1=339640156&v2=339646688.339646688>.

F. Ebel, S. Idler, G. Prede, D. Scholz. 2008. Fundamentos de la Técnica de Automatización. Alemania: Festo Didactic GmbH & Co. KG, 73770 Denkendorf, 2008. 563062.

Fernando JACOME, Jefferson MARTINEZ. 2014. Implementación del PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil al módulo de clasificación por colores y materiales para el laboratorio de control y manipulación automática de la Escuela De Ingeniería De Mantenimiento De La ESPOCH. TESIS. Riobamba: ESPOCH- FACULTAD DE MECANICA, 2014.

I AI AS S ID. 2014. Controlador Programador S7-1200. Manual de Sistema. s.l.: SIEMENS, 2014. A5E02486683-AG.

I IA AS SM ID 3. 2010. SIMATIC TIA Portal STEP 7 Basic V10.5. Archivo PDF. [En línea] 18 de enero de 2010. [Citado el: 2 de Junio de 2020.] http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose_fernando/practica_tia_portal_1.pdf.

IIA AS SM ID 5. 2009. SIMATIC HMI Panel de operador KTP400 Basic, KTP600 Basic, KTP1000 Basic, KTP1500 Basic. Instrucciones de servicio. [En línea] SIEMENS, 9 de enero de 2009. [Citado el: 10 de Junio de 2020.] <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/HMI%20KTPs.pdf>. A5E02421816-01.

INGA ORTEGA, E.M. 2002. Análisis costo beneficio de la automatización en el sistema de producción de hormigón para Hormiazuay Cía. Ltda. Tesis. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2002. ITESCAM, Miguel Leon Bustos. 2011. Electroneumática. Scribd. [En línea] 11 de julio de 2011. [Citado el: 2 de Mayo de 2014.] <https://es.scribd.com/doc/60128685/itescam>.

José MENA, Edison RODRIGUEZ. 2014. Mejoramiento del módulo de transporte con cilindro sin vástago mediante la implementación del PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil para el laboratorio de control y manipulación automática de la ESCUELA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH. TESIS. Riobamba : ESPOCH- FACULTAD DE MECANICA, 2014.

MECATRONICA. 2008. Principios de Automatización. Blog. [En línea] 26 de Marzo de 2008. [Citado el: 20 de Abril de 2020.] <http://automatizacion2008.blogspot.com/2008/03/piramidecim.html>.

NIEVAS, Cristian. 2010. Automatización Industrial. Archivo PPT. [En línea] 3 de junio de 2010. [Citado el: 30 de Mayo de 2020.] <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEcQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.cec.uchile.cl%2F~cnievas%2FDocencia%2FDUOC%2FAI>

%2FAI_C9.p

pt&ei=nyHIU52AC6XfsASm4YGYBg&usg=AFQjCNGvY0vwe2MYa1jMhe5UizzHzk
P6kQ&sig2= CQW_f-qUeGNHZcQWlt4txg.. AIS7201.

NUÑEZ, Christian Xavier. 2011. Diseño e implementación de un módulo didáctico para una prensa neumática con sistema de carga- descarga automática, utilizando plc para la EIE. TESIS. Riobamba: ESPOCH- FACULTAD DE ELECTRONICA, 2011.

PRIETO, Paloma. 2007. Lenguaje de programación- Principios básicos de PLC. Monografía. [En línea] 8 de octubre de 2007. [Citado el: 20 de Mayo de 2020.] <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/equipamiento-tecnologico/redes/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>.

SIEMENS AG. 2009. Compact Switch Module CSM 1277. Manual. s.l.: SIEMENS, 2009. **TEORIA DE LA AUTOMATIZACION. 2009.** Tipos de Automatización. Blog Archivo. [En línea] 6 de Junio de 2009. [Citado el: 20 de Mayo de 2020.] <http://sergio527-tgs.blogspot.com/2010/05/tiposde-automatizacion.html>.

ULPIANO, Fausto. 2011. Montaje y aplicación de una pantalla táctil para la simulación de procesos industriales. TESIS. Riobamba: ESPOCH- FACULTAD DE MECANICA, 2011.

ANEXOS

17. ANEXOS

**17.1 CARTA DE NO INCONVENIENCIA DE LA EMPRESA
PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MORENA S.A. DE C.V.**



Huamantla, Tlaxcala a 15 de Junio 2022

Asunto: **CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA**

MTRO. SERGIO OCTAVIO ROSALES AGUAYO
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

PRESENTE:

Por medio de la presente me dirijo a usted para manifestar el **NO TENER INCONVENIENTE** de que el alumno **HERNÁNDEZ CARPINTEYRO SERGIO DAVID** con número de control **16370141** de la carrera de **INGENIERÍA EN MECATRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**, haga uso de la información con fines educativos. Concluyendo satisfactoriamente el proyecto denominado **ACTUALIZACIÓN DE PLC EN MÁQUINA ENCARTONADORA WRAP-AROUND 7200** durante el periodo del 23 de Enero al 23 de Mayo del 2020 en el Depto. De Instrumentación de la empresa **PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MORENA DE HUAMANTLA, S.A DE C.V.**

Se extiende la presente constancia para los fines que el interesado convenga y quedo a su disposición ante cualquier información al respecto.

**PRODUCTOS ALIMENTICIOS
LA MORENA DE HUAMANTLA,
S.A DE C.V**

R.F.C. PAM050425P54
CALLE VIRGEN CARIDAD L20 AL 27
CD INDUSTRIAL XICOHTENCATL II
C.P 90500 HUAMANTLA, TLAX.
TEL. (247)47 2 55 00

ATENTAMENTE


Lic. Alejandra Chamorro Sanchez
Jefa de Recursos Humanos