

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO EN INGENIERÍA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
AUTOMÁTICO DE CONTEO PARA LA PLANTA
PROCESADORA DE PALMITO INAEXPO (GRUPO
PRONACA)”**

Milton Alejandro Jaramillo Argüello

**SANGOLQUÍ – ECUADOR
2010**

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el proyecto ha sido realizado por el señor Milton Alejandro Jaramillo Argüello bajo nuestra dirección.

Ing. Hugo Ortiz
DIRECTOR

Ing. Víctor Proaño
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS quien dio la sucesión de eventos que me llevaron a cumplir esta meta a través de la vida.

En este camino estuve acompañado por mi familia, compañeros, maestros e instituciones que facilitaron y me ayudaron a la realización de este proyecto. A todos ellos les estoy agradecido.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al ejemplo de lucha, esfuerzo y amor que mis padres, hermanas, hermanos y sobrinos me enseñaron. A esa forma rara de ver la vida.

PRÓLOGO

El proyecto se ejecuta en la planta industrial INAEXPO, ubicada en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados. Permite el registro de la información obtenida en una base de datos, con los cuales se generan curvas históricas del comportamiento de la producción en el tiempo. Los datos se pueden comparar por turnos (8 horas), diariamente y semanalmente, de acuerdo a las necesidades.

Los datos considerados para el proyecto son: tallos de palmito, envases metálicos vacíos y producto envasado. El documento está distribuido en seis capítulos; en el capítulo I, tenemos la Introducción y los objetivos a alcanzar, en el capítulo II, se presenta la Descripción de la Planta, en el capítulo III se describe el Diseño del Proyecto, analizando los dispositivos para la instalación. El capítulo IV trata sobre el Diseño del Software, la lógica de control de la red de PLC's, el diseño de las pantallas de operador HMI y la configuración del sistema de adquisición de datos. El capítulo V detalla la Implantación del sistema en la planta INAEXPO, con la selección de los elementos y la ubicación de los mismos. La verificación del funcionamiento a través de pruebas y presentación de resultados, todos ellos recogidos en el capítulo VI y, por último, en el capítulo VII se presenta las Conclusiones y Recomendaciones del proyecto de grado.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Específicos	3
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO	3
1.4. ALCANCE DEL PROYECTO	5
2. CAPÍTULO II	6
DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	6
2.1. PROCESO DE PRODUCCIÓN	6
2.2. PLANOS	12
2.2.1. PLANO GENERAL	12
3. CAPÍTULO III	14
DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTEO	14
3.1. REQUERIMIENTOS	14
3.2. DISEÑO	15
3.3. PLANOS Y DIAGRAMAS	20
3.3.1. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA RED DE PLC'S	20
3.3.2. Diagrama esquemático de las cortadoras, envasado y sellado	21
3.3.3. Diagramas eléctricos	23
3.4. ESPECIFICACIONES	25
3.4.1. SENSORES	27
3.4.2. CONTROLADORES	28
3.4.3. PANTALLAS	29
3.4.4. SISTEMA SCADA	29
4. CAPÍTULO IV	30
DESARROLLO DEL SOFTWARE	30
4.1. LÓGICA DE CONTROL	30
HMI	36
BASE DE DATOS	38
5. CAPÍTULO V	47
IMPLEMENTACIÓN	47
5.1. SELECCIÓN	47
5.2. INSTALACIÓN	51
5.2.1. INSTALACIÓN ELECTRICA	51
5.3. PUESTA EN MARCHA	54
6. CAPÍTULO VI	59
PRUEBAS Y RESULTADOS	59
6.1. PRUEBAS	59
Pruebas de equipos	59
Pruebas de conexión	60
Prueba de conteo	60
Prueba del sistema de monitoreo	60
6.2. RESULTADOS	61
7. CAPÍTULO VII	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
7.1. CONCLUSIONES	65

7.2. RECOMENDACIONES.....	66
ANEXOS.....	69
HOJA DE RECEPCIÓN	88

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

En 1993 PRONACA funda INAEXPO, Industria Agrícola Exportadora C.A., la cual se dedica principalmente al cultivo y comercialización de palmito. Este producto ecuatoriano se distribuye a Europa, Asia, Norte del África y América Latina.

INAEXPO ofrece una variada línea de vegetales en conserva. Entre ellos se ha dado gran importancia a la alcachofa, siendo sin embargo uno de los primeros productos de exportación es el palmito.

Su producción se basa en un sistema de cultivo en fincas propias y con agricultores integrados en los que la productividad y calidad del palmito han sido la clave del éxito alcanzado. Los productos se caracterizan porque son "naturales y saludables", ya que cumplen con rigurosas normas sanitarias, la planta de proceso cuenta con certificación de inocuidad alimentaria HACCP, certificado FDA y ha aprobado satisfactoriamente todas las auditorias de calidad¹.

La planta procesadora de palmito tiene varias fases de producción. El proceso de producción se lo puede dividir en cuatro grupos:

- Recepción y pelado de la materia prima.
- Clasificación, Envasado y Pesado.
- Desgasificado y Sellado.

¹ Basado en la página web www.inaexpo.com

- Etiquetado Empacado.

El proceso se inicia con la llegada y descarga de la materia prima que posteriormente es pelada, para obtener el corazón de palmito, en forma manual. A través de bandas, el corazón se transporta y se lo selecciona. El troceado del corazón de palmito se realiza uniformemente mediante cortadoras, las cuales son sierras circulares distribuidas uniformemente en un eje movidas a través de un motor eléctrico. Los trozos van al área de envasado, donde se vuelve a seleccionar para ser depositados en envases metálicos de 220gr o 500gr; este es un proceso totalmente manual. Luego, el producto es pesado y se transporta al área de desgaseado en la cual se desinfecta, mediante túneles de vapor y salmuera. Para terminar, se sella los envases, de manera automática, a través de selladoras mecánicas. Por último se etiqueta y empacado con lo cual el producto está listo para la distribución.

Para poder procesar la gran cantidad de materia prima cada etapa del proceso tiene un número determinado de grupos de trabajo o líneas de producción, las cuales están conformadas por bandas transportadoras que permiten la interconexión entre cada etapa del proceso. En el área de recepción y pelado tiene tres líneas de producción, en el área de clasificación, envasado y pesado tiene cuatro líneas de producción para desgaseado y sellado tiene siete líneas de producción. El conteo de los tallos del palmito es manual y se lo hace por proveedor. El producto es recolectado en canastas metálicas (jaulas) cuya capacidad es de alrededor de 400 tallos de palmito. Para el conteo de envases metálicos se lo hace por lotes de envases o pallets y el conteo del producto final se cuenta manualmente por cajas.

1.2. OBJETIVOS

Diseñar e implementar un sistema automático de conteo, para la planta INAEXPO que permita administrar y almacenar los datos obtenidos de la producción de palmito por turnos.

1.2.1. Específicos

- Analizar las características actuales de la Planta
- Diseñar el sistema de conteo.
- Desarrollar el software de programación y configuración de PLC's , pantalla de operador y SCADA.
- Implementar el sistema de conteo automático.
- Poner en marcha el sistema.
- Realizar las pruebas necesarias para validar el correcto funcionamiento del sistema.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO

Debido a que la empresa necesita un conteo automático, que pueda ayudar a seguir el proceso de producción de una manera eficiente, se plantea la necesidad de un conteo de los diferentes productos, tanto en materia prima como de producto terminado. El proceso se observa en Figura. 1. 1.

El conteo de palmito actualmente se lo realiza de manera manual por canastas, estas tienen un número determinado de palmitos, pero no todos los palmitos pueden ser cortados por las cortadoras, motivo por el cual no todos son procesados de igual forma, algunos necesitan de cocción, esta falta de precisión, en el control de la producción permite que se plantee la necesidad de llevar un conteo paralelo, de tallos de palmito, la cual se realizará en un sector más adecuado al inicial, obteniendo datos de los tallos que efectivamente son envasados. El control de consumo de envases metálicos se lo realiza a través del consumo de pallets, que es un arreglo matricial de envases metálicos entregados por la empresa proveedora, en este punto no se toman en cuenta los envases dañados en el proceso o si son de otro tipo. Mediante un conteo de envases por línea se pretende tener un dato más exacto al estimado de consumo de envases metálicos actual.

En el conteo manual de producto terminado sucede algo parecido a lo anterior, en este punto se tiene un conteo manual de envases en general, con el conteo automático se pueden sectorizar el conteo por líneas de producción, y así identificar los grupos de trabajo. Se propone el conteo automático en tres áreas estratégicas del proceso que permitirá la comparación y certeza de la producción.

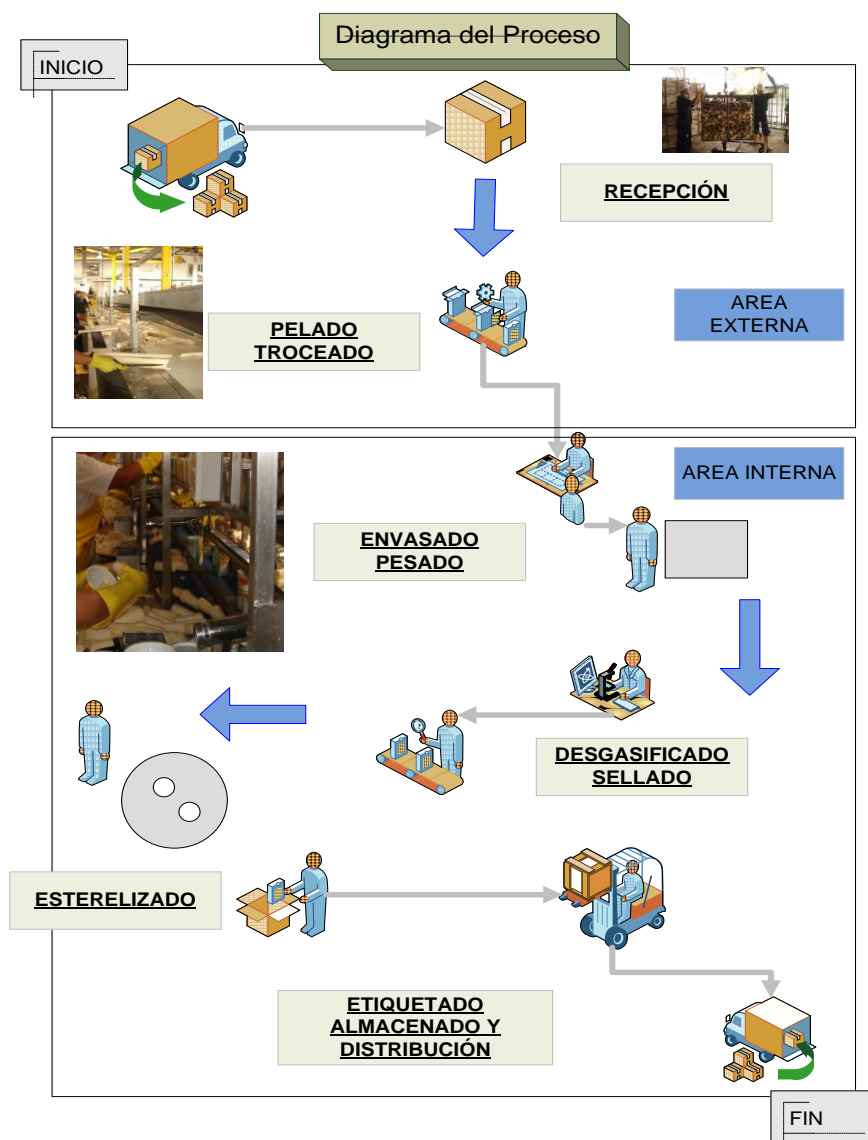


Figura. 1. 1. Diagrama de flujo del proceso

En la Figura. 1. 1 se muestra el flujo del producto desde la llegada en camiones, pasando por las diferentes áreas del proceso: Recepción, Pelado – Troceado, Envasado – Pesado, Desgasificado – Sellado, Esterilización, Etiquetado, Almacenado, hasta terminar con Distribución.

Por medio de una base de datos se podrá guardar y acceder a la información recogida durante todo el proceso, para verificar que el mismo se está dando en forma correcta, evitándose así pérdidas en la producción. El sistema facilita el monitoreo de la producción y obtención de resultados de manera inmediata y actualizada. Parte importante de este proyecto es la visualización de fallas o comparaciones de producción entre grupos de trabajo, lo que motivará la optimización del proceso.

1.4. ALCANCE DEL PROYECTO

Se desarrollará e implementará un sistema de conteo automático que administre, organice y contabilice la producción de palmito. Para adquirir los datos se empleará sensores conectados a una red de PLC's los cuales realizan el conteo; a través de una red Ethernet los datos son transferidos a un computador donde mediante un software de adquisición de datos se capta, almacena y visualizan los mismos. Además se diseñará e instalará dos pantallas touch screen las cuales irán ubicadas en distintas áreas del proceso.

Para la administración y visualización, se activará herramientas que permitan la publicación, visualización y almacenamiento de datos de manera ordenada e identificada a criterio del usuario, esto facilitará la presentación e impresión de reportes.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

2.1. PROCESO DE PRODUCCIÓN

La planta Industria Exportadora SA, Figura. 2. 1, está ubicada en la provincia de Santo Domingo Tsachilas en las afueras de la ciudad de Santo Domingo en el kilómetro ocho y medio vía a Quinindé.



Figura. 2. 1. Planta Procesadora

Su principal producto de exportación es el palmito, que es una planta palmácea arbustiva de tronco escaso cuyo fruto y cogollo son comestibles, en este caso se utiliza el corazón de los tallos tiernos de palmito para envasarlo. El aspecto es de manera de troncos de 50 a 70 cm de longitud y 7 a 10 cm de diámetro.

“El Palmito ecuatoriano se obtiene de la parte central y tierna de la palmera Palmácea de la especie *Bactris Gasipaes* (HBK), conocida como chontaduro, originaria del Ecuador”². Se puede obtener hasta dos cosechas por año y sus principales zonas de producción son: Esmeraldas, Pichincha, Sto. Domingo, el Oriente ecuatoriano, Guayas y el Oro. Los cultivos están en climas con temperaturas medias anuales superiores a los 22°C y con una precipitación pluviométrica superior a los 1.600 mm



Figura. 2. 2. Palmito

En la Figura. 2. 2 se muestra en el lado izquierdo una plantación de palmito y al lado derecho tenemos el producto listo para procesar. Físicamente la planta está distribuida por tres galpones, dos totalmente cubiertos y uno cubierto parcialmente, en los galpones totalmente cubiertos se encuentran las zonas de etiquetado, empaquetado, envasado, sellado desgasificado y esterilización. Dejando el área de recepción, pelado y troceado en la zona parcialmente descubierta.

En la Figura. 2. 3 se puede observar la planta de la Industria Exportadora Agrícola CA, en la cual se aprecia las diferentes áreas de trabajo de la planta, siendo las de mayor importancia para este trabajo las siguientes áreas: Pelado – Troceado, Envasado – Pesado y Desgasificado – Sellado.

² Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador

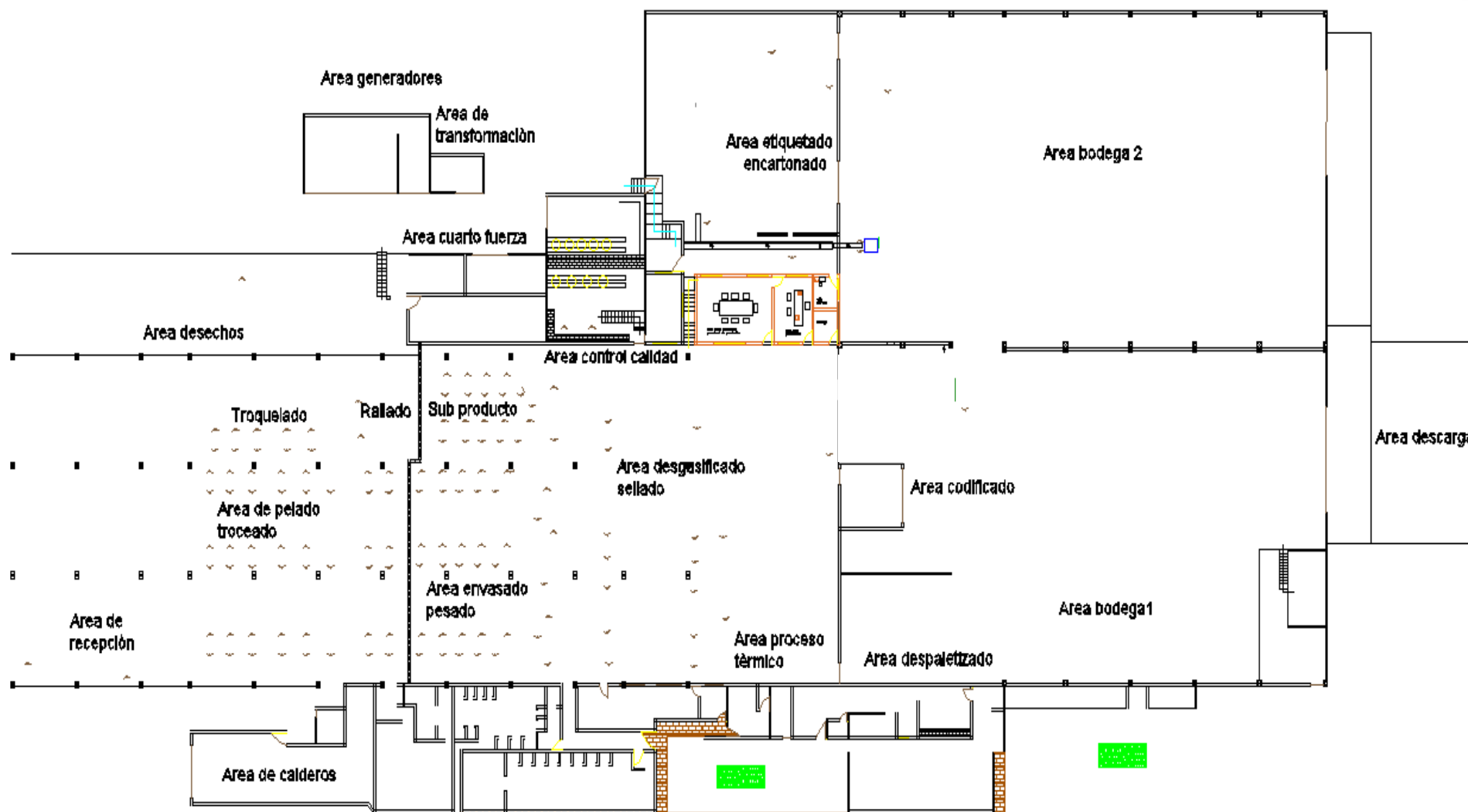


Figura. 2. 3. Diagrama general de la Planta INAEXPO

La primera etapa del proceso es la recepción, los palmitos llegan a la planta en camiones agrupados en canastas metálicas, en forma de jaulas con capacidad de 450 a 520 unidades. Aquí son inspeccionados su estado y contadas manualmente para después ser llevadas a la zona de pelado, como se indica en la Figura. 2. 4.



Figura. 2. 4. Área de recepción

En el área de pelado se tiene cuatro líneas de producción, tres de las cuales preparan el producto para la presentación en barras y la otra la presentación de rodajas. Para la movilización del producto se utiliza bandas y en el caso de la presentación en barras tenemos tres bandas transportadoras superpuestas, la primera en la banda del producto, la segunda es la banda de subproducto y la última es la de basura. El pelado manual consiste en hacer un corte longitudinal a los troncos de palmito, debido a que la corteza y varias envolturas que son muy fibrosas y duras, lo cual las hace no comestibles, obteniendo así el corazón de palmito. Las cortezas son depositadas en la banda de basura los cuales son transportadas a los vagones de basura para ser llevadas al depósito de desechos orgánicos. El

corazón es transportado en la banda de producto donde se escoge los mejores tallos, de acuerdo a su contextura los productos muy gruesos o fibrosos son depositados en la segunda banda los cuales son trasladadas a las troqueladoras donde se obtienen el corazón para ser cocidas y troceados en forma de anillos para después ser envasados y empaquetadas. Obteniendo de esta manera palmitos en trocitos.

El producto seleccionado sigue su curso hasta llegar a las máquinas serradoras donde el tronco ahora de 3 a 5 cm de diámetro es cortado en pequeñas unidades de 11cm, de allí son lavados y transportados al área de envasado. Como se detallan en la siguiente Figura. 2. 5:



Figura. 2. 5. Área externa Pelado y Troceado

En esta área son lavados nuevamente, envasados y llenados los envases con salmuera. Para ello se dispone de dos tipos de envases: de 220gr y 500gr los mismos que son transportados desde la zona de bodega por medio de bandas elevadas una para cada envase, para posteriormente bajar mediante mangas metálicas, por cada línea. En esta zona tenemos cinco líneas de envasado con bandas transportadoras que llevan el producto para ser envasado, luego ser escurridos y pesados en balanzas electrónicas y transportados nuevamente en bandas

a los depósitos; aquí, los envases son llenados con salmuera y llevados en bandas a través de los túneles de vapor para la esterilización (área desgasificado y sellado).



Figura. 2. 6. Área de envasado y pesado

En la figura anterior, se muestra, en la parte superior a la izquierda el proceso de selección del palmito después de ser cortado, en la parte central el lavado del producto y selección, y por último, al lado derecho, se encuentra el proceso de envasado. Abajo encontramos: el proceso de pesado, a la izquierda, una foto que muestra dos de las líneas de proceso de envasado, centro, y por último, nos encontramos con las rieles bajantes que existen en cada línea para envases de 500 y 220 gramos.

En el área de desgasificado los envases ingresan a los túneles de vapor para desplazar el aire y crear vacío, los envases se los transporta a las máquinas selladoras donde son herméticamente tapados. Los envases se ubican en carros metálicos para trasladarlos al tratamiento térmico mediante autoclaves, permitiendo la esterilización del producto ya que son sometidos a altas temperaturas por tiempo determinado de alrededor de 15 a 25 minutos.

Luego son extraídos para ser enfriados, y, a temperatura normal, se procede a tomar muestras para el control de calidad y luego proceder al etiquetado y empaquetado del producto.



Figura. 2. 7. Área de desgasificado y sellado

En la Figura. 2. 7 se muestra, en la parte inferior izquierda, el producto envasado listos para ingresar al túnel de vapor. En el centro se muestra, el ingreso al túnel y llenado de salmuera y, a la derecha se ve, saliendo el producto del túnel. En la parte superior izquierda, las bandas del área de desgasificado. En el centro observamos la máquina selladora y, a la derecha, encontramos el producto sellado depositado en los coches para el proceso de pasteurización.

Los productos que se realizan con palmito en INAEXPO se muestran en la Tabla 2. 1.:

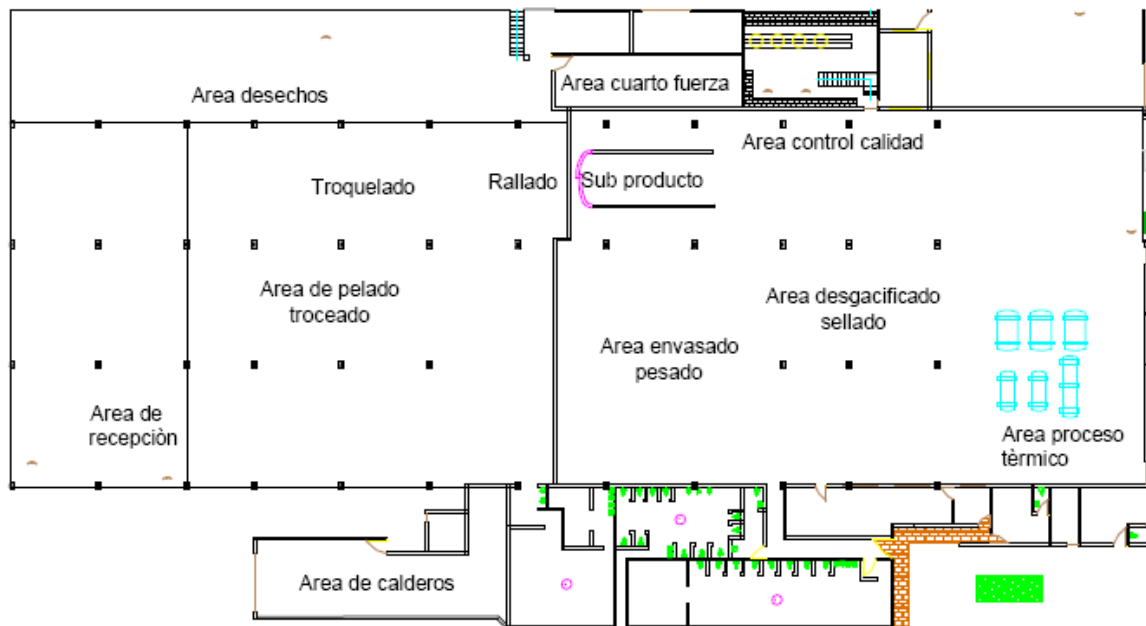
2.2. PLANOS

2.2.1. PLANO GENERAL

En la figura siguiente se encuentra la distribución de las áreas de trabajo de la planta, donde se realizará la instalación del sistema de monitoreo.

Tabla 2. 1. Productos elaborados en la planta INAEXPO³

Descripción de artículo	Envase	Peso neto onzas	Peso drenado onzas	Caja unidades	Peso de caja en libras	Cajas pallet	Bloque fila	Peso de pallet
PALMITOS TROCITOS	LATA	14.1	7.8	12	13.0	165	15x11	2145
PALMITOS ENTEROS	LATA	14.1	7.8	12	13.0	165	15x11	2145
PALMITOS TROCITOS	LATA	28.2	17.6	12	26.0	80	8x10	2080
PALMITOS ENTEROS	LATA	28.2	17.6	12	26.0	80	8x10	2080
PALMITOS TROCITOS	FRASCO	14.5	8.8	162	19.0	110	11x10	2090
PALMITOS ENTEROS	FRASCO	14.5	8.8	12	19.0	110	11x10	2090
PALMITO ENTEROS	LATA	103	64,4	6	42,6	42	7x 6	298
PALMITO TROCITOS	LATA	103	64,4	6	42,6	42	7 x 6	298

**Figura. 2. 8. Plano general de la planta⁴**

En la Figura. 2. 8 podemos apreciar las principales áreas de la planta tomando especial énfasis en recepción, pelado - troceado, envasado - pesado y desgacificado - sellado. A demás se puede observar áreas de relevancia como el cuarto de fuerza, proceso térmico, calderos, área de desechos, control de calidad, etc.

³ Tomado de la página web www.inaexpo.com

⁴ Tomado del Plano general de la planta INAEXPO 2007 Tlgo. Carlos Jarama

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTEO

3.1. REQUERIMIENTOS

Actualmente la planta procesadora de palmito INAEXPO cuenta con diversas líneas para el envasado del producto con varios puntos de conteo manual, pero no cuenta con un sistema automatizado que contabilice la producción diaria y lleve un histórico de la producción por cada turno de trabajo. La planta procesadora necesita de un sistema automático que maneje en forma paralela al actual cantidad de producto procesado, el número de envases metálicos, cabe aclarar que los envases de otro tipo no se tomarán en consideración, debido a que cuando se utiliza envases de vidrio no ingresan a través de las rieles, llevando un cuidado especial. Las dos presentaciones de 220gr y 500gr, y la cantidad de envases sellados que es el producto final.

Para este proyecto se consideran las siguientes variables, de acuerdo a las necesidades requeridas:

- Conteo de troncos de palmito antes de ser cortados.
- Conteo de latas vacías en ambas rieles de suministro.
- Detección de nivel mínimo en el suministro de tapas.
- Presencia y conteo de producto terminado.

El sistema será un conteo paralelo que permita la comparación de datos de producción, que se pueda almacenar en una base de datos manteniendo disponibles

para su análisis. También en el control del nivel mínimo de tapas se requiere la disponibilidad de alarmas para su difusión.

La necesidad de visualizar los datos en tiempo real y en diferentes puntos de la planta permitirá al departamento de producción poder tomar los correctivos necesarios para mejorar o mantener la producción, procurando la regularidad de la producción diaria o, aumentarla.

Dentro de los requerimientos de hardware del sistema es permitir la visualización del conteo de producto en dos puntos distintos al del sistema "SCADA".

3.2. DISEÑO

En el diseño se tomó en cuenta la distribución física de la planta procesadora. Teniendo así en la parte externa las áreas de recepción y pelado, en cuyo lugar se contarán los palmitos en tallos, en este lugar se encuentran tres serradoras de palmito, por lo que es el sitio más apropiado para el conteo del producto que ingresa en el proceso ya que en las bandas no se tiene un punto adecuado para el conteo debido a la gran manipulación hecha por los trabajadores que hacen la labor de pelado, raspado y selección del producto. Mientras que en las serradoras sólo existe una persona que coloca el producto en la banda de cangilones, transportando el producto a las sierras que realizan un corte uniforme en los tallos de 9 – 11 cm de longitud, después de esto caen en una banda donde se escogen los tallos troceados y se los lleva al área de lavado, envasado y pesado. Por este motivo el lugar en donde hay menos contacto humano con el producto es en la máquina serradora.

Ya en el área de lavado, envasado y pesado se procede al conteo de envases, donde la planta tiene un sistema automático de distribución de envases a través de bandas transportadoras ubicadas en la parte superior de la planta y que llegan al área de envasado mediante rieles, las cuales no son accesibles por los trabajadores, aquí hay dos rieles físicamente divididas debido a que individualmente circulan envases metálicos de 500gr. y 200gr., entonces es en estas rieles donde se

ubicarán los sensores para el conteo de envases; una por cada riel, cabe aclarar que por cada línea de envasado existen dos rieles bajantes.

El área de desgasificado y sellado se encuentra bajo el mismo galpón que la anterior área, está conformado por siete bandas transportadoras que llevan los envases por los diferentes túneles de vapor y llevándolos a las máquinas selladoras, son en estas máquinas donde se ubicarán los sensores de conteo del producto final y el nivel de las tapas utilizadas para el sellado. Ya que en los túneles de vapor se hace un lavado del producto con salmuera, por lo que no se recomienda poner el elemento sensor en esta área. En este punto del proceso la intervención de los trabajadores es mínima.

La planta cuenta con un “cuarto de fuerza”, donde se centraliza el control total, especialmente contactores, guarda motores, switches, variadores, PLC’s , etc. La ubicación es central, como se mencionó antes, el manejo de señales son más de media potencia.

El “cuarto de fuerza” es el más indicado para instalar el elemento controlador que permita adquirir las señales, pero existen dos inconvenientes: la distancia al sensor más lejano y la interferencia que pudieran producir los elementos a media tensión. Por lo que se plantea la realización de una red de controladores que se encuentren lo más cercano posible al elemento sensor y con una red de comunicación industrial enviar los datos, para así asegurar la confiabilidad del sistema.

Para un buen desempeño del sistema los elementos de adquisición de datos son indispensables, para lo cual se tomó en cuenta las siguientes características del proceso:

- Tipo de materiales a contar.
- Rapidez de flujo de los materiales.
- Ambiente de desarrollo y disposiciones físicas de los elementos sensoriales.

Los materiales a contar son envases metálicos de diferentes tamaños 220gr y 500gr, al igual que el producto final, que no es más que el producto envasado y

sellado, y las tapas con las que se sella el producto también son del mismo material. El único material diferente es el palmito que es el que se debe tener mayor atención. Otro punto de interés es la distancia entre el elemento sensor y el producto.

Para conteo del producto la velocidad depende de la banda transportadora que es movida a través de un motor eléctrico conectado a una caja reductora que permite un giro de la banda alrededor de 55 a 60 rpm, a demás, de la velocidad con que el operador ubique el corazón de palmito en la banda de cangilones. Tomando un tiempo estimado de semejante de 1 – 1.5s entre palmito y palmito. Como es difícil encontrar un lugar adecuado y sin interferencia para la toma de datos; la instalación del sensor resulta dificultosa por lo que amerita adecuaciones en la ubicación del elemento sensor.

Los más aptos, se consideran, los sensores de proximidad capacitivos o cámaras de video para el conteo del palmito, que son utilizados para materiales no metálicos. Considerando, también, que los sensores van a exponerse a gran cantidad de agua y residuos que forman una mezcla pastosa.

En cambio, los envases metálicos caen por rieles bajantes, que permite la distribución automática en sus dos tamaños (500 y 200 gr.) ya que cada uno baja por su respectivo riel, en donde se instalará el elemento sensor por cada tipo de envase. El sector no es afectado por el agua, en forma directa, hay un alto grado de humedad.

La frecuencia de caída es de 3 a 4 envases por segundo; por ello se considera que los sensores de proximidad inductivos son los más adecuados y porque, a demás la distancia entre estos y el producto es mínima, sin dejar de lado la velocidad de respuesta alta.

El número total de sensores a instalar serán de 25, de los cuales 22 son inductivos (envases metálicos) y 3 son capacitivos o cámaras (producto).

En el sistema encontramos en la distancia, entre el sensor y el controlador, uno de los obstáculos para su desarrollo, ya que centralizar las señales al cuarto de fuerza podrían ser afectadas por interferencia. Por lo cual para la realización del proyecto se configuró un sistema que permita la obtención de manera eficaz y confiable, se propuso el diseño de una red de PLC's que permita adquirir, comunicar y publicar los datos. La red de PLC's se basará en una comunicación robusta para eliminar las interferencias de las señales.

Para el desempeño de la RED se considera la distribución de los elementos de adquisición lo más cercano al elemento controlador, lo que quiere decir que se lo instalará cerca a la maquinaria. Debido a la posible expansión de la planta y sobre todo al poco espacio para la instalación, se considera realizar una red de PLC's compactos que permita adquirir datos actuales y dejando abierta la posibilidad de ampliación, mejorando el desempeño y simplificando la aplicación, y respondiendo a la velocidad real a la actuación del proceso. Para ello se aplica un sistema de comunicación, que nos permita la adquisición de datos, mediante los elementos sensores, aplicando un sistema de red de PLC's basada en sistema de comunicación serial RS-485 para la transmisión de los datos entre PLC's y transferirlo al sistema de visualización mediante Ethernet.

El tipo de señales que recibirá el PLC son digitales, ya que tanto de los sensores de proximidad como las cámaras o capacitivos tienen salidas digitales. En cuanto a las salidas de los PLC's solo serán utilizadas para las alarmas sonoras, en el caso del conteo de tapas metálicas.

La red de PLC's está contemplando la expansión de la planta proyectada para los próximos años. El objetivo de la red de PLC's es permitir que el controlador este lo más cerca de los sensores, por este motivo se distribuyan los controladores de la siguiente manera:

- Un PLC estará conectado con una pantalla TouchScreen para la visualización de los datos dentro del área de pelado y troceado, cabe aclarar que cualquier PLC de la red estará en condiciones de ser conectado a un panel de operador.

- Cuatro PLC's estarán ubicados en la zona de envasado y pesado en ellos se conectarán los sensores de proximidad inductivos que contarán el número de envases metálicos de 220gr y 500gr, por lo tanto estos PLC's tendrán dos señales de entrada exceptuando el PLC 2 que tendrá cinco entradas.
- Los tres últimos PLC's son ubicados en el área de desgaseado sellado teniendo en esta zona 14 señales, aquí se localizará el PLC de mayor prestación ya que este nos permitirá compartir los datos de la red de PLC's con la computadora que contiene el software SCADA, la interface de comunicación es por medio de ETHERNET, bajo protocolo TCP/IP, ya que en este PLC estará provisto de un módulo que nos permite establecer la comunicación.

Las pantallas de operador permiten visualizar los datos del producto procesado en tiempo real, se podrán ingresar datos sólo en el caso de estimados (metas), las pantallas adquieren los datos de todos los PLC's de la red y los presentarán en tres pantallas, una por cada área de trabajo.

El sistema Scada visualizará los datos en diferentes pantallas permitiendo el monitoreo en tiempo real, así también almacenara las señales monitoreadas en una base de datos, permitiéndonos realizar gráficas de producción con relación al tiempo de producción por turnos o por día. Los reportes de producción podrán ser realizados mediante la utilización de las bases de datos, teniendo una flexibilidad en cuanto la selección de los intervalos de tiempo y los datos a visualizar.

El sistema presentará un sistema de seguridad básico de acceso a los datos distribuido por usuarios, teniendo usuario con mayores privilegios que otros, evitando la manipulación indebida de los datos, considerada por los usuarios. Así como también nos permitirá de manera sencilla el aprendizaje y el manejo.

Todas las pantallas deberán tener una barra de menú donde nos permita ir a diferentes pantallas, la hora y la fecha actual, el título de la pantalla que se encuentra actualmente.

3.3. PLANOS Y DIAGRAMAS

3.3.1. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA RED DE PLC'S

Como se dijo anteriormente se tomó como referencias normativas americanas como ANSI/ISA 5.3 para los símbolos de control, instrumentación y sistemas computarizados⁵.

En la Figura. 3. 1 se muestra el diagrama esquemático de la red de PLC's en el cual se puede visualizar las pantallas de operador, los PLC's que adquieren las señales del sensor y la computadora donde se visualizan y procesan los datos.

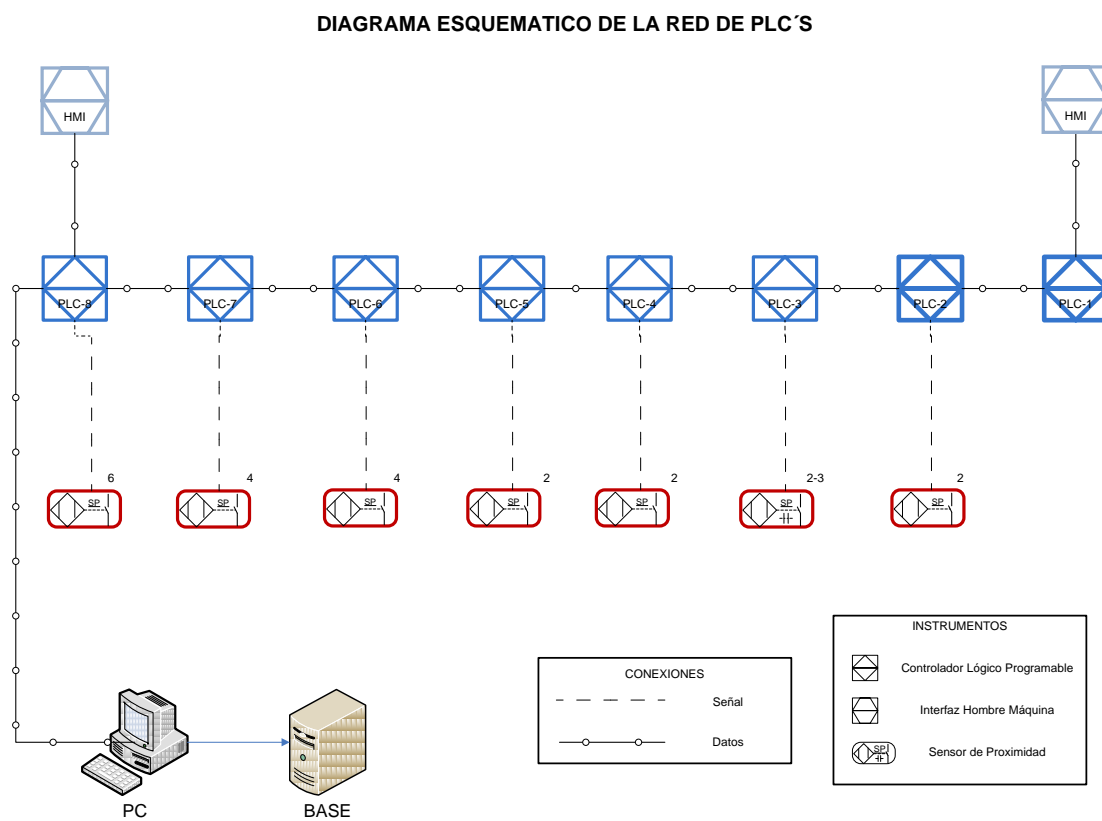


Figura. 3. 1. Diagrama de conexiones de los elementos del Sistema de monitoreo

⁵ ANSI/ISA-S5.1-1984(R1992) Instrumentation Symbols and Identification, 1992-07-13

3.3.2. Diagrama esquemático de las cortadoras, envasado y sellado

En los diagramas siguientes se muestra un esquema de la ubicación del elemento sensor en las máquinas de la planta.

En el área de Pelado-Troceado tenemos así:

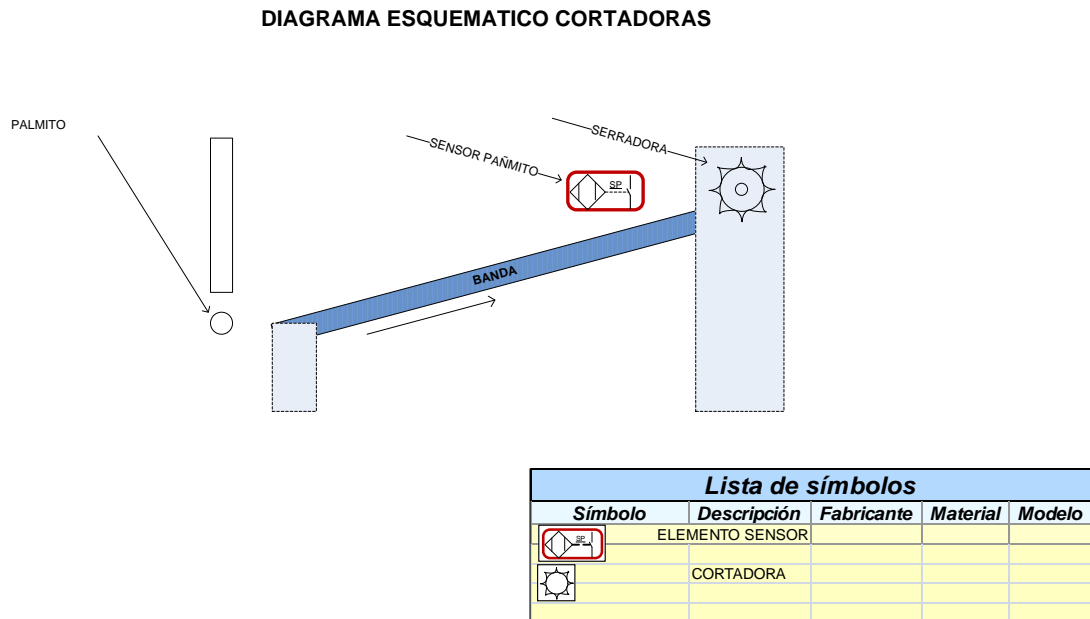


Figura. 3. 2. Máquina serradora

En la Figura. 3. 2 se muestra a la máquina cortadora con sus elementos como son la banda que transporta el palmito pelado en tallo hacia las cortadoras, además nos indica la ubicación del elemento sensor.

En la línea de Envasado-Pesado, en la Figura. 3. 3. Área de Envasado se muestra un esquema de la distribución del área de envasado donde podemos observar los rieles de los envases de 220gr. y 500gr. En donde se ubicarán los sensores inductivos, y la zona de envasado ya que los envases llegan hasta una mesa donde el personal los puede tomar para realizar el envasado y depositarlos en la banda transportadora.

DIAGRAMA ESQUEMATICO ENVASADO

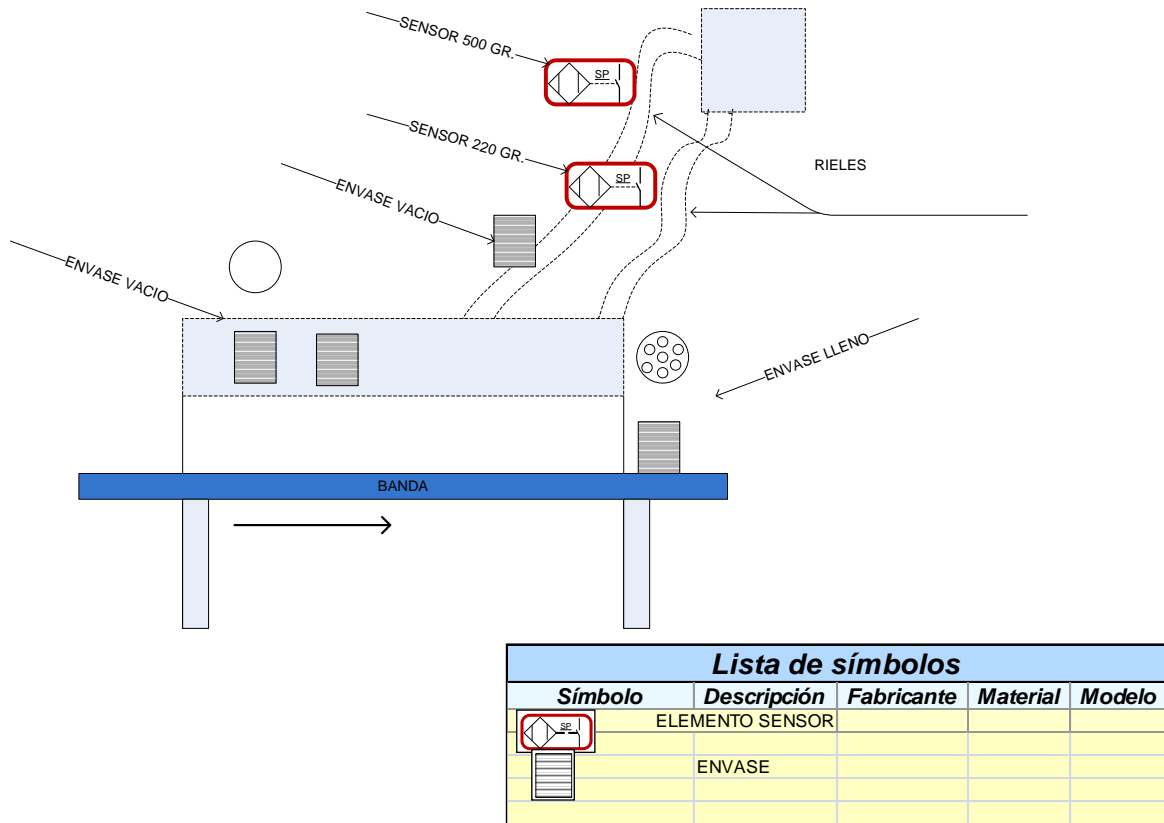


Figura. 3. 3. Área de Envasado

Y por último el área de Desgasificado-Sellado:

En la Figura. 3. 4. Máquina selladora, se muestra la máquina selladora en la cual vemos a mano derecha el ingreso del producto a la banda, el producto es transportado a la máquina selladora donde automáticamente se “sella” el envase y es depositada en la banda para ser almacenada. También podemos observar la ubicación de los sensores, el contador de producto final a la izquierda y a la derecha el de alarma de nivel bajo de tapas.

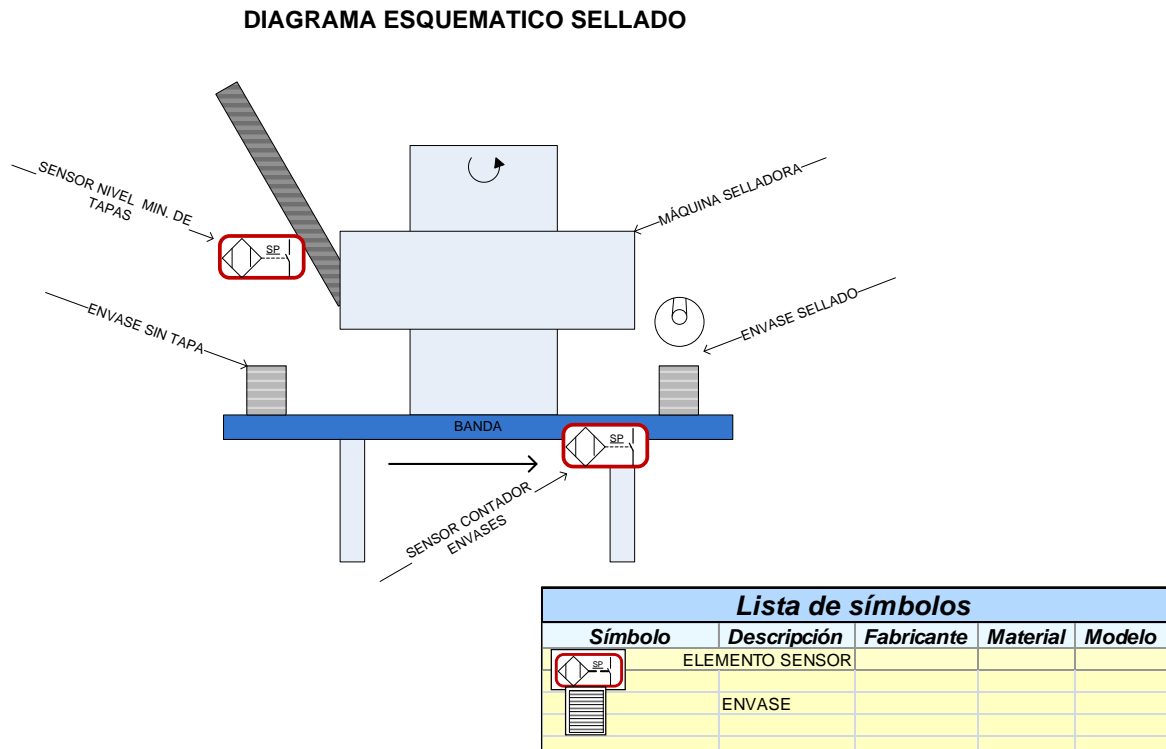


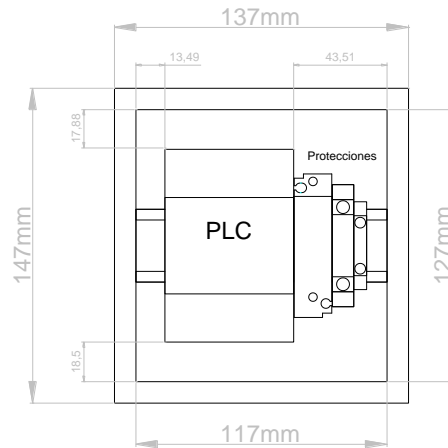
Figura. 3. 4. Máquina selladora

3.3.3. Diagramas eléctricos

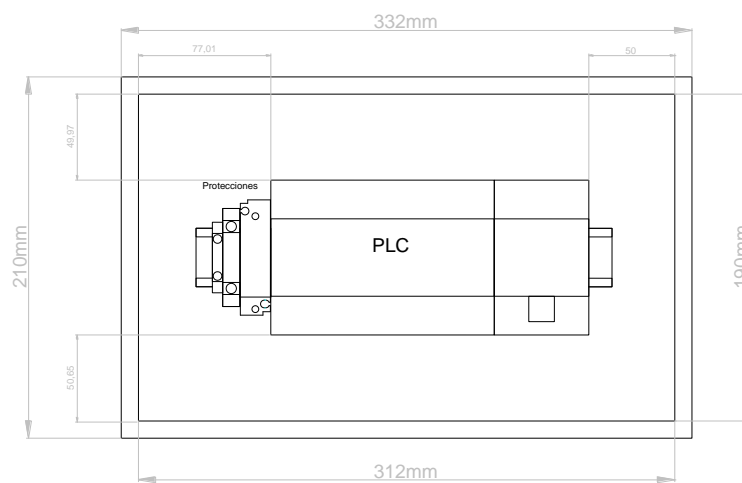
En el diagrama unifilar Figura. 3. 5 se encuentra las protecciones y el tipo de acometidas que alimentan a los tableros, general y por cada estación.

Para la realización de la red se necesitará proteger los elementos de cada estación mediante tableros eléctricos. En la Figura. 3. 6 se muestra la distribución física de los equipos en los respectivos tableros, en la parte superior se encuentra el tablero de los PLC’s pequeños, mientras que abajo se encuentra el tablero del equipo más grande de la red.

Figura. 3. 5. Diagrama unifilar



TABLERO PEQUEÑOS PLC'S ESCLAVOS



TABLERO PLC MAESTRO

Figura. 3. 6. Diagrama de distribución de los equipos

En la Figura. 3. 7, se muestra la distribución de los equipos y la ubicación de los tableros eléctricos en la planta, permitiendo tener una mayor compresión del sistema de conteo, para este objetivo se muestran cuadrados para los tableros y círculos para los sensores.

3.4. ESPECIFICACIONES

Para aumentar la fiabilidad de las señales adquiridas por el sistema, se diseñó una red de PLC's que disminuyan la distancia entre el controlador y el elemento sensor, permitiéndonos obtener datos en tiempo real y que estos sean visualizados en la computadora donde se realizaran reportes y análisis del comportamiento mediante históricos de los datos.

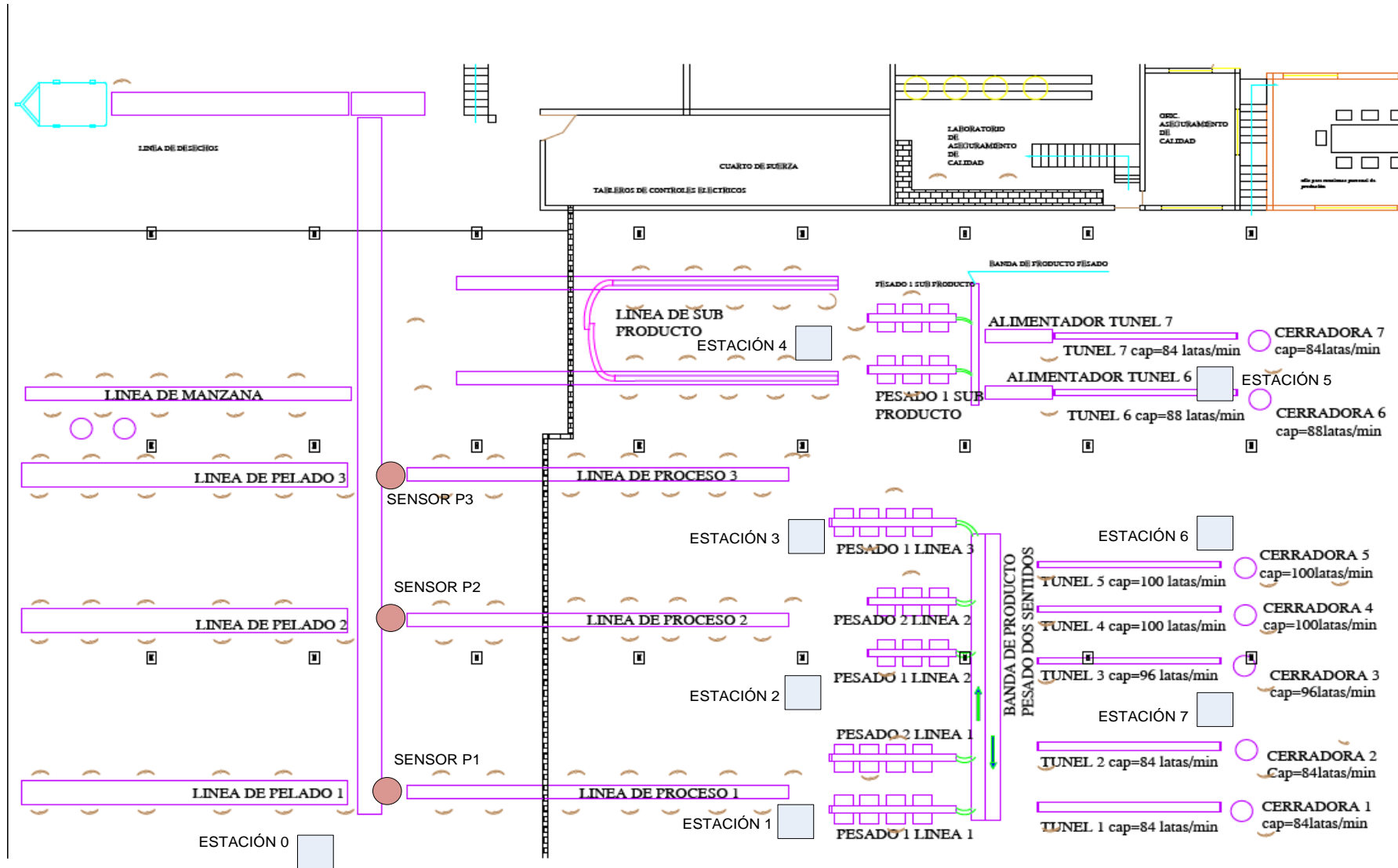


Figura. 3. 7. Diagrama general

Tomando en cuenta que el medio en cual se desarrolla el diseño es hostil⁶ y para evitar daños en los equipos y/o contaminación del producto, los sensores, PLC's, módulos, pantallas u otros dispositivos que permiten la conectividad y transmisión de los datos, deben cumplir especificaciones de protección contra humedad, polvo, agua, etc. que podrían afectar la operación del proceso. De esta manera cada uno de los elementos del diseño cumplen con normas eléctricas y de protección americanas ANSI, NEMA y/o IEC que nos permita realizar una instalación segura en la planta.

3.4.1. SENSORES

Para este tipo de aplicaciones los sensores de proximidad son muy adecuados ya que tienen una alta velocidad de respuesta, pueden trabajar con suciedades no metálicas (inductivos) y en caso de los sensores capacitivos son ideales para materiales no metálicos. Además tienen un grado de tolerancia, larga vida, fácil implantación y no necesitan estar en contacto físico, mecánico o eléctrico, con el objeto a contar. Para escoger el sensor más adecuado para el diseño se tomaron en cuenta ciertas características generales como se indica en la Tabla 3. 1.:

Tabla 3. 1. Especificaciones generales de los sensores

CARACTERÍSTICAS	SENSOR
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	10 - 65 V DC
RANGO SENSADO	Min. 10 mm
SALIDAS	2 WIRE DC
FRECUENCIA DE SWITCH	500 Hz
CORRIENTE DE OPERACIÓN	≤100 mA
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	-25 A + 70 °C
PROTECCIÓN	IP67
CARCASA	PBT
FACE	PBT
LED DE PODER	---
LED DE SALIDA	SI
SHOCK	30g, 11 ms
VIBRACIÓN	55Hz, 1mm amplitud
REPETIBILIDAD	≤2% de la distancia nominal
CERTIFICACIONES	CSA, FM, UL
PROTECCIÓN CORTO CIRCUITOS	SI
PROTECCIÓN SOBRE VOLTAJES	SI

⁶ Se refiere a que en la planta el producto es lavado constantemente y en ciertas zonas existe salmuera, que pueden afectar físicamente a los elementos sensibles del sistema.

3.4.2. CONTROLADORES

El sistema de redes de PLC's está distribuido de tal forma que permite la adquisición de los datos de la manera más adecuada, así para cada PLC se conectarán 2 o 3 sensores permitiendo la ampliación del sistema, las entradas deben ser DC (sink / source) para poder conectar los sensores de dos cables. Los PLC's deben permitir comunicación 485 y la facilidad de enviar y recibir datos. La fuente de alimentación para el PLC será en AC. El cual debe estar provisto de una fuente de alimentación de 24Vdc con una capacidad mínima de 400mA, para poder alimentar los elementos sensores. Cuyas características se muestran en la siguiente Tabla 3. 2:

Tabla 3. 2. Especificaciones generales PLC

CARACTERÍSTICAS COMPACTO	CONTROLADOR
<i>ESPECIFICACIONES ELECTRICAS</i>	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	100-240 V AC / 50-60 Hz
FUENTE INTERNA	24 V DC / mínimo 400 mA
<i>ESPECIFICACIONES I/O</i>	
ENTRADAS	4 mínimo – Transistor/dc
SALIDAS	2 mínimo - Relé 2A/ac
<i>PROGRAMACIÓN</i>	
MEMORIA PROGRAMA	mínimo 2kbytes
TIEMPO INSTRUCCIÓN	0,55 μ s a 0,7 μ s / instrucción contacto
NÚMERO DE INSTRUCCIONES	instrucciones básicas contacto, cargar/comparar registros
LENGUAJE DE PROGRAMCIÓN	Ladder
EJECUCIÓN DEL PROGRAMA	ejecución cíclica
<i>ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA</i>	
RELES AUXILIARES	mínimo 512 (debe tener al menos 128 tipo latched)
RELES AUXILIARES ESPECIALES	mínimo 256
RELES DE ESTADO	mínimo 128
TIMERS	mínimo 64
CONTADORES	mínimo 32
CONTADORES DE ALTA VELOCIDAD	1 fase, mínimo 3 puntos, 60KHz y/o 10KHz
RELOJ DE TIEMPO REAL	año, mes, día, hora, minuto, segundo y día de la semana
<i>ESPECIFICACIONES AMBIENTALES</i>	
TEMPERATURA AMBIENTE	0-55 °C
DURABILIDAD RUIDO	1000Vpp; 1 μ s a 30 -100 Hz
HUMEDAD RELATIVA	35-85%
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	500V DC, 5M Ω
FUSIBLE	250V 1A.
CERTIFICACIONES	CE, UL, ABS, DNV
<i>OTRAS ESPECIFICACIONES</i>	
COMUNICACIÓN	RS-485 (todos), ETHERNET (al menos uno)
ANALOG BOARDS	---

3.4.3. PANTALLAS

Las pantallas deben ser touch screen, deben tener puertos de comunicación 485 o Ethernet, para esta aplicación será monocromática. Las pantallas serán montadas en gabinetes y deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

Tabla 3. 3. Especificaciones Terminal de operador

CARACTERÍSTICAS	PANEL DE OPERADOR
TIPO DE DISPLAY	TFT
TAMAÑO DISPLAY	3,5"
RESOLUCIÓN PÍXELES	340X240
COLOR	MONOCROMÁTICA, ESCALA DE GRISES
TIPO DE ENTRADA	TOUCH
MEMORIA RAM	mínimo 64 MB
MEMORIA FLASH	mínimo 12 MB
PUERTO SERIAL	RS 232, RS422
RELOJ DE TIEMPO REAL	SI
ALIMENTACIÓN	±24 VDC (20-30)
CONSUMO DE CORRIENTE	<400mA
TEMPERATURA AMBIENTE	0-50 °C
GRADO DE PROTECCIÓN PANEL FRONTAL	IP 67

3.4.4. SISTEMA SCADA

La estructura general de las pantallas va a tener una barra de menú que permita desplegar las diferentes pantallas, un área de trabajo “donde se representará el proceso”. Cada pantalla deberá ser identificada a través de un título. La generación de reportes y la visualización de históricos deben ser habilitados.

La seguridad o la jerarquía de cada usuario deben permitir el acceso a datos o configuraciones del sistema.

Para el correcto funcionamiento de estos programas se requieren ciertas características de hardware del CPU como se muestra en la Tabla 3. 4:

Tabla 3. 4. Características CPU

CARACTERÍSTICAS	PC
SISTEMA OPERATIVO	WINDOWS, NT, 2000, XP, VISTA
DISCO DURO	200GB
MEMORIA RAM	2G
PROCESADOR	CORE 2 DUO
TIPO DE SISTEMA	32 BIT
TECLADO	SI
MAUSE	SI
TIPO DE PANTALLA	PLANA
TAMAÑO PANTALLA	17"
PUERTO ETHERNET	10/100 TCP IP

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL SOFTWARE

4.1. LÓGICA DE CONTROL

La función principal de los controladores es contar el producto o los envases, para lo cual se sigue una secuencia de eventos que se detallan a continuación:

El primer paso para del monitoreo es la configuración de la comunicación entre PLC's, la cual se la realiza una sola vez, al encender el sistema. La red es monitoreada a través de señales de control que establecen error en la red. Con lo cual podemos visualizarlos y corregirlos de manera más rápida.

Con la configuración de la comunicación en los PLC's se establece el tipo de enlace y la forma como está estructurada la red, por lo que se lo trata separadamente de manera general para obtener una mayor comprensión.

En la Figura. 4. 1 se presenta el diagrama de flujo de las funciones comunes que realiza cada PLC al inicio del ciclo. La lógica de control de los PLC's es el de adquirir los datos de las señales de los sensores y transmitirlos, mediante una red de comunicación serial RS485, por lo que el software desarrollado en los PLC's de campo reciben las señales digitales de los sensores a través de las entradas, las cuales son vinculadas a contadores internos. Los datos acumulados en los contadores son transferidos a registros internos del PLC, para almacenarlos de manera ordenada creando un mapa de memoria. Los datos que necesitan mayor capacidad son de los sensores de palmito que para un mejor desempeño se utili-

zaran registros dobles para aumentar su capacidad, esto debido a la gran cantidad de producto que es pelado y cortado por turno.

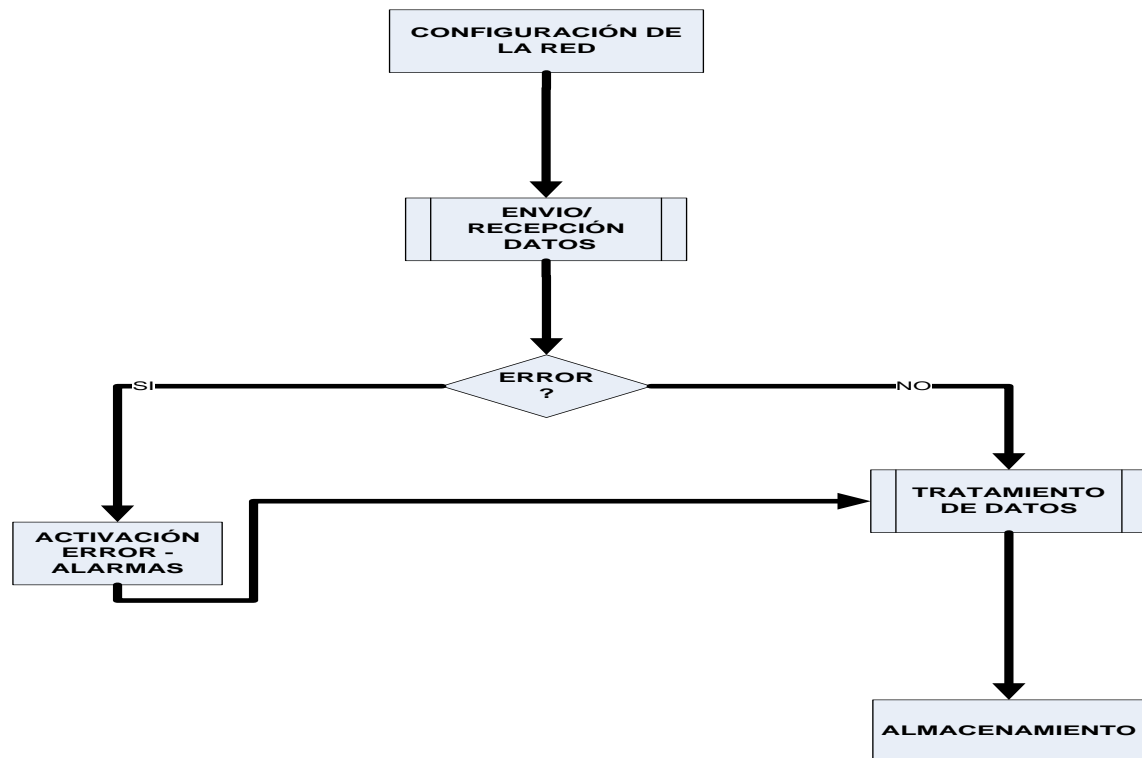


Figura. 4. 1. Diagrama de flujo General

La función de cada PLC, básicamente es adquirir y transmitir los datos por la red. Todos los PLC's tienen los datos listos para visualizar, mediante la utilización de los mapas de memorias que existen en cada PLC, los que contienen la información de los contadores de cada estación, esto permitirá la facilidad de acceder a los mismos.

Los contadores son de alta velocidad para el palmito y básicos, para los envases metálicos, esto por la velocidad del proceso.

El número de sensores requeridos son 25, pero se puede aumentar esta cantidad hasta en un 40%, con lo cual el sistema se lo puede ampliar en el futuro.

En la red de PLC's existe un máster, el cual contiene las especificaciones de la red RS485, por lo que es éste el que deberá configurar los datos como número de esclavos, velocidad de transmisión, tiempo de espera, etc.

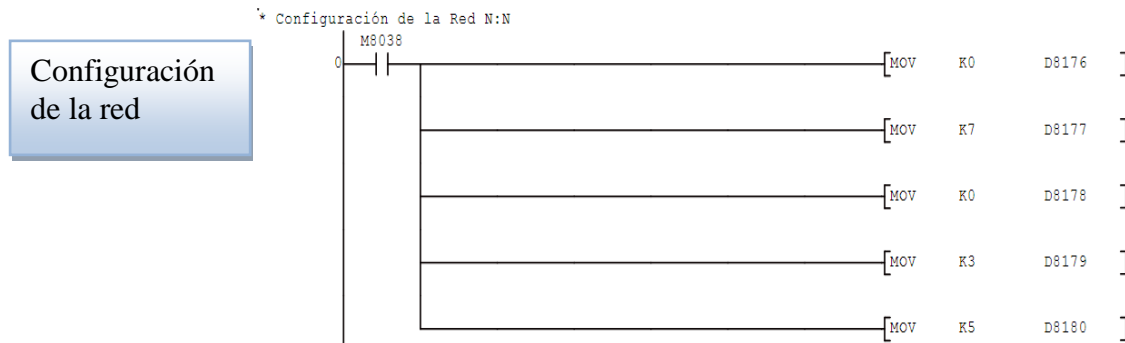


Figura. 4. 2. Configuración de la red PLC maestro

En la Figura. 4. 2 se muestra el programa desarrollado en ladder que configura la red de PLC's esta secuencia es realizada en el maestro y debe ser el inicio del programa, en el caso de esclavo sólo es necesario escribir la primera línea.

Para el envío y recepción de datos se utiliza un mapa de memorias, que son registros reservados en cada PLC para almacenar los datos del conteo. Estos registros son de tipo latch detallados en la Tabla 4. 1. Mapa de memoria, cada registro está vinculado a un contador él cual a su vez se encuentra enlazado a una de las entradas de cada PLC.

Tabla 4. 1. Mapa de memoria

PRODUCTO	ENTRADA	CONTADOR	MEMORIA	ESTACION
Envase 1	X0	C16	D128	Esclavo 1
Envase 2	X1	C18	D130	
Envase 1	X0	C16	D132	Esclavo 2
Producto 1	X1	C235	D134	
Producto 2	X2	C236	D136	
Producto 3	X3	C237	D138	
Envase 2	X4	C24	D140	Esclavo 3
Envase 1	X0	C16	D142	
Envase 2	X1	C18	D144	Esclavo 4
Envase 1	X0	C16	D146	
Envase 2	X1	C18	D148	
Envase 1	X2	C20	D150	
Envase 2	X3	C22	D152	Esclavo 5
Sellado	X0	C16	D154	
Sellado	X1	C18	D156	Esclavo 6
Sellado	X0	C16	D158	
Sellado	X1	C18	D160	Esclavo 7
Sellado	X0	C16	D162	
Sellado	X1	C18	D164	
Sellado	X2	C20	D166	

La programación de los PLC's es repetitivo la única diferencia existe en el máster, ya que tiene la función de realizar un acumulador por turnos, semanal y mensual de los datos obtenidos de todos los PLC's.

Es importante saber que es este PLC el que se conecta a la PC y son estos datos los que van a ser almacenados en una base datos, por consiguiente es este el motivo por lo que se realiza esta operación. Para poder llevar un monitoreo del consumo diaria y semanal se reservan los registros, como se indica en la Tabla 4.

2.

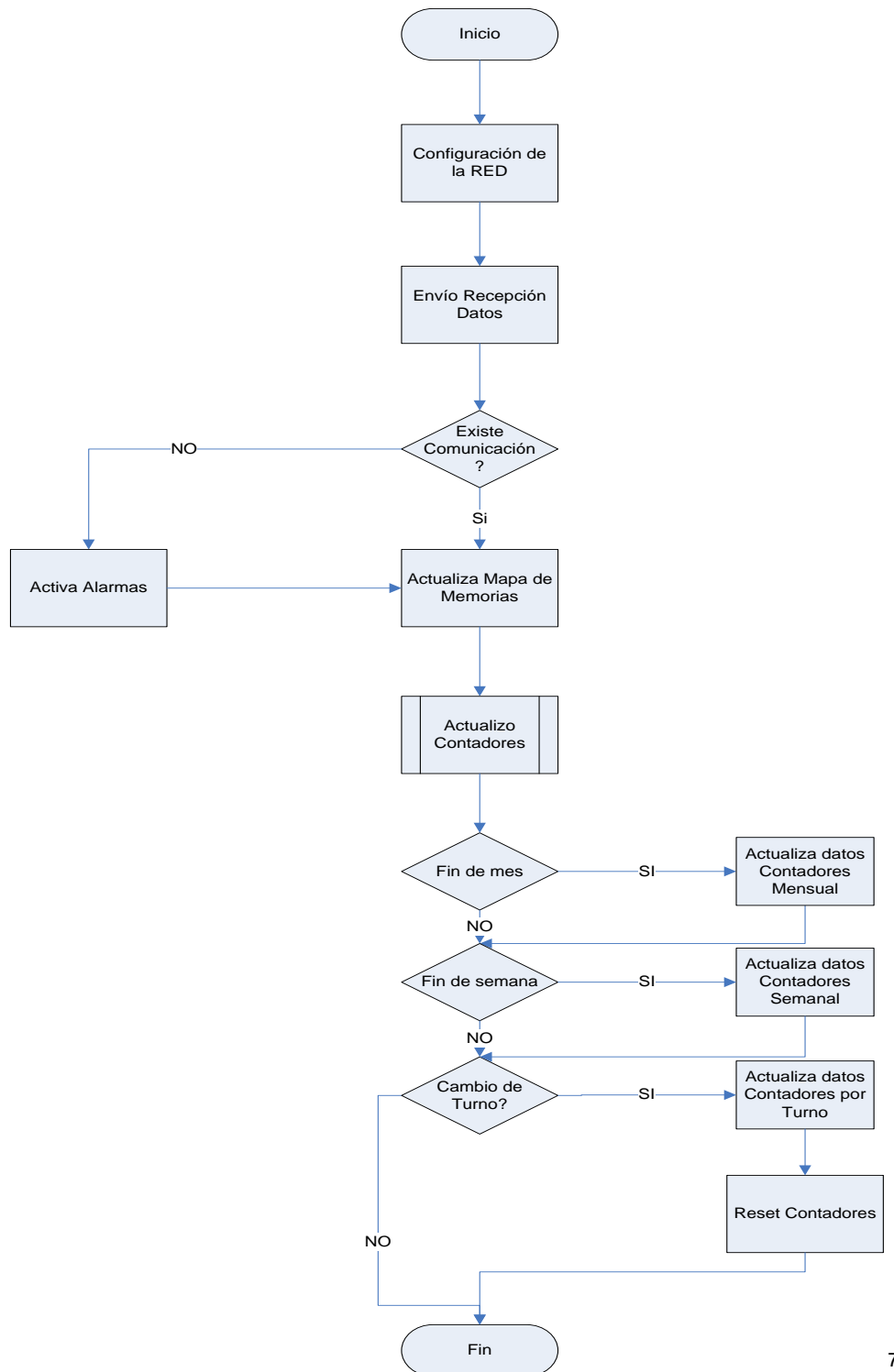
Tabla 4. 2. Mapa de memorias Acumuladores

ACTUAL	ANTERIOR	TOTAL	SEMANAL
D128	D228	D328	D304
D130	D230	D330	D306
D132	D232	D332	D308
D134	D234	D334	D310
D136	D236	D336	D312
D138	D238	D338	D314
D140	D240	D340	D316
D142	D242	D342	D318
D144	D244	D344	D320
D146	D246	D346	D322
D148	D248	D348	D324
D150	D250	D350	
D152	D252	D352	
D154	D254	D354	
D156	D256	D356	
D158	D258	D358	
D160	D260	D360	
D162	D262	D362	
D164	D264	D364	
D166	D266	D366	

Para una mayor comprensión de los programas se muestran los diagramas de flujo del Maestro Figura. 4. 3, en la cual se ve básicamente cuatro acciones la primera configuración de la red, la misma que se la hace una sola vez al encender el equipo, la segunda el envío y recepción de datos, la cual se la realiza automáticamente, la tercera actualización de los datos organizados en el mapa de memoria, con la actualización de las alarmas y por último el conteo de la señales recibidas. Pero se realizan tres acciones que lo diferencian de los esclavos, la primera la organización por turnos, semanal y mensual. El reset de los contadores se lo

puede realizar manualmente mediante las pantallas SCADA y automática que se lo realizará dos veces al día conforme a los horarios establecidos.

Diagrama de Flujo Maestro

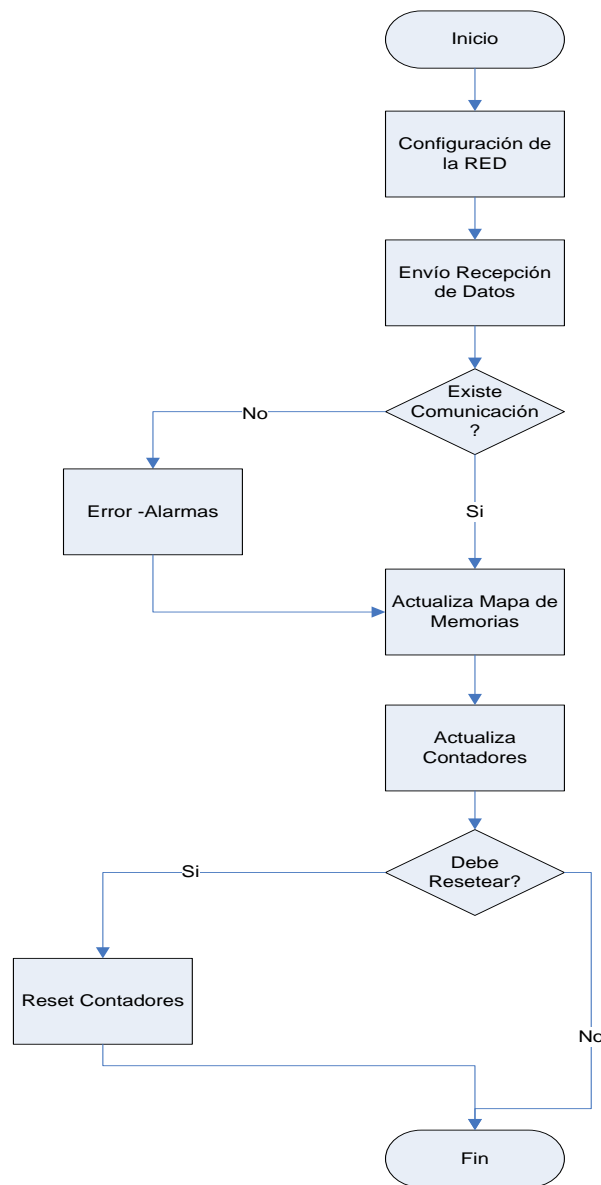


7

Figura. 4. 3. Diagrama Flujo Maestro

⁷ Anexo Programa del PLC maestro.

Diagrama de Flujo Esclavo



8

Figura. 4. 4. Diagrama de Flujo Esclavo

En la Figura. 4. 4 se muestra el diagrama de flujo que varía en la configuración de la comunicación, que en este caso sólo se identifica el esclavo. No existen los registros de turno anterior, semanal y mensual. En el caso del restablecimiento de los contadores esto se lo hace en cada esclavo pero la orden para realizar esta acción es enviada por el máster. Todos los PLC's utilizan el mismo mapa de memorias para la visualización de los datos.

⁸ Anexo Ladder esclavo

HMI

Las pantallas de operador permitirán la visualización de los datos obtenidos a través de la red de PLC's, es decir, presentarán los valores del conteo de palmito, envases y producto terminado.

Al existir dos pantallas en la red, estas nos permitirán sectorizar la visualización de datos separándoles en área interna y área externa. En cada pantalla tendrán la opción de restablecer los contadores dependiendo del área ubicada, esta acción es privilegio de ciertos usuarios.

Las pantallas podrán ser conectadas a cualquier PLC de la red, facilitando su ubicación en cualquier lugar de la planta, limitada solamente por la distancia permitida por el protocolo de comunicación usado entre la HMI y el PLC. En las pantallas se visualizará el conteo actual y sólo servirán para el monitoreo del conteo, para lo cual se organizará los datos en varias pantallas.

Las diferentes pantallas podrán ser navegables entre sí, mostrando los datos actuales del conteo, pero principalmente las pantallas a mostrar serán las del área donde se encuentre localizada la HMI.

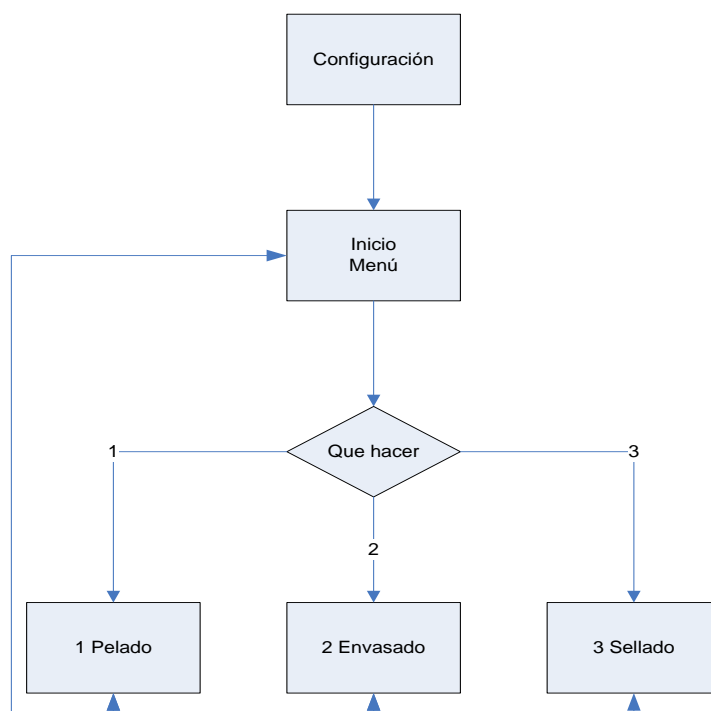


Figura. 4. 5. Diagrama de flujo Interface de operador

En la Figura. 4. 5 se muestra el flujo de las pantallas en la interface de operador, en la cual se visualiza 5 bloques de acción, el primero es la configuración de la comunicación, la segunda acción es la pantalla de inicio que nos detalla el menú de navegación entre las siguientes pantallas: 1 Pelado, 2 Envasado y 3 Sellado.

En la Figura. 4. 6 se presenta una descripción detallada de la pantalla de inicio y los vínculos con las otras pantallas.

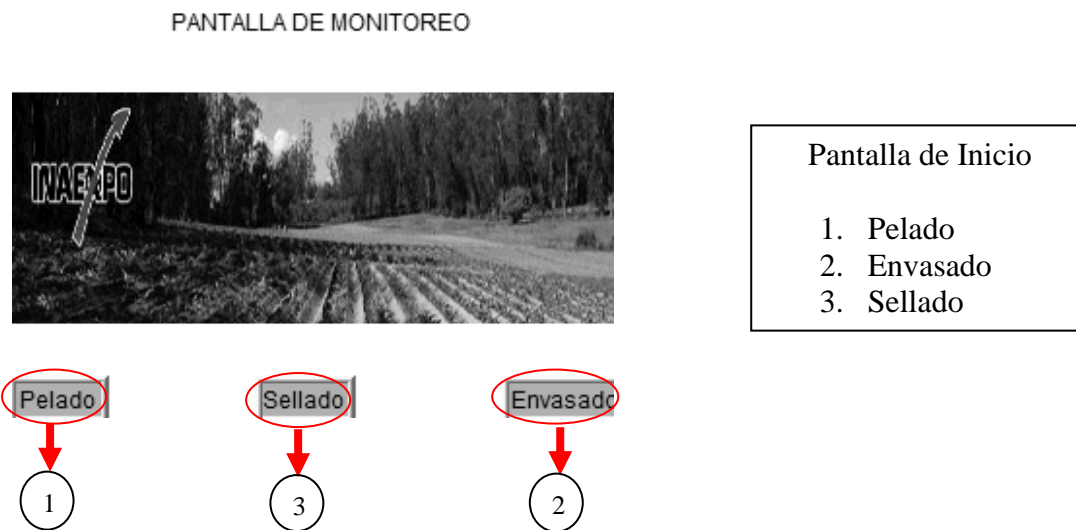


Figura. 4. 6. Detalle de la pantalla de inicio

En todas las pantallas se muestran los datos de cada área; en la pantalla uno se determinará el conteo de palmitos pelados, identificados por cada línea a la que pertenecen, ubicados en el área externa. La pantalla dos, se encuentra los datos de conteo de los envases metálicos de 220 y 500 gramos, divididos en los cuatro grupos de acuerdo al número de líneas de envase existentes y por último la pantalla tres, señala el conteo de producto terminado mostrando los datos de acuerdo al tamaño del envase como se muestra en la Figura. 4. 7.

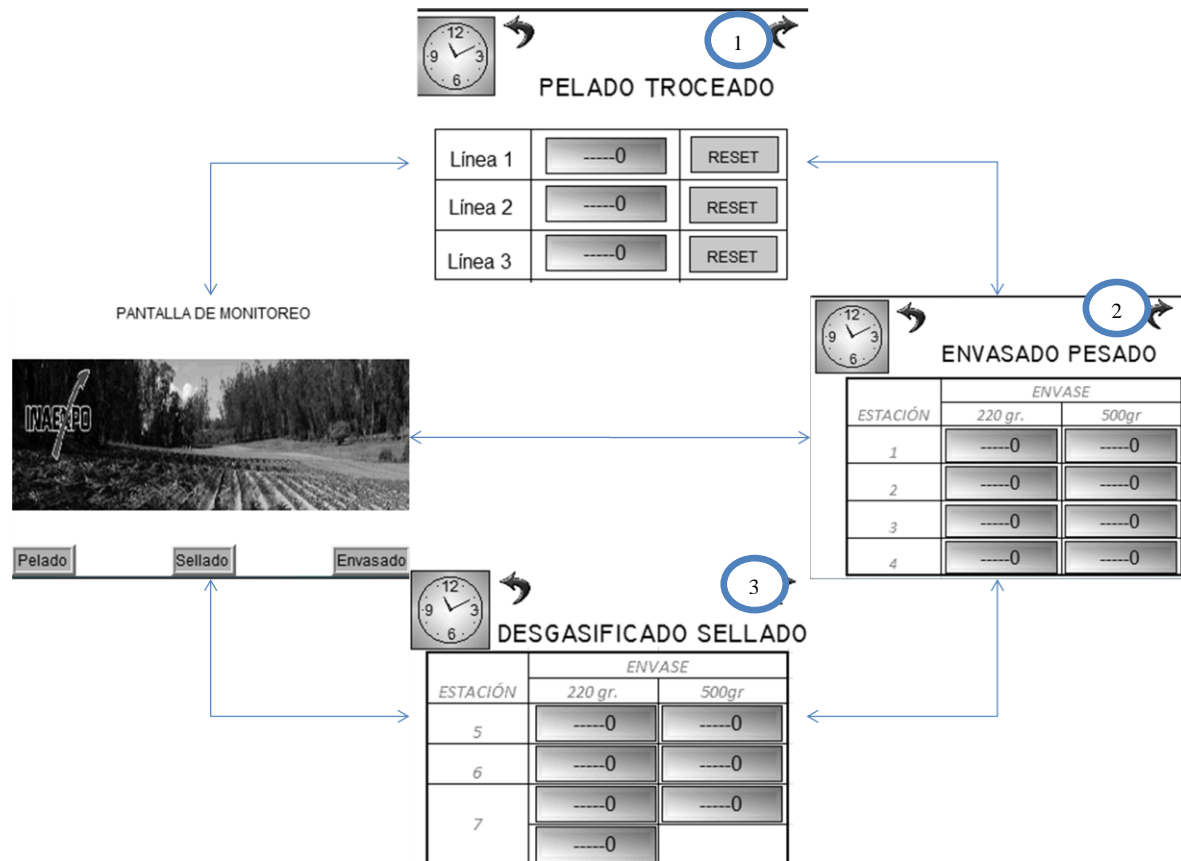


Figura. 4. 7. Esquema de flujo de las pantallas

BASE DE DATOS

Todos los datos adquiridos son almacenados en una base de datos, cada 2 minutos. Estarán identificados y se registrará de manera diaria cada 8 horas, teniendo dos registros por día que es el número de turnos que existen en la planta, los datos estarán agrupados de acuerdo al área que pertenezcan. También se registrarán el número de veces que se activen las alarmas de nivel bajo de tapas metálicas obteniendo de esta manera, cuándo y cuántas veces ocurre este evento.

El manejo de las bases se lo hará a través de gestores de bases que serán los encargados en crear, actualizar y acceder los datos almacenados. El lenguaje de la base será SQL, que nos permita, hacer las consultas de los datos más rápidas y efectivas.

Este sistema será administrado bajo estándares de comunicación abierta, en el campo del control y supervisión, para diferentes aplicaciones o marcas. Para ello

se utilizará el estándar abierto OLE proces control, OPC, que permite conectividad de varios servidores OPC con un cliente OPC al mismo tiempo.

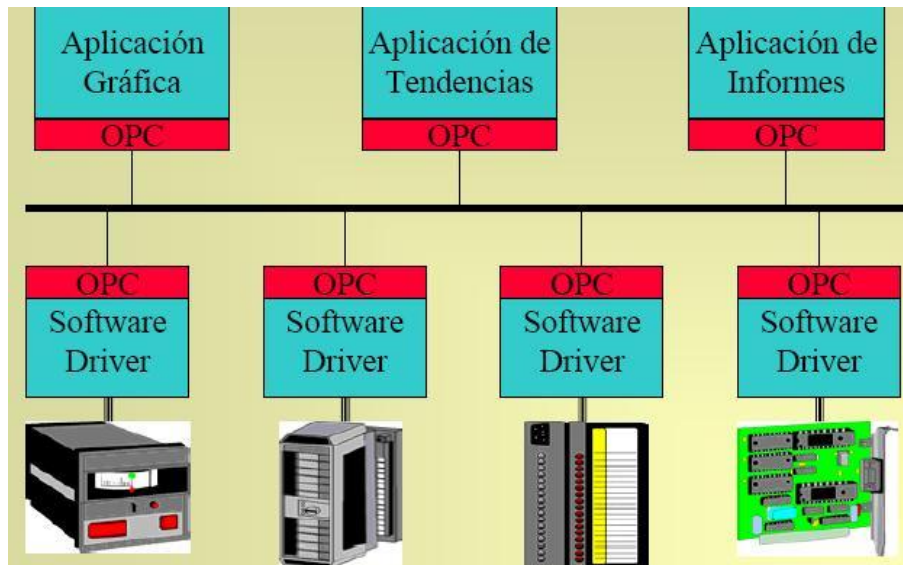


Figura. 4. 8. Organización de la adquisición de datos mediante OPC⁹

En la Figura. 4. 8 se muestra la configuración de la interfaz del software con el hardware, ayudándonos a mantener el intercambio de datos. Este movimiento de datos permite, a las diferentes aplicaciones, tomar los datos, dependiendo de las necesidades del cliente (alarmas, históricos, entre otros), de manera ordenada. El OPC nos permite la conectividad entre el PLC máster y la PC a través de ethernet, permitiendo de esta manera la transferencia de datos entre el software Scada y los datos colectados por el sistema de monitoreo. El software OPC está vinculado directamente con los registros del mapa de memorias del PLC.

Para la visualización se utiliza un software Scada que nos permita desarrollar pantallas separadas por zonas, teniendo así:

- Menú principal (1)
- Área de pelado troceado (2)
- Área de envasado pesado (3)
- Área de desgasificado sellado (4)
- Producción (5)
- Históricos (6)

⁹ Winkipedia, OPC SERVER

- Registro (7)

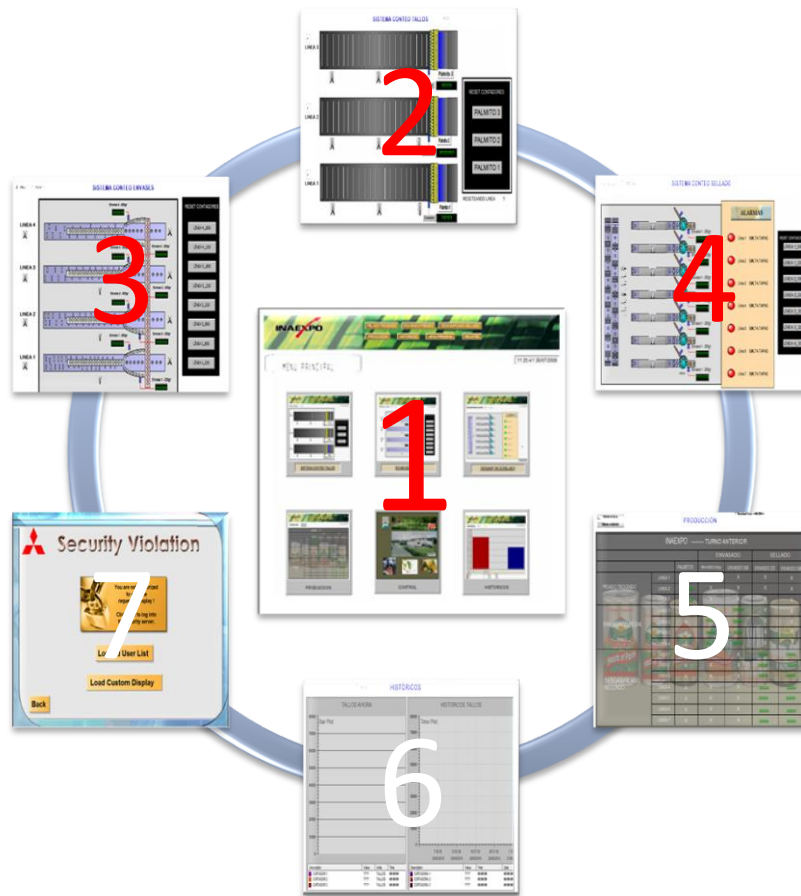


Figura. 4. 9. Diagrama de las pantallas del sistema Scada

En la Figura. 4. 9 se muestran las pantallas que se utilizarán en el sistema de monitoreo cada uno de ellas tiene un menú que permite desplazarse entre ellas, y son consideradas como clientes del OPC server.

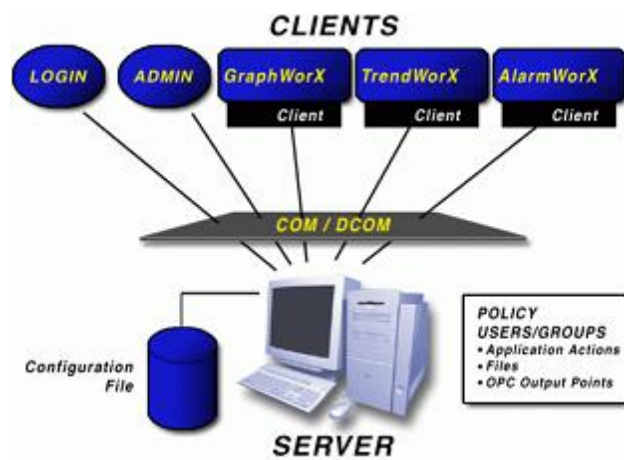


Figura. 4. 10. Esquema de operación del software¹⁰

¹⁰ MITSUBISHI, MC-WORX

La Figura. 4. 10 muestra un esquema de la forma como trabaja el sistema Scada para almacenar y adquirir los datos para los diferentes aplicaciones.

Para el manejo de la bases se utiliza un software que permita integrar sin problemas la colección de datos, registro de datos y la realización de informes. Herramientas que servirán para la conformación de las base de datos.

El primer paso para la colección de datos es OPC SERVER, software que interactúa directamente con el dispositivo. En la Figura. 4. 11, se muestra la configuración de la comunicación con el PLC, que puede ser: serial, Ethernet, modem, etc. la velocidad y el tipo de puerto.

CONFIGURACIÓN OPC (OLE PROCES CONTROL)

Address Space	Name	Enable	Simulate	Address	Access Rig...	Alarms	Data Type	Polling Me...
CODIFICADO	Dynamic Tags							
REDINTERNA	CONT001	Yes	No	D134	Read, Write	No	WORD	1000ms
Dynamic T...	CONT001_MSD	Yes	No	D135	Read, Write	No	WORD	1000ms
TABLERO DE C...	CONT002	Yes	No	D136	Read, Write	No	WORD	1000ms
Alarm Definit...	CONT002_MSD	Yes	No	D137	Read, Write	No	WORD	1000ms
Simulation Definit...	CONT003	Yes	No	D138	Read, Write	No	WORD	1000ms
Conversion Definit...	CONT003_MSD	Yes	No	D139	Read, Write	No	WORD	1000ms
Poll Method Defin...								

Configuración de la conexión de los dispositivos

Datos tomados del dispositivo

Figura. 4. 11. OPC software de adquisición de datos

También en él se declaran los datos que se necesitan transmitir del PLC a la PC. Los datos pueden ser registros, relés auxiliares, entradas, salidas, temporizadores, contadores, etc. así:

Tabla 4. 3. Tabla de direccionamiento del OPC

Localización	Nombre	Descripción	Dirección
REDINTERNA	CONT001	Contador de palmito línea 1	D134
REDINTERNA	CONT001_MSD		D135
REDINTERNA	CONT002	Contador de palmito línea 2	D136
REDINTERNA	CONT002_MSD		D137
REDINTERNA	CONT003	Contador de palmito línea 3	D138
REDINTERNA	CONT003_MSD		D139
REDINTERNA	LINEA_1_220	Contador envases línea 1 220gr.	D130
REDINTERNA	LINEA_1_220(MSD)		D131
REDINTERNA	LINEA_1_500	Contador envases línea 1 500gr.	D128
REDINTERNA	LINEA_1_500(MSD)		D129
REDINTERNA	LINEA_2_220	Contador envases línea 2 220gr.	D132
REDINTERNA	LINEA_2_220(MSD)		D133
REDINTERNA	LINEA_2_500	Contador envases línea 2 500gr.	D140
REDINTERNA	LINEA_2_500(MSD)		D141
REDINTERNA	LINEA_3_220	Contador envases línea 3 220gr.	D144
REDINTERNA	LINEA_3_220(MSD)		D145
REDINTERNA	LINEA_3_500	Contador envases línea 3 500gr.	D142
REDINTERNA	LINEA_3_500(MSD)		D143
REDINTERNA	LINEA_4_220	Contador envases línea 4 220gr.	D148
REDINTERNA	LINEA_4_500	Contador envases línea 4 500gr.	D146
REDINTERNA	C_CONT001		D234
REDINTERNA	C_CONT002		D236
REDINTERNA	C_CONT003		D238
REDINTERNA	C_LINEA_1_220		D230
REDINTERNA	C_LINEA_1_220(MSD)		D231
REDINTERNA	C_LINEA_1_500		D228
REDINTERNA	C_LINEA_1_500(MSD)		D229
REDINTERNA	C_LINEA_2_220		D232
REDINTERNA	C_LINEA_2_220(MSD)		D233
REDINTERNA	C_LINEA_2_500		D240
REDINTERNA	C_LINEA_2_500(MSD)		D241
REDINTERNA	C_LINEA_3_220		D244
REDINTERNA	C_LINEA_3_220(MSD)		D245
REDINTERNA	C_LINEA_3_500		D242
REDINTERNA	C_LINEA_3_500(MSD)		D243
REDINTERNA	C_LINEA_4_220		D248
REDINTERNA	C_LINEA_4_500		D246
REDINTERNA	COTL1		D0
REDINTERNA	COTL2		D1
REDINTERNA	COTL3		D2

En la Tabla 4. 3 se presentan los datos que van a ser visualizados o almacenados, en el sistema de monitoreo, los datos provenientes de los contadores son agrupados en “REDINTERNA” en donde cada variable de la red es declarado. Ya declarado el elemento central del sistema se configura la bases de datos para ello se tienen las siguientes herramientas como sistema de gestión de bases de datos (Oracle, SQL, Access, etc.), ODBC, estándar de acceso de bases de datosⁱ y el software de configuración TREND WORX.

Como se indica en la Figura. 4. 12 la arquitectura de adquisición y almacenamiento de datos desde el dispositivo a la PC.

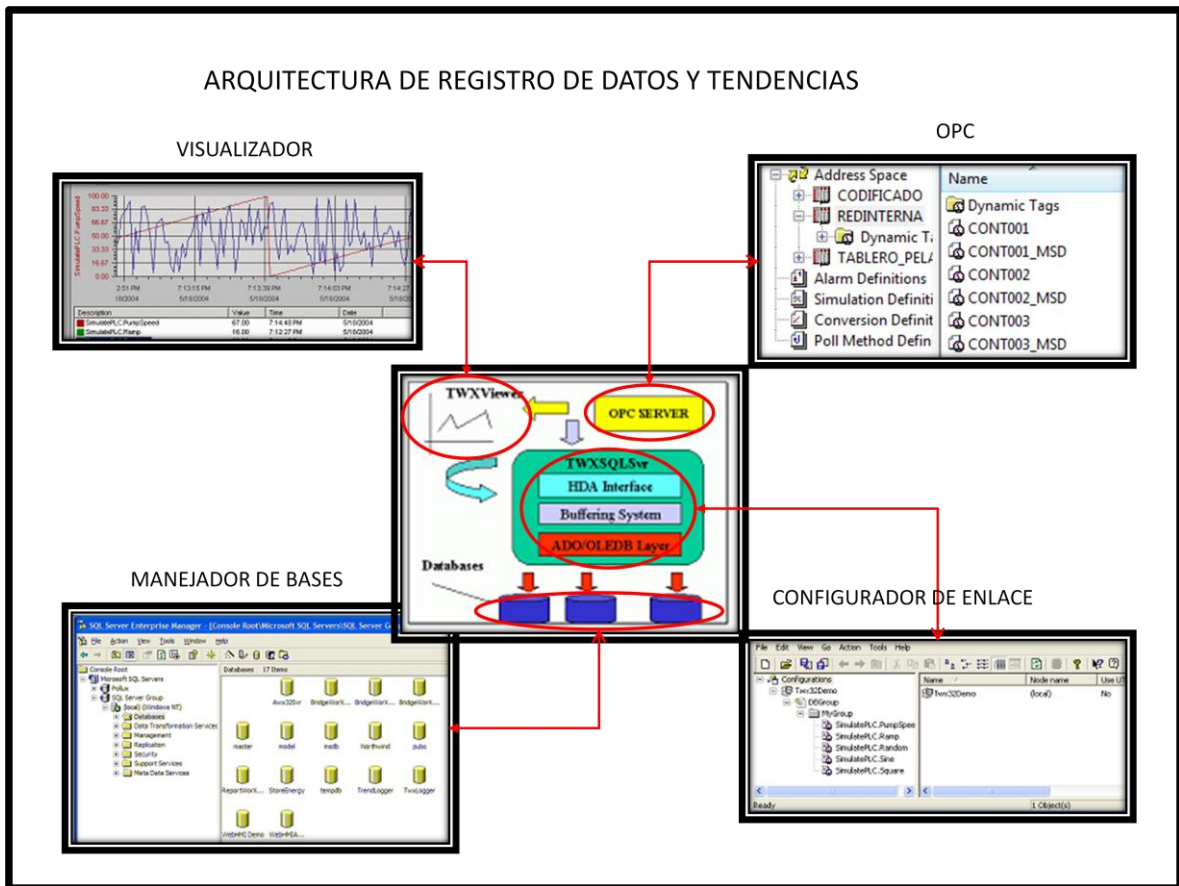


Figura. 4. 12. Arquitectura de registros de datos y tendencias

El primer paso para la configuración es la creación de la base de datos que se llama TwxLooger, que se crea por defecto, es aquí donde se almacenaran los datos, la cual estará vinculado a un servidor local, es decir, los datos van a ser almacenados en la PC donde se encuentra instalado el software, no necesariamente

te debe ser así. Esto se lo realiza mediante el software gestor de bases de datos, MSDE.

El paso siguiente es crear el manejador de base datos ODBC, el cual está vincula a la base de datos a utilizar y será creada con el mismo nombre de la base o relacionado, al igual que en la base estará conectada al mismo servidor.

Tabla 4. 4. Configuración del sistema de almacenamiento

CONFIGURACIÓN			
Localización	Nombre Configuración	Nombre Server	Use UTC Time
//Configurations	Redinterna	(local)	No
GRUPOS DATABASE			
Localización	Nombre Database	Tipo Database	
//Configurations/redinterna	Producción	SQL Server	
Conexión OLEDB			
Provider=SQLOLEDB;Data Source=PRONACA-INAEXPO; ID=PRONACA-INAEXPO;Integrated Security=SSPI;			
Conexión ODBC			
DSN=prod;WSID=PRONACA-INAEXPO			

La Tabla 4. 4 muestra la configuración de conexión de la base de datos, como el servidor al que se encuentra la base (local), la base de datos PRONACA-INAEXPO y el gestor de base de datos ODBC “prod”.

Hecho esto se procede a crear grupo de registro, en cual se configuran los siguientes datos:

Colección de datos

Control de la tabla, básicamente aquí cargamos la velocidad con la que se colecta el dato y el inicio de cada periodo.

Condiciones de inicio, se indica cuando inicia la colección de datos.

Condiciones de paro, se configura cuando debe parar la colección de datos.

Registro de datos

Se determina la configuración y las condiciones para el almacenamiento de información histórica para la base de datos, para el grupo seleccionado de registro

Manejador de tablas

En esta opción se establece el número de tablas a utilizar y el tiempo que se creará otra tabla.

Tabla 4. 5. Configuración de grupos

GRUPOS						
Nombre Grupo	Periodo (ms)	Colección Datos Rate (ms)	Intervalo Conexión (s)	Intervalo Acceso	Número de Tablas	Nueva Tabla Inicio
TALLOS	600000	30000	30	Yes	100	0:00:00
ENVASADO	600000	600000	60	Yes	100	0:00:00
Localización	redinterna/producción					

En la Tabla 4. 5 podemos encontrar las principales características de la conformación de tablas, registros y colección de datos.

Ya con esta configuración se procede a declarar los datos que necesitamos almacenar, los cuales son tomados del OPC server.

Tabla 4. 6. Datos almacenados

PUNTOS			
Nombre de Acceso	Nombre de la Señal	Descripción	Unidades
REDINTERNA.CONT001	Mitsubishi.MXOPC.4\REDINTERNA.CONT001	CORTADOR 1	TALLOS
REDINTERNA.CONT002	Mitsubishi.MXOPC.4\REDINTERNA.CONT002	CORTADOR 2	TALLOS
REDINTERNA.CONT003	Mitsubishi.MXOPC.4\REDINTERNA.CONT003	CORTADOR 3	TALLOS
REDINTERNA.COTL1	Mitsubishi.MXOPC.4\REDINTERNA.COTL1	CONTADOR L1	TALLOS
REDINTERNA.COTL2	Mitsubishi.MXOPC.4\REDINTERNA.COTL2	CONTADOR L2	TALLOS
REDINTERNA.COTL3	Mitsubishi.MXOPC.4\REDINTERNA.COTL3	CONTADOR L3	TALLOS
LINEA_1_220	$x = \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_1_220(MSD)\}\} * 30000 + \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_1_220\}\}$	LINEA_1_220	ENVASES
LINEA_1_500	$x = \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_1_500(MSD)\}\} * 30000 + \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_1_500\}\}$	LINEA_1_500	ENVASES
LINEA_2_220	$x = \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_2_220(MSD)\}\} * 30000 + \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_2_220\}\}$	LINEA_2_220	ENVASES
LINEA_2_500	$x = \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_2_500(MSD)\}\} * 30000 + \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_2_500\}\}$	LINEA_2_500	ENVASES
LINEA_3_220	$x = \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_3_220(MSD)\}\} * 30000 + \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_3_220\}\}$	LINEA_3_220	ENVASES
LINEA_3_500	$x = \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_3_500(MSD)\}\} * 30000 + \{\{Mitsubishi.MXOPC.4 \backslash REDINTERNA.LINEA_3_500\}\}$	LINEA_3_500	ENVASES
LINEA_4_220	Mitsubishi.MXOPC.4\REDINTERNA.LINEA_4_220	LINEA_4_220	ENVASES
LINEA_4_500	Mitsubishi.MXOPC.4\REDINTERNA.LINEA_4_500	LINEA_4_500	ENVASES
LocationPath	//Configurations/redinterna/produccion/TALLOS		

Con la Tabla 4. 6 se puede observar los puntos que se almacenan en la base con los ajustes de los datos.

CAPÍTULO V

IMPLEMENTACIÓN

5.1. SELECCIÓN

La selección de los equipos se la realizó considerando las necesidades técnicas y la disponibilidad física y económica del cliente.

Para la selección de los PLC's tomamos en cuenta la arquitectura de la red, el número de entradas y salidas. El número de entradas en total es 25 y salidas no son más que una, en el diseño la ubicación de los sensores es dispersa; se decidió agruparlos de acuerdo a la cercanía con los PLC's, distribuyendo los equipos alrededor de la planta, así por áreas tenemos; en la zona de pelado troceado 3 sensores, en el área de envasado lavado existen 8 sensores y por último en el área de sellado y desgasificado se tienen 14 sensores.

Otro factor a tomar en cuenta es el tamaño ya que se van a ubicar los equipos lo más próximo del elemento sensor. Esto quiere decir que estarán, cerca de bandas, personal y sobre todo agua, por lo que se debe proteger, por cualquier eventualidad o manipulación indebida, a demás no disponemos de mucho espacio para la implementación de un tablero.

Para la selección del sistema se toma la distancia total de la instalación la que aproximadamente en línea recta es de 35m.

Para la selección de la marca a implementar es MITSUBISHI, debido que es la marca que representa la empresa que desarrolla el proyecto. Para la selección del

equipo entre PLC's compactos y modulares, que por el espacio y las características del trabajo se recomiendan los PLC's compactos, en este grupo se tiene varias opciones así:

Tabla 5. 1. Modelos de PLC's compactos Mitsubishi

Modelo	FX1S	FX1N	FX3G	FX3U
<i>PROGRAMACION</i>				
I/O PUNTOS	30 (+4 opcional)	128 (+4 opcional)	256 local y cclink	384 local cclink
MEMORIA PROGRAMA	8Kbytes	32K bytes	124K bytes	256K bytes
TIEMPO INSTRUCCIÓN	0,55 μ s a 0,7 μ s / instrucción contacto		0,21 μ s a 0,42 μ s	0,065 μ s
NÚMERO DE INSTRUCCIONES	27 instrucciones de secuencia 85 instrucciones aplicables	27 instrucciones de secuencia 89 instrucciones aplicables	29 instrucciones de secuencia 123 instrucciones aplicables	29 instrucciones de secuencia 210 instrucciones aplicables
LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	ladder, lista de instrucciones, SFC			
EJECUCIÓN DEL PROGRAMA	ejecución cíclica			
<i>CARACTERISTICAS INTERNAS</i>				
RELES AUXILIARES	512 (384 general-128 latched)	1536 (384 general - 1152 latched)	7680 (384 general - 1152 EEPROM latched 6144 general/optional latched)	7680 (500 general - 524 optional latched - 6656 latched)
RELES AUXILIARES ESPECIALES	256		512	
RELES DE ESTADO	128	1000	4096	4096
TIMERS	64	256	320	512
CONTADORES	32	235	235	512
CONTADORES DE ALTA VELOCIDAD	1 fase, max 6 puntos, 2/ 60KHz y 4/ 10KHz; 2 fases 1 punto/30KHz, 1 punto/5KHz	1 fase, max 6 puntos, 2/ 60KHz y 4/ 10KHz; 2 fases 1 punto/30KHz, 1 punto/5KHz	total 21, con 16 de 1 fase y 5 de 2 fases	
RELOJ DE TIEMPO REAL	año, mes, día, hora, minuto, segundo y día de la semana			

Dentro de las especificaciones eléctricas de los PLC's tenemos que pueden ser alimentados a una fuente 12 – 24 Vdc ó de 100 – 240 Vac, para nuestro caso escogemos alimentación AC. A demás los PLC's de AC tienen una fuente interna de 24Vdc a 400mA que nos permite conectar las entradas del PLC y de ser el caso de conectar la pantalla de operador.

Como la aplicación es pequeña se ve que todos los PLC's cumplen con las especificaciones técnicas requeridas, por lo que el tamaño se vuelve el factor de selección de los equipos, con todos estos antecedentes se elije un PLC pequeño, Fx1s, que pueda conectarse a una red de controladores, pero no todos pueden ser de este tipo ya que necesitamos que al menos uno tenga opción de comunicación ETHERNET, por lo que se escoge el PLC Fx3u. Para la selección de las pantallas de operador tenemos las siguientes opciones que se muestran Tabla 5. 2.

Tabla 5. 2. Características generales HMI

Modelo	GT1020			E1043		
<i>CARACTERISTICAS GENERALES PANTALLA</i>						
TAMAÑO	3,5"					
TIPO	STN			TFT		
COLOR	MONOCROMATICO BN			MONOCROMATICO ESCALA DE GRISES		
ALIMENTACIÓN	24 / 5 VDC			24 VDC		
MEMORIA	1,5 MB			12 MB		
TIPO DE PANEL TOUCH	MATRIZ					
RESOLUCION	160x64 PUNTOS			320x240		
CONSUMO	1,9 / 1,1 W (80/220 mA)			3,6 W (150 mA)		
FUSIBLE	1 ^a			1A		
RESISTENCIA AL RUIDO	128			----		
NÚMERO DE CARACTERES	64			---		
LIFE	50000 HORAS			---		
PUERTOS DE COMUNICACIÓN	RS232, RS422, USB			RS232, RS422, USB, ETHERNET		
PROTECCIÓN PANEL FRONTAL	IP67			IP66		
DIMENSIONES EXTERNAS (mm)	W	H	D	W	H	D
	113	74	27	155,8	119	30

En la Tabla 5. 2 se ve las características de las HMI que para la aplicación y visualización se escoge la monocromática con escala de grises que permite una mayor resolución y memoria, E1041.

En la selección del elemento sensor se separa en dos tipos, de acuerdo al material del objeto a detectarse, palmito y envases metálicos. En el caso de conteo de

envases metálicos, se utiliza sensores de proximidad inductivos, ya que son los más utilizados para este tipo de aplicaciones. En el caso de conteo de producto como el palmito se tienen dos opciones sensores proximidad capacitivos o cámaras checkers

Tabla 5. 3. Elementos sensores

SENSOR CAPACITIVO							
MARCA	FORMA DE LA CARCASA	DISTANCIA OPERATIVA	DATOS ELÉCTRICOS	CONEXIONES	GENERALIDADES	SALIDA contacto	CERTIFICACIONES
TURCK	RECTANGULAR	10 mm	3 wire DC PNP, blindados, PBT	Pre cableado, 3 hilos 20 awg, 3m	IP67, 10-30 VDC	NO	UL, CSA, CE
ALLEN BRADLEY	CILINDRICA	20mm	3 wire DC PNP, blindados, Ø30mm	Conector, 3 hilos 22 awg, 2m	IP67, 10-48 VDC	NO	UL, CSA, CE
OMRON	RECTANGULAR	10mm	3 wire DC NPN, no blindados, Ø30mm	Pre cableado, 3 hilos 20 awg, 2m	IP66, 10-30 VDC	NO	UL, CSA, CE
SENSOR INDUCTIVO							
MARCA	FORMA DE LA CARCASA	DISTANCIA OPERATIVA	DATOS ELÉCTRICOS	CONEXIONES	GENERALIDADES	SALIDA	CERTIFICACIONES
TURCK	CILINDRICA	10 mm	2 wire DC, blindados, Ø30mm	Euro Fast, 3 hilos 20 awg, 6m, PBT	IP67, 10-65 VDC	NO	UL, CSA, CE
ALLEN BRADLEY	CILINDRICA	10mm	2 wire DC, blindados, Ø30mm	Desconexión rápida, 3 hilos 22 awg, 2m, PBT	IP67, 40-260 V DC	NO	UL, CSA, CE
OMRON	CILINDRICA	10mm	3 wire DC, blindados, Ø30mm	Pre cableado, 3 hilos 22 awg, 2m, Fluororesin	IP67, 10-30 V DC	NO	UL, CSA, CE

Existe una gran variedad de sensores de proximidad en la Tabla 5. 3, se muestra tres fabricantes con las opciones que cumplen con los requerimientos.

5.2. INSTALACIÓN

5.2.1. INSTALACIÓN ELECTRICA

La instalación se la hará sobre una bandeja metálica de 20 cm de ancho por 15 cm de alto en donde irán las líneas de control y alimentación de los PLC's, las cuales estarán separadas por medio de tubería flexible, como se indica en el anexo.

Alimentación

La potencia consumida, es baja por lo que se recomienda un cable 18 AWG multifilar de uso rudo y con grado de protección IP66¹¹.

Sensores

Para la alimentación de los sensores se utilizará la fuente interna de los PLC's recomendando para la instalación, el cable de conexión de los sensores al PLC se utilizará un cable de 3 hilos con conectores EuroFast.

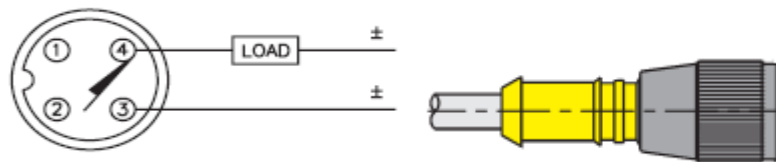


Figura. 5. 1. A la izquierda, conexión de sensor de dos hilos. Derecha conector EuroFast.

En el caso de los sensores de palmito se utilizará un cable de control de 4 pares blindado, el cual llega a una caja de distribución donde se conectan los sensores



Figura. 5. 2. Cable blindado de 4 pares, 24 AWG estándar.

¹¹ Grado de protección contra polvo y humedad

Los cables de los sensores están protegidos mediante una malla metálica flexible, para evitar cortes en las zonas donde no pueden ser instalados tubería flexible.

Comunicación

Para la comunicación se utilizara un cable de un par de conductores multifilar blindado, especializado para comunicación RS-485 como se indica en la Figura. 5. 3.

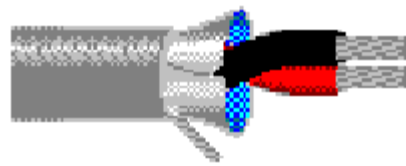


Figura. 5. 3. Cable blindado de 1 par

La conexión realizada tipo full dúplex, para ello se debe realizar como se indica en la Figura. 5. 4.

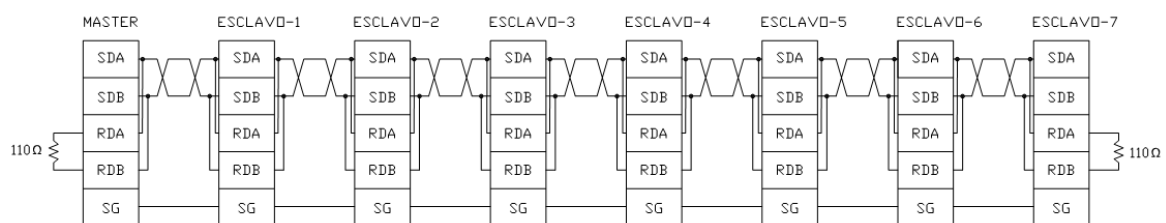


Figura. 5. 4. Diagrama de conexión de la red RS-485

PLC's

Para que los PLC's cumplan con especificaciones de protección contra chorro directos de agua y polvo, se utilizan gabinetes plásticos. Los gabinetes tienen grado de protección IP67, que nos da protección contra sólidos, chorros de agua directo y resistencia a impactos. Los PLC's están montados en las canaletas ubicadas sobre las líneas de producción. Cabe indicar que sobre ellas sólo pasan la tubería flexible de control y alimentación/comunicaciones.

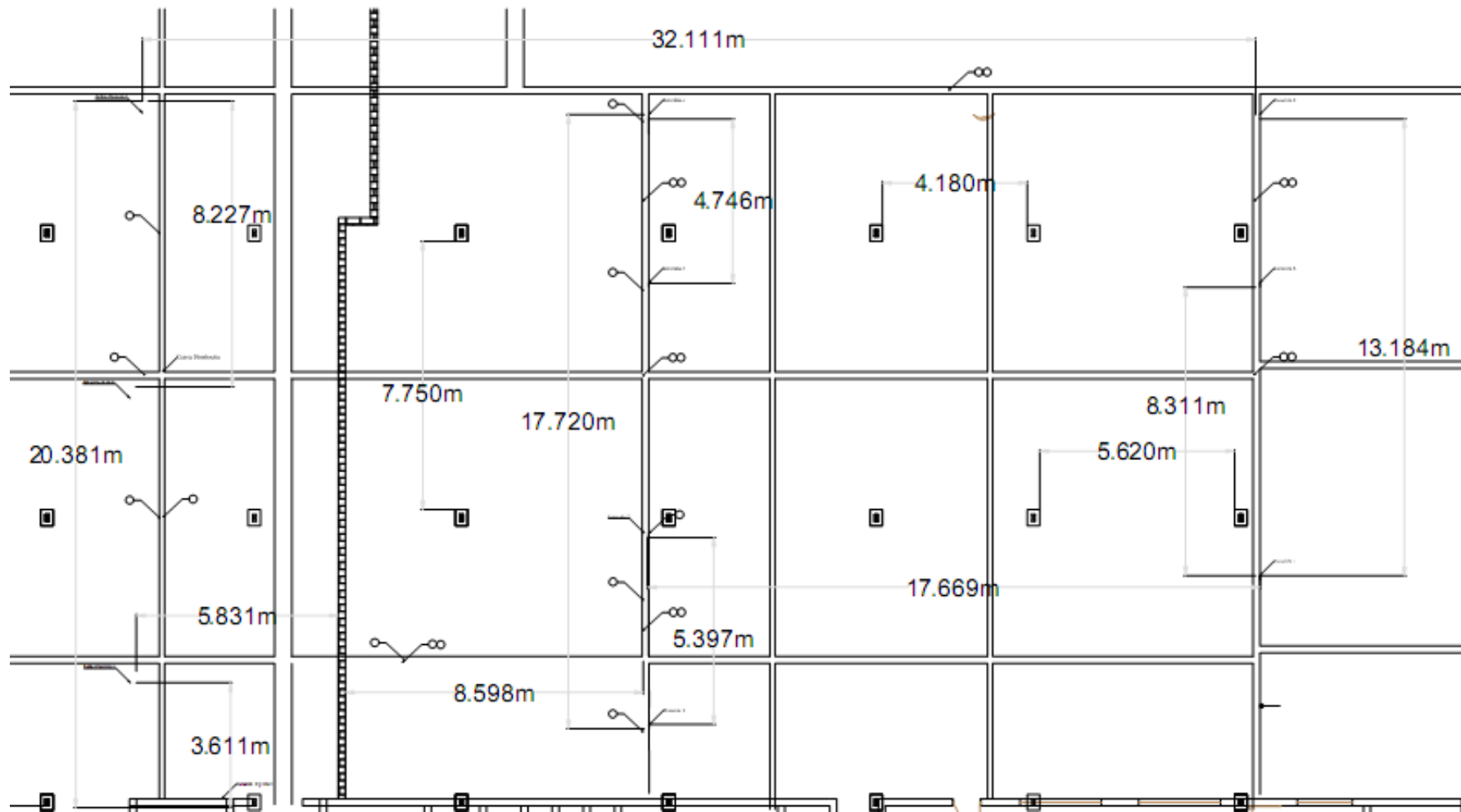


Figura. 5. 5. Diagrama de distancias de la planta

En la Figura. 5. 4 nos indica el área donde se desarrollará la instalación de los equipos con las distancias importantes, que nos ayudará en la ubicación de los PLC's. Los elementos sensores estarán ubicados en un radio máximo de 5 metros de cada PLC. A excepción de los sensores de palmito que están ubicados en el galpón exterior, que es galpón descubierto lateralmente, donde el uso del agua es permanente mediante mangueras para el lavado de las bandejas, serradoras y de las bandas transportadoras. A demás el uso de cuchillos es indispensable. Esto hace que no exista un punto adecuado para la ubicación de algún tipo de tablero cerca de las líneas de producción.

En el galpón interior es más adecuado, ya que el uso de agua es a través de tuberías a manera de regaderas. El vapor y el uso salmuera para el proceso de esterilización no afectan a los equipos ya que el vapor es evacuado a través de chimeneas y la salmuera es distribuida mediante tuberías. La temperatura en el interior es alta pero existen ventiladores que extraen el aire caliente de la planta en esta zona. La ubicación de estos ventiladores está en la parte superior del galpón. En la parte superior del galpón se encuentra las bandejas metálicas para el sistema de conteo en las cuales se instalarán los tableros plásticos con los elementos de control.

5.3. PUESTA EN MARCHA

Para la ejecución de esta fase se planificó los siguientes pasos para cumplir la implementación. En los cuales podemos ver tres acciones claras:

- Tendido eléctrico e instalación de los tableros y sensores
- Programación del sistema de monitoreo, red de PLC's y pantallas.
- Configuración del software Scada, bases datos y reportes.

Para el tendido eléctrico los cables son protegidos por tubería flexible que nos permita llevar de manera segura la alimentación de los PLC's y la comunicación de serial RS 485. Para la instalación se la realizó por etapas. La primera es llevar la alimentación a la red de PLC's desde el cuarto de fuerza de la planta. El cable

es de uso rudo y el cable de comunicación son llevados en una tubería flexible de 1/2" que permitan la conexión entre PLC's. El paso de los cables por la tubería se la realiza en el suelo para luego ser levantada por partes a la canaleta, la tubería tiene uniones tipo T que facilita la instalación, permitiendo realizar las conexiones entre tableros, es decir, existe una unión tipo T frente a cada tablero de la red exceptuando los PLC's ubicados en los extremos donde se coloca una unión tipo L. Hecho el paso de los cables por las tuberías y estas instalada en las canaletas se procede a la instalación de los tableros plásticos previamente equipados con el PLC. Hecho el montaje se realizan las conexiones de la alimentación y de la comunicación RS-485. Finalmente se instala los conductores para los sensores en tubería flexible y/o malla metálica para su protección.

La instalación de los sensores de palmito se lo realiza en las máquinas serradoras, justo antes de que el producto sea cortado. La ubicación de los sensores de envases estos serán colocados en las rieles bajantes de envases. Y por último los sensores de producto total son instalados en la máquina selladora a la salida de producto y en la zona de tapas para el sellado.

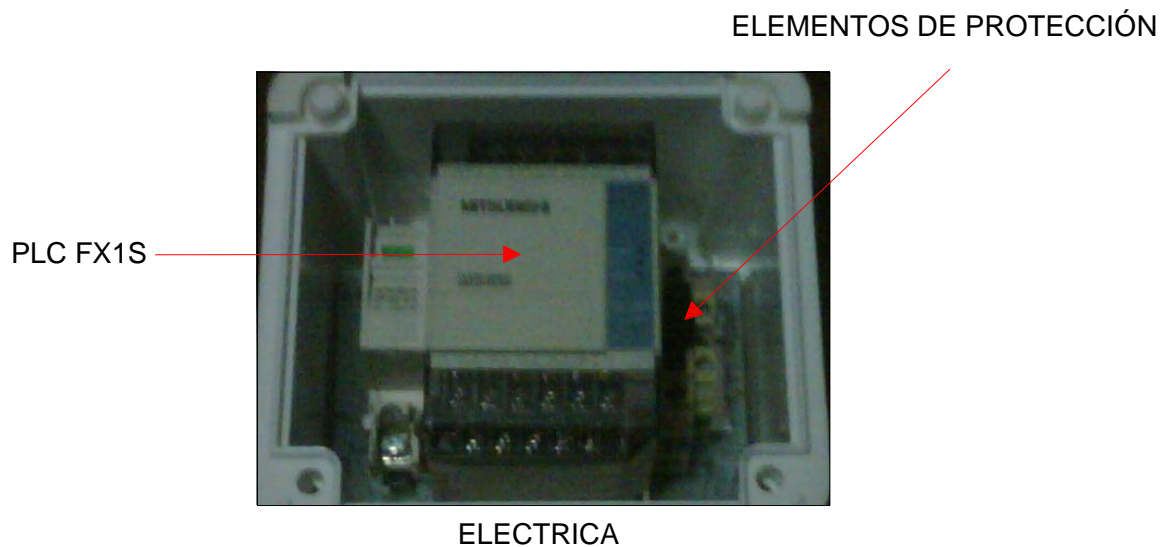
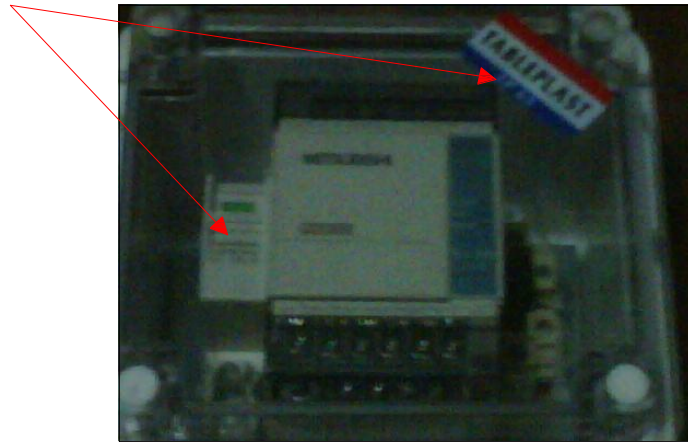


Figura. 5. 6. Protecciones Eléctricas

En las Figura. 5. 6, y Figura. 5. 7, se muestran la distribución física de los elementos instalados en los tableros, con sus respectivos elementos de protección eléctrica y mecánica.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN



MECÁNICA

Figura. 5. 7. Protección Mecánica

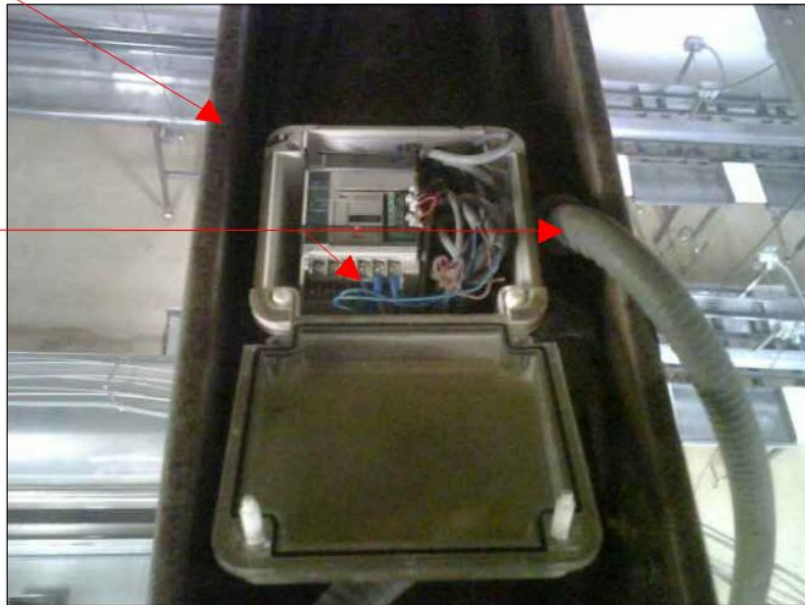
En las Figura. 5. 8 y Figura. 5. 9 son fotografías tomadas a los tableros instalados, en el primero se puede observar la bandeja metálica sobre la cual están instalados los tableros, a demás las tuberías flexibles que protegen el cableado.



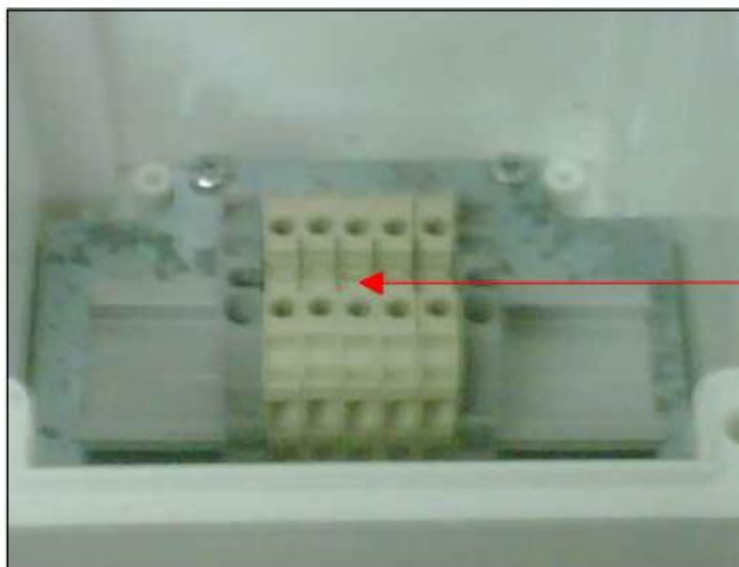
Figura. 5. 8. Tablero instalado vista externa

En la Figura. 5. 9 se ve la distribución física y las conexiones de los elementos sensores, comunicación y alimentación.

BANDEJA METÁLICA

TUBERIA FLEXIBLE
SENSORES**Figura. 5. 9. Tablero instalado vista interna**

En la Figura. 5. 10 se muestra el tablero de distribución utilizado para el área de pelado troceado, aquí llega 24VDC y las entradas del PLC que reciben las señales de los sensores, que permiten el conteo de palmito.

BORNERAS AREA EXTERNA
SENSORES DE PALMITO**Figura. 5. 10. Tablero de distribución**

En la Figura. 5. 11 se detalla las conexiones del PLC ubicando los sensores, la alimentación, la comunicación RS-485 y la fuente de 24Vdc.

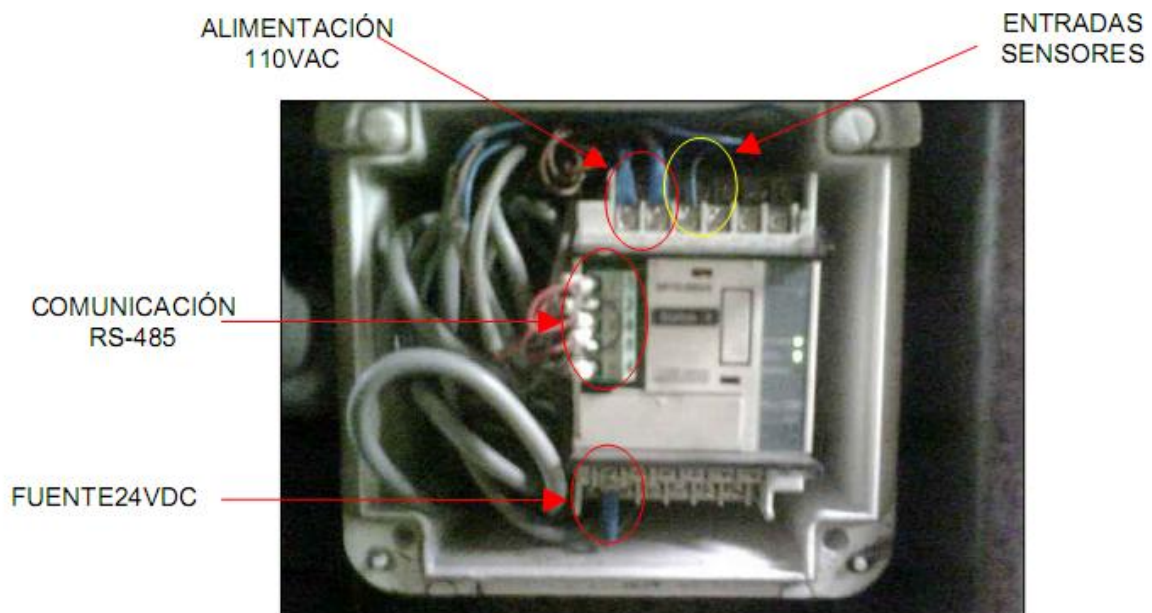


Figura. 5. 11. Cableado

CAPÍTULO VI

PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se presentan las pruebas que se realizaron para verificar el funcionamiento del sistema de monitoreo. Y con los resultados obtenidos garantizar el funcionamiento o proceder a las rectificaciones necesarias.

6.1. PRUEBAS

Pruebas de equipos

Son pruebas básicas que se lo hacen a los diferentes elementos que conforman el sistema de monitoreo, para verificar el funcionamiento de los mismos antes de ser manipulados en el montaje, no mostraron inconvenientes con ningún equipo. Se verificaron en el caso de los PLC's las entradas, salidas, comunicación RS-485 / RS-422, y la programación de las mismos. Para los sensores se verificó su funcionamiento del led indicador y el rango del sensor. Mientras que para las pantallas de operador, se cargaron los programas para verificar su funcionamiento. Para la CPU se verificó el correcto funcionamiento del hardware y software e instalación del sistema SCADA.

La configuración del sistema se la realizó en el sitio con la red de PLC's instalada y funcionando.

Pruebas de conexión

Se realizó pruebas de cortocircuito en la líneas de alimentación entre L1 y neutro, y, en la comunicación entre SD y RD. Esto antes de energizar los tableros. En el caso de los elementos sensores y las pantallas que utilizan la fuente interna de cada PLC, se verificó la correcta conexión de los mismos.

Ya energizado se verificó el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos, que los PLC's estén encendidos y transmitiendo datos, que las entradas sean activadas cuando los sensores detecten el elemento a contar, palmito y envases metálicos, que las pantallas muestren los valores que se encuentren en el mapa de memorias según los requerimientos de lo planificado. La conexión entre la red de PLC's y la CPU de escritorio es mediante Ethernet, para lo cual se utilizó un switch y la configuración de un red Ethernet, para la prueba se utilizó comandos de red ping para la verificación del funcionamiento. Mediante el software OPC server se realizó la adquisición de los datos de la red y se los vinculó al sistema de monitoreo.

Prueba de conteo

Para la realización de estas pruebas se las hizo según el material de la siguiente manera: para el caso del palmito se tomaron muestras de 10 troncos para las primeras pruebas, después se tomó muestras de 100 y por último de 10000.

Para los envases metálicos se empezó con muestras de 10 y de 100. Todas las pruebas se las realizó con los equipos ya instalados.

El monitoreo del conteo se lo realizó en la programación de cada PLC y en el software SCADA.

Prueba del sistema de monitoreo

En el sistema de monitoreo se verificó los datos a tiempo real, el reset de los contadores y la base de datos (anexo 3), a través de la presentación de los datos históricos con gráficos de tiempo.

6.2. RESULTADOS

Tabla 6. 1. Pruebas de funcionamiento

PLC			
ENTRADAS	SALIDAS	COM RS 485	SOFTWARE
OK	OK	OK	OK
SENSORES INDUCTIVOS/ CAPACITIVOS			
LUZ INDICADORA	Rango		
OK	OK		
PANTALLAS			
TOUCH	COMUNICACIÓN		
OK	OK		
CPU			
FUNCIONAMIENTO			
OK			

En la Tabla 6. 1, se muestra los resultados de funcionamiento de los diferentes equipos de la red monitoreo.

Tabla 6. 2. Pruebas de conteo palmito

CONTADORES DE PALMITO						
CORTADORA	MUESTRA	VALOR	MUESTRA	VALOR	MUESTRA	VALOR
CORTADOR 1	10	10	100	97	10000	9851
CORTADOR 2	10	10	100	98	10000	9921
CORTADOR 3	10	10	100	99	10000	9768

En la Tabla 6. 2, se muestra los resultados obtenidos al pasar por la máquina serradora, las muestras son realizadas con tallos de palmito, que son utilizados para la producción.

En las pruebas se utilizó personal que normalmente ubica el palmito en la banda de cangilones teniendo un 98% de efectividad esto se debe a dos razones; la primera se debe a la manera de ubicar los tallos de palmito, ya que al no ser ubicados contra la pared lateral de la máquina serradora, no son advertidos por el elemento sensor de proximidad capacitivo.

El segundo motivo es que existen tallos de diámetro muy fino que no mantienen una rigidez, doblándose de tal manera en la banda que no pasan por la zona de trabajo.

Tabla 6. 3. Pruebas de conteo envases

CONTADORES DE ENVASES				
CORTADORA	MUESTRA	VALOR	MUESTRA	VALOR
LINEA_1_220	10	10	100	100
LINEA_1_500	10	10	100	100
LINEA_2_220	10	10	100	100
LINEA_2_500	10	10	100	100
LINEA_3_220	10	10	100	100
LINEA_3_500	10	10	100	100
LINEA_4_220	10	10	100	100
LINEA_4_500	10	10	100	100

En la Tabla 6. 3 se muestra los datos obtenidos en las pruebas realizadas para las líneas de envasado, las cuales se realizaron cuando ya estuvieron calibrados los sensores de proximidad inductivos, con lo cual no hubo inconvenientes, todas las muestras fueron contabilizadas por el sistema.



Figura. 6. 1. Sistema de monitoreo

La Figura. 6. 1. Sistema de monitoreo, muestra el sistema de visualización de los contadores y los sensores de envases metálicos del sistema. Las pruebas del sistema de conteo y de su base de datos se la puede visualizar en los reportes

diarios que el sistema presenta en el conteo de palmito y envases metálicos mostrados en los anexo 3. En la Figura. 6. 2 se presenta switch que acoge las señales de red de los diferentes sistemas de control y monitoreo de la planta, entre ellos el sistema de conteo automático.



Figura. 6. 2. Interconexión de las diferentes redes de la planta

La Figura. 6. 3 se presenta la interfaz de operador donde se presenta los datos obtenidos por la red de PLC's, la pantalla va conectada al PLC ubicado en el área Pelado-Troceado.

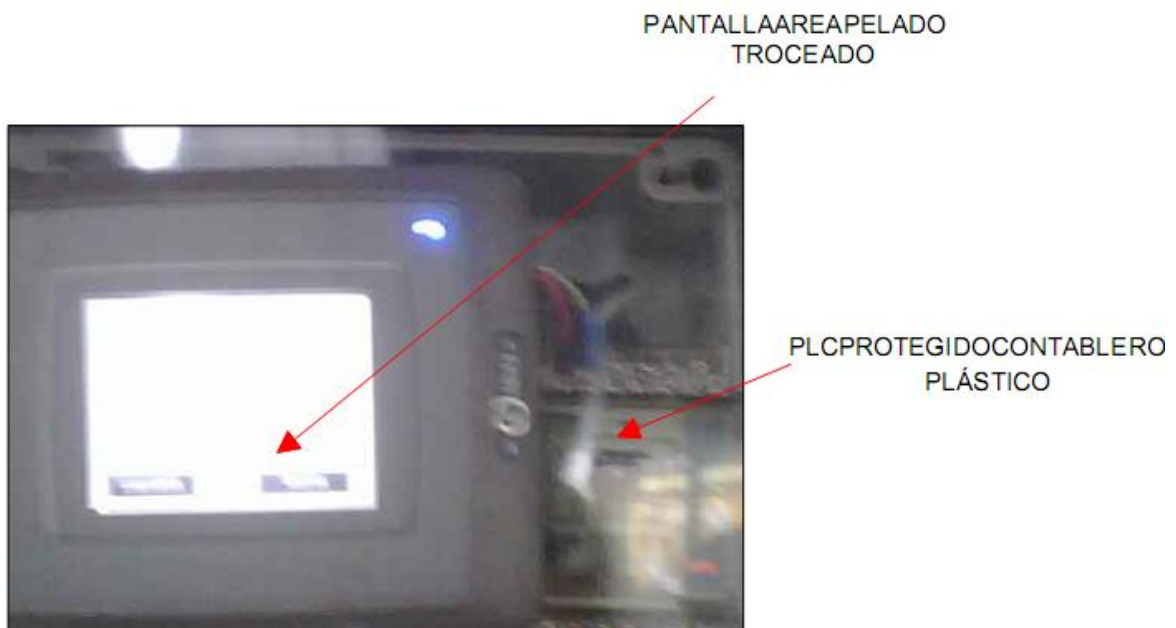


Figura. 6. 3. Pantalla de operador HMI

La Figura. 6. 4 y la Figura. 6. 5, muestran el área interna de la planta donde se instalaron los sensores inductivos, sobre las rieles bajantes, para el conteo de envases metálicos.



BANDA
TRANSPORTADORA DE
ENVASES

Figura. 6. 4. Área de envasado y pesado



BAJANTES DE
ENVASES, ENVASADO
TROCEADO

Figura. 6. 5. Área de envasado pesado, vista de atrás.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- La instalación y protección del sistema de monitoreo y los equipos utilizados cumplen con normas eléctricas y/o electrónicas americanas y europeas como ANSI, NEMA, IEC, UL, CE, etc. las cuales aseguraron el mejor desarrollo de un sistema automático de conteo de palmito, para la planta de INAEXPO.
- El sistema de monitoreo cumple con los objetivos planteado en la realización del proyecto, excepto en el área de sellado, ya que se necesita de ciertas protecciones mecánicas que están pendientes en la instalación por parte de la empresa.
- Mediante pruebas se calibró y validó el funcionamiento del sistema implementado, las mismas se las realizó para las áreas de Pelado – Troceado y Envasado - Desgasificado. La duración de las mismas fueron de una semana y se logró corregir pequeños problemas encontrados.
- El sistema de monitoreo organiza los datos de los contadores por turnos, los almacena y los presenta reportes de manera automática (Anexo 3).
- En el caso de existir una falla de energía eléctrica el sistema de monitoreo está conectado a la red de UPS que permiten mantener el sistema funcionando de manera continua.
- El sistema implementado es lo suficientemente didáctico que permita al personal de mantenimiento de la planta conocerlo, modificarlo y crear nue-

vos proyectos que lleven al monitoreo y control de todos los elementos de la planta.

- Con los datos registrados y la generación de reportes, permitió aumentar el control de la materia prima utilizada para elaboración del producto terminado, ya que antes sólo se registraba al inicio del proceso, el sistema automático lo hace después de ser pelado y troceado. Es decir, antes se tomaba en cuenta los tallos en mal estado o los que accidentalmente eran depositados en las bandas de basura.
- El sistema de conteo está conformado por una red de PLC's, en total 8, 25 sensores de proximidad, 2 pantallas de operador y una computadora con el sistema de monitoreo. El sistema puede crecer de acuerdo a las necesidades de la planta en un 47%, que cubre satisfactoriamente la ampliación de la planta en los próximos años.

7.2. RECOMENDACIONES

- Debido al éxito en la implementación del sistema, se recomienda, instalar las protecciones mecánicas para el cableado eléctrico, que es indispensable por seguridad industrial.
- Es indispensable, implementar un sistema paralelo de control que permita la automatización de la planta, utilizando el software SCADA y ciertos equipos ya instalados, lo cual bajaría notablemente los costos y se aprovecharía en un cien por ciento las instalaciones.
- Las pruebas de validación e implementación, si bien, no se puede decir que fueron fáciles, permitieron ir haciendo correcciones sobre la marcha, fundamentalmente en las dos áreas: Pelado- troceado y Envasado y desgasificado.
- Para mejorar el sistema de monitoreo se debe utilizar cámaras industriales, fundamentalmente en el área de pelado-troceado, en la que no se obtuvo el cien por ciento de efectividad, en el conteo con los sensores capacitivos, que requerían un mantenimiento periódico, debido a la producción constante de residuos que interferían el funcionamiento de los sensores, a demás

al lavar la máquina serradora, eran constantemente mojados; lo que no permitía su correcto funcionamiento.

- Es necesario mantener cuidado con la computadora que tiene el software SCADA, especialmente con virus o programas que interfieran con el normal funcionamiento del sistema. Ésta se deberá utilizar sólo en trabajos de la institución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LÓPEZ, José, Normas ANSI/ISA para instrumentación, Viña del Mar 2003, 29.

MITSUBISHI, FX series programable controllers, 2003, 420.

MITSUBISHI, Data communication edition, 2009, 726.

MITSUBISHI, Mc-worx standard training manual, 2005, 820

<http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>, opc.

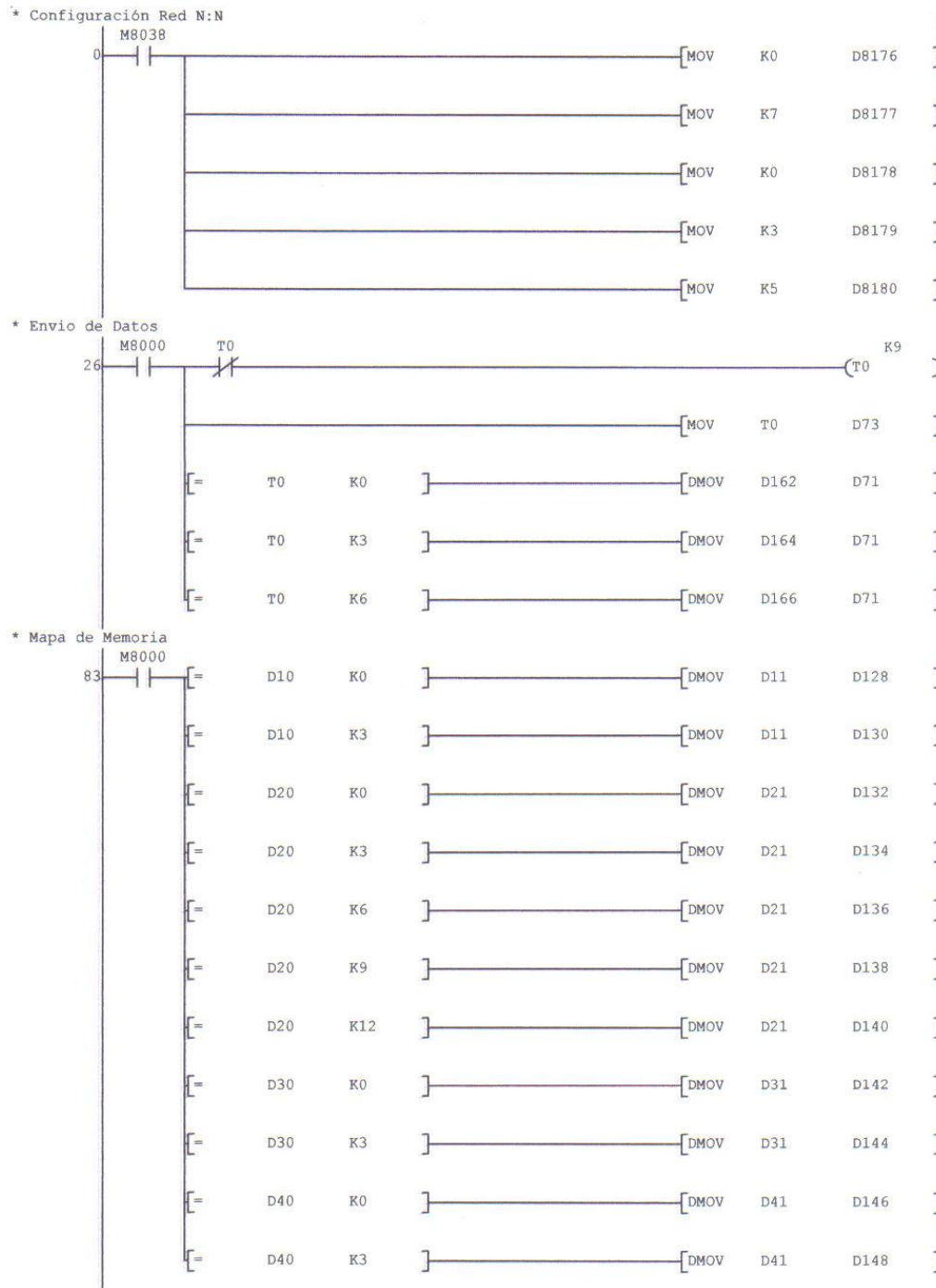
http://en.wikipedia.org/wiki/Opc_server, opc server.

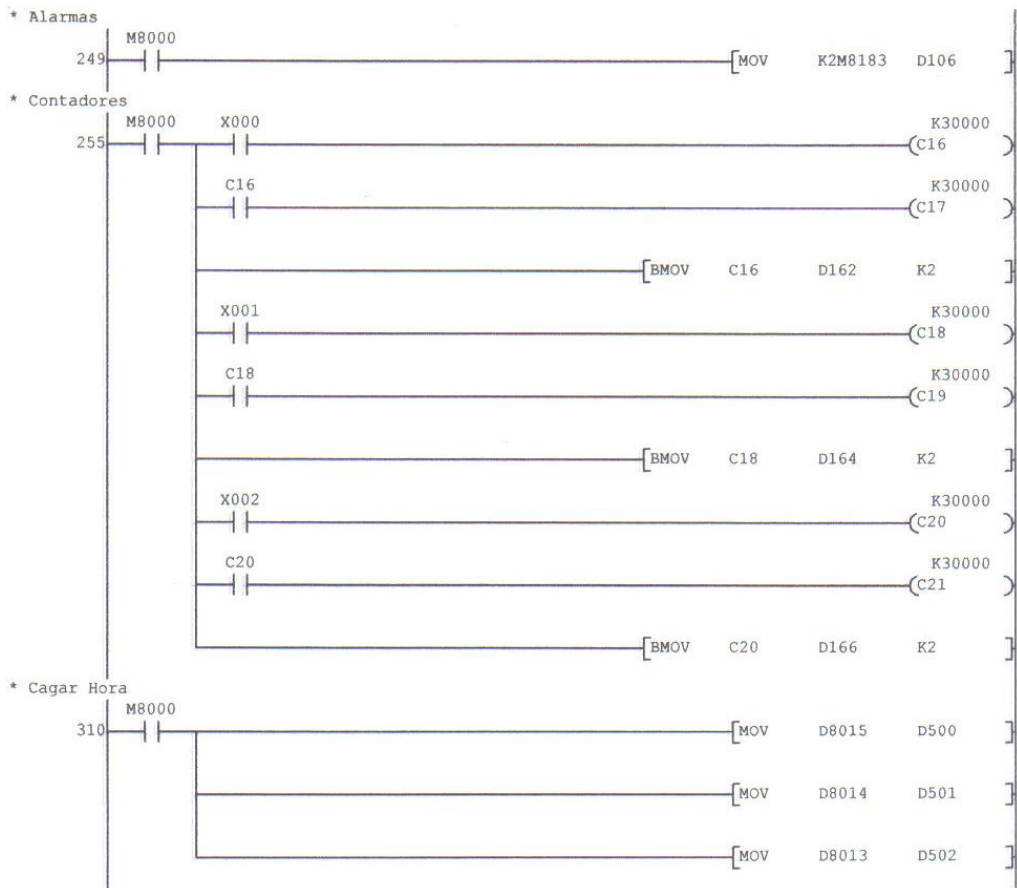
<http://es.wikipedia.org/wiki/ODBC>, obdc.

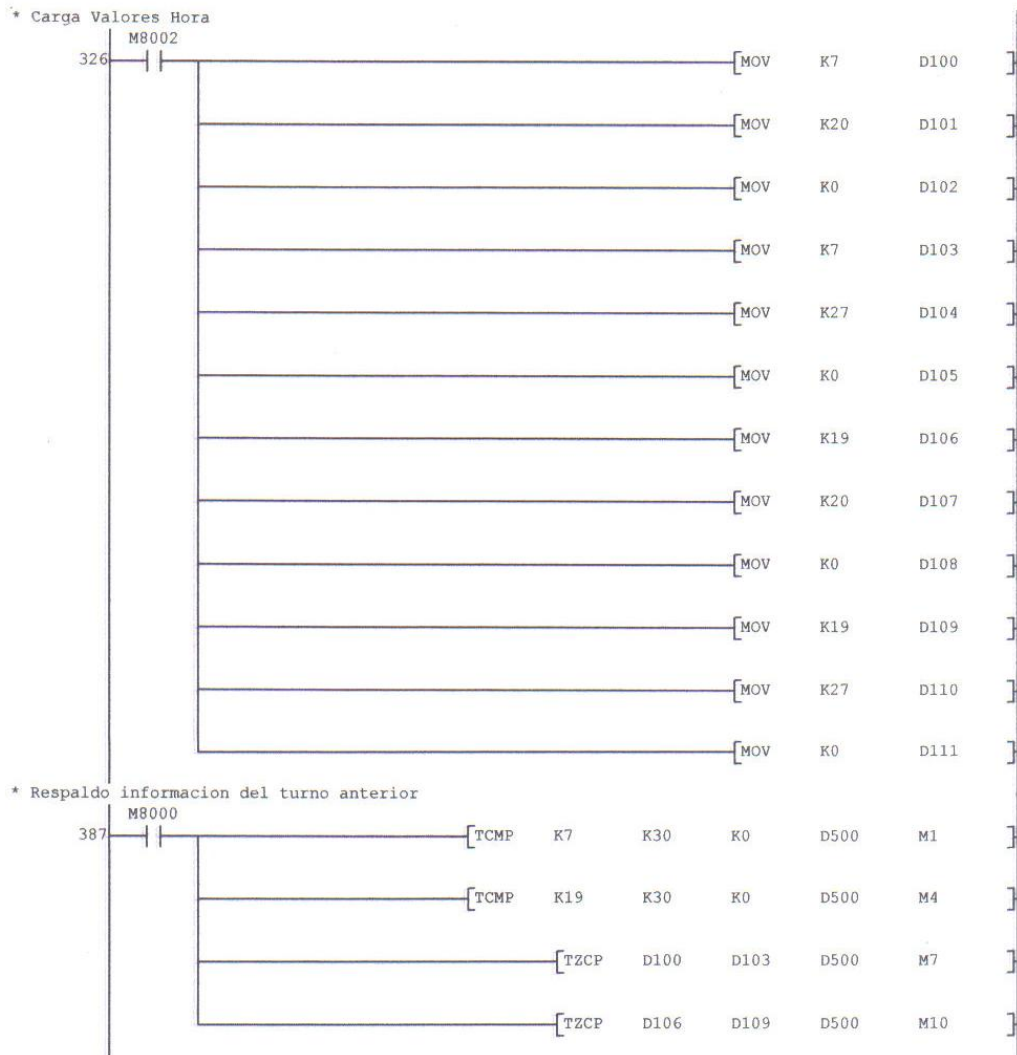
ANEXOS

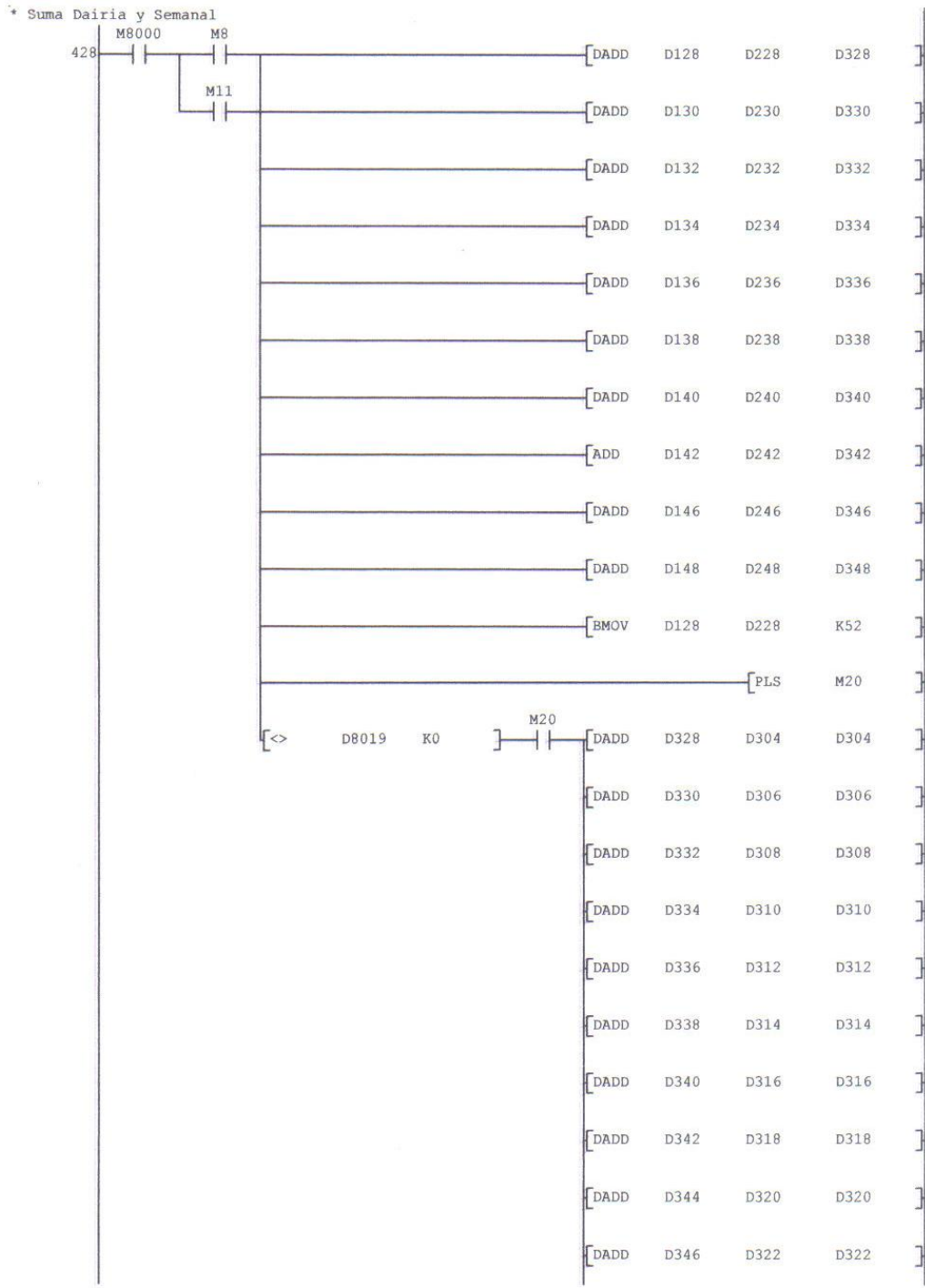
ANEXO 1: PROGRAMA DEL PLC MÁSTER.....	70
ANEXO 2: PROGRAMA DE LOS PLC'S ESCLAVOS DE LA RED.....	78
ANEXO 3: REPORTE DE TALLOS EN EL TURNO DÍA.....	80
ANEXO 4: PLANO GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	83

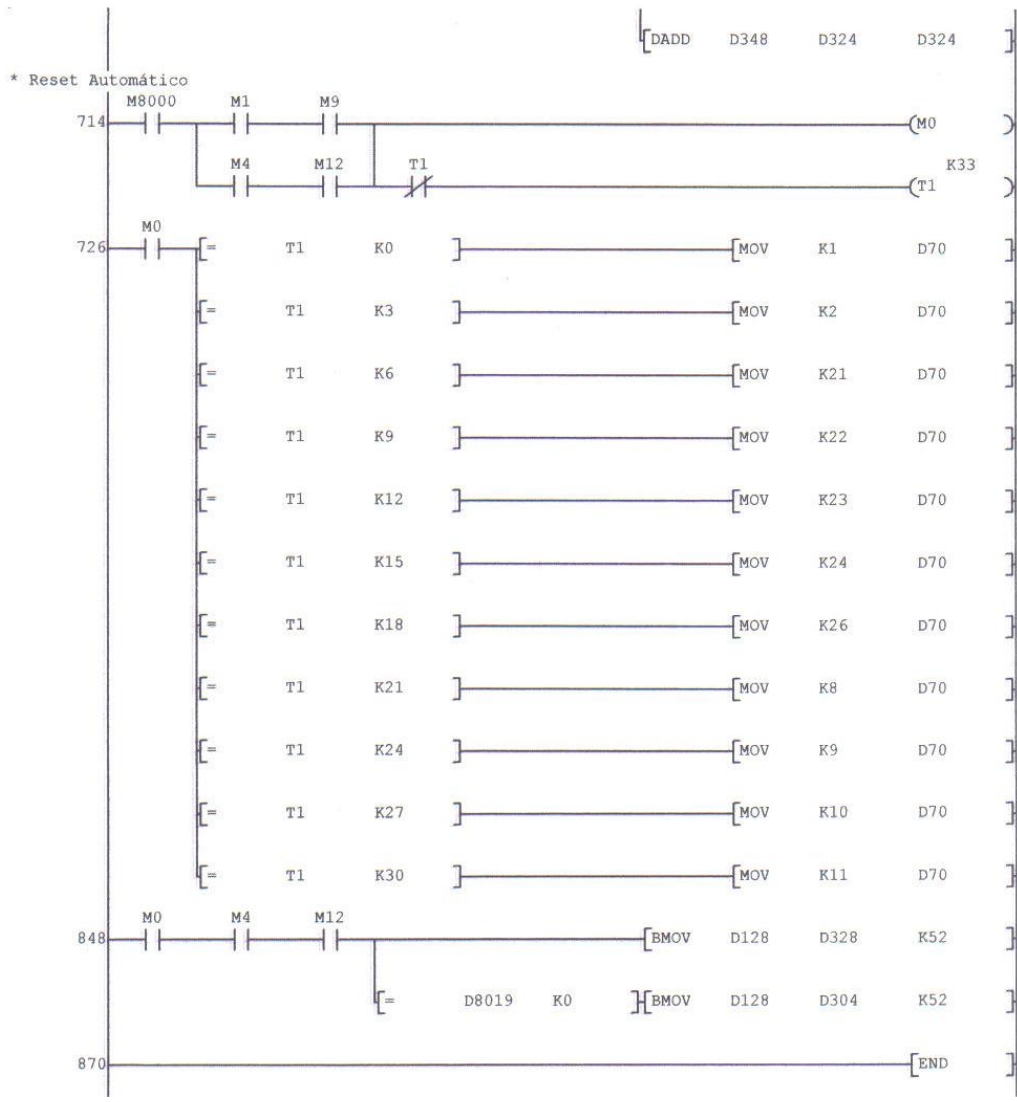
ANEXO 1: Programa del PLC máster.

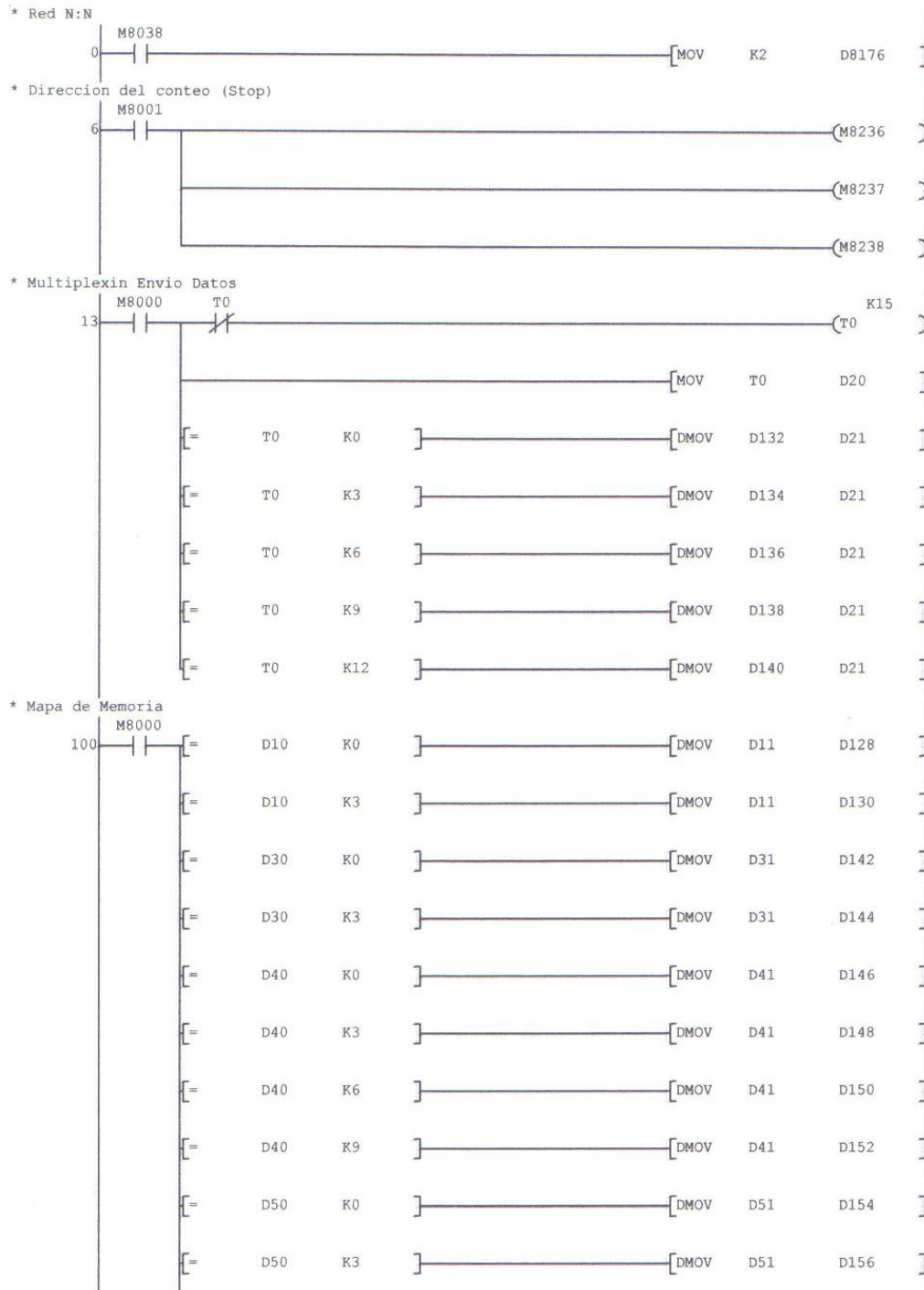


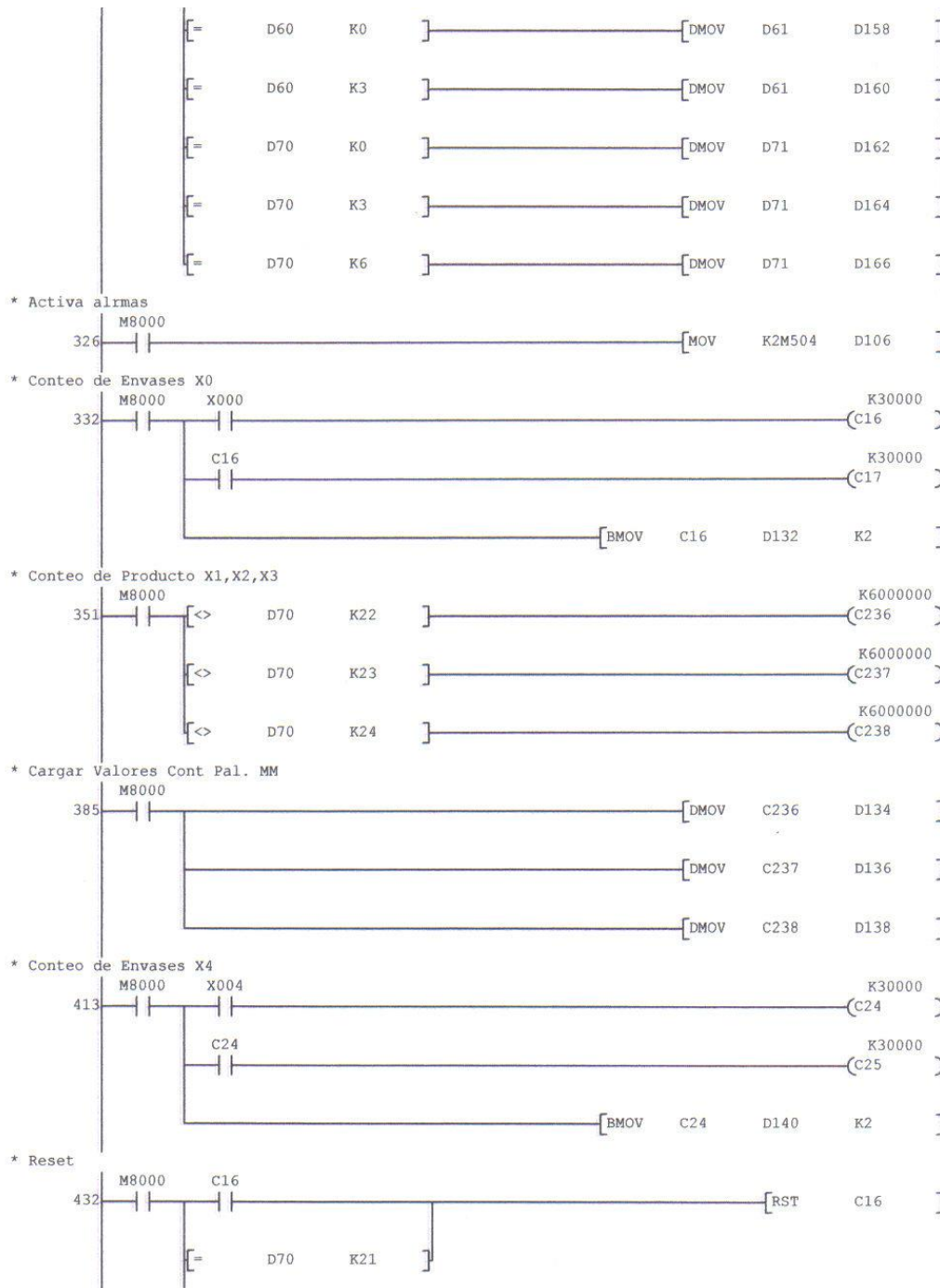


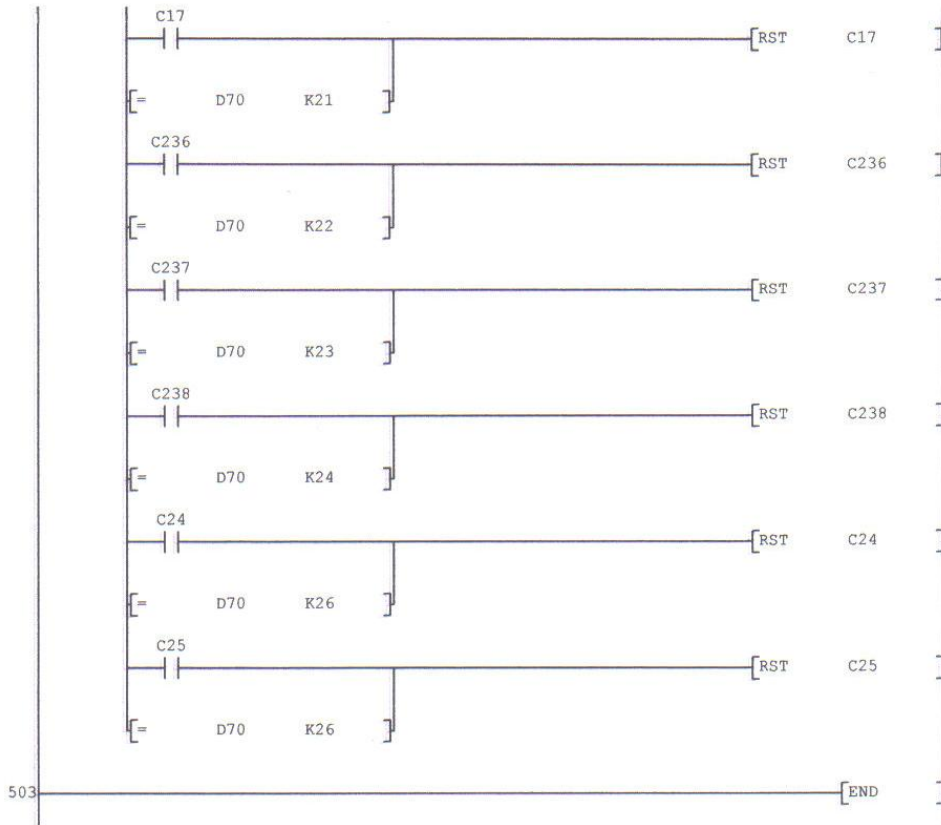




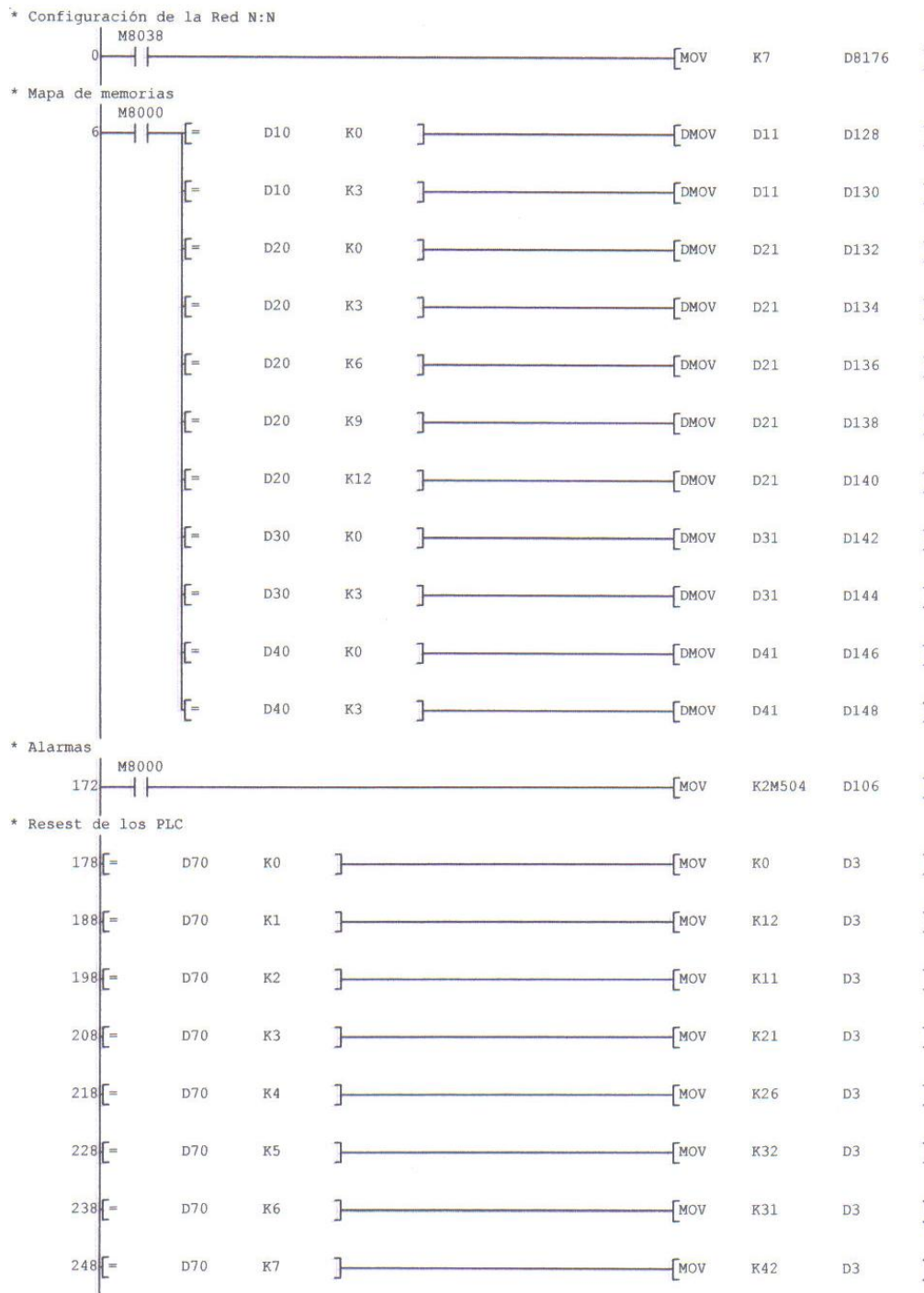


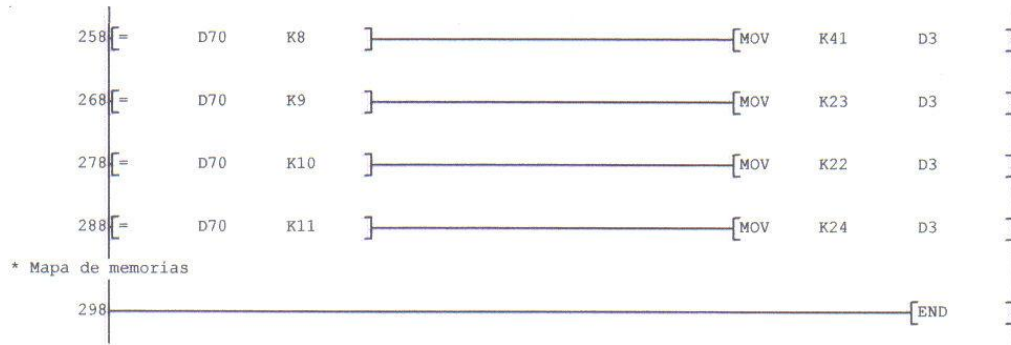






ANEXO 2: Programa de los PLC's esclavos de la red





ANEXO 3: Reporte de tallos en el turno día



Report Name:	TALLOS DIA
Source DB:	prod
DB Group:	Producción
Source Group:	Tallos
Report Type:	Immediate
Data Filter:	Max
Process Every:	0:05:00
Date and Time:	4:54:13 PM,4-March-2009
Data Start:	7:50:00 AM,4-March-2009
Data End:	7:30:00 PM,4-March-2009

Date	Time	Msecs	CORTADOR 1	CORTADOR 2	CORTADOR 3
4-March-2009	7:50:00 AM	0	0	0	0
4-March-2009	7:55:00 AM	0	0	0	0
4-March-2009	8:00:00 AM	0	0	0	0
4-March-2009	8:05:00 AM	0	0	0	0
4-March-2009	8:10:00 AM	0	0	0	0
4-March-2009	8:15:00 AM	0	0	0	0
4-March-2009	8:20:00 AM	0	0	0	0
4-March-2009	8:25:00 AM	0	0	0	0
4-March-2009	8:30:00 AM	0	0	0	0
4-March-2009	8:35:00 AM	0	172	0	0
4-March-2009	8:40:00 AM	0	385	0	0
4-March-2009	8:45:00 AM	0	793	0	0
4-March-2009	8:50:00 AM	0	1336	56	0
4-March-2009	8:55:00 AM	0	1838	557	0
4-March-2009	9:00:00 AM	0	2237	1087	0
4-March-2009	9:05:00 AM	0	2384	1532	0
4-March-2009	9:10:00 AM	0	2568	2108	0
4-March-2009	9:15:00 AM	0	3113	2652	0
4-March-2009	9:20:00 AM	0	3625	3097	0
4-March-2009	9:25:00 AM	0	4169	3645	0
4-March-2009	9:30:00 AM	0	4763	4200	0
4-March-2009	9:35:00 AM	0	5362	4732	0
4-March-2009	9:40:00 AM	0	5841	5143	0
4-March-2009	9:45:00 AM	0	6399	5609	0
4-March-2009	9:50:00 AM	0	6989	6168	0
4-March-2009	9:55:00 AM	0	7530	6694	0
4-March-2009	10:00:00 AM	0	8073	7194	0
4-March-2009	10:05:00 AM	0	8624	7651	0
4-March-2009	10:10:00 AM	0	9224	8197	0
4-March-2009	10:15:00 AM	0	9737	8736	0
4-March-2009	10:20:00 AM	0	10283	9242	0
4-March-2009	10:25:00 AM	0	10849	9755	0
4-March-2009	10:30:00 AM	0	11438	10276	0

4-March-2009	10:35:00 AM	0	12013	10811	0
4-March-2009	10:40:00 AM	0	12551	11326	0
4-March-2009	10:45:00 AM	0	13078	11633	0
4-March-2009	10:50:00 AM	0	13593	12121	0
4-March-2009	10:55:00 AM	0	13952	12617	0
4-March-2009	11:00:00 AM	0	14474	13108	0
4-March-2009	11:05:00 AM	0	14929	13628	0
4-March-2009	11:10:00 AM	0	15441	14207	0
4-March-2009	11:15:00 AM	0	16082	14755	0
4-March-2009	11:20:00 AM	0	16620	14763	0
4-March-2009	11:25:00 AM	0	17231	14763	0
4-March-2009	11:30:00 AM	0	17761	14763	0
4-March-2009	11:35:00 AM	0	18322	14763	0
4-March-2009	11:40:00 AM	0	18916	14763	0
4-March-2009	11:45:00 AM	0	19459	14763	0
4-March-2009	11:50:00 AM	0	19910	14763	0
4-March-2009	11:55:00 AM	0	19933	14763	0
4-March-2009	12:00:00 PM	0	19933	14764	0
4-March-2009	12:05:00 PM	0	19933	15180	0
4-March-2009	12:10:00 PM	0	19933	15714	0
4-March-2009	12:15:00 PM	0	19933	16232	0
4-March-2009	12:20:00 PM	0	19933	16718	0
4-March-2009	12:25:00 PM	0	19933	17281	0
4-March-2009	12:30:00 PM	0	19933	17846	0
4-March-2009	12:35:00 PM	0	20214	18399	0
4-March-2009	12:40:00 PM	0	20699	18922	0
4-March-2009	12:45:00 PM	0	21275	19295	0
4-March-2009	12:50:00 PM	0	21613	19838	0
4-March-2009	12:55:00 PM	0	21613	20426	0
4-March-2009	1:00:00 PM	0	21613	20998	0
4-March-2009	1:05:00 PM	0	22007	21576	0
4-March-2009	1:10:00 PM	0	22518	22123	0
4-March-2009	1:15:00 PM	0	23134	22337	0
4-March-2009	1:20:00 PM	0	23619	22350	0
4-March-2009	1:25:00 PM	0	24200	22554	0
4-March-2009	1:30:00 PM	0	24856	22946	0
4-March-2009	1:35:00 PM	0	25447	23036	0
4-March-2009	1:40:00 PM	0	26037	23315	0
4-March-2009	1:45:00 PM	0	26497	23725	0
4-March-2009	1:50:00 PM	0	27018	24315	0
4-March-2009	1:55:00 PM	0	27615	24915	0
4-March-2009	2:00:00 PM	0	28238	25460	0
4-March-2009	2:05:00 PM	0	28681	26061	0
4-March-2009	2:10:00 PM	0	29073		
4-March-2009	2:40:00 PM	0	31629	30106	0
4-March-2009	2:45:00 PM	0	31720	30701	0
4-March-2009	2:50:00 PM	0	32147	31293	0
4-March-2009	2:55:00 PM	0	32709	31876	0
4-March-2009	3:00:00 PM	0	33293	32395	0
4-March-2009	3:05:00 PM	0	33797	32938	0
4-March-2009	3:10:00 PM	0	34378	33461	0
4-March-2009	3:15:00 PM	0	34965	34043	0
4-March-2009	3:20:00 PM	0	35542	34611	0
4-March-2009	3:25:00 PM	0	36136	35153	0

4-March-2009	3:30:00 PM	0	36695	35701	0
4-March-2009	3:35:00 PM	0	37252	36204	0
4-March-2009	3:40:00 PM	0	37835	36270	0
4-March-2009	3:45:00 PM	0	38396	36270	0
4-March-2009	3:50:00 PM	0	38855	36270	0
4-March-2009	3:55:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:00:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:05:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:10:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:15:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:20:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:25:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:30:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:35:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:40:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:45:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:50:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	4:55:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:00:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:05:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:10:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:15:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:20:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:25:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:30:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:35:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:40:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:45:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:50:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	5:55:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:00:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:05:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:10:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:15:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:20:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:25:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:30:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:35:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:40:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:45:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:50:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	6:55:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	7:00:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	7:05:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	7:10:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	7:15:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	7:20:00 PM	0	38882	36270	0
4-March-2009	7:25:00 PM	0	38882	36270	0

Anexo 4: Plano general de la instalación

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA. 1. 1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.....	4
FIGURA. 2. 1. PLANTA PROCESADORA	6
FIGURA. 2. 2. PALMITO	7
FIGURA. 2. 3. DIAGRAMA GENERAL DE LA PLANTA INAEXPO.....	8
FIGURA. 2. 4. ÁREA DE RECEPCIÓN	9
FIGURA. 2. 5. ÁREA EXTERNA PELADO Y TROCEADO	10
FIGURA. 2. 6. ÁREA DE ENVASADO Y PESADO	11
FIGURA. 2. 7. ÁREA DE DESGASIFICADO Y SELLADO.....	12
FIGURA. 2. 8. PLANO GENERAL DE LA PLANTA	13
FIGURA. 3. 1. DIAGRAMA DE CONEXIONES DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE MONITOREO	20
FIGURA. 3. 2. MÁQUINA SERRADORA.....	21
FIGURA. 3. 3. ÁREA DE ENVASADO	22
FIGURA. 3. 4. MÁQUINA SELLADORA.....	23
FIGURA. 3. 5. DIAGRAMA UNIFILAR.....	24
FIGURA. 3. 6. DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS	25
FIGURA. 3. 7. DIAGRAMA GENERAL	26
FIGURA. 4. 1. DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL	31
FIGURA. 4. 2. CONFIGURACIÓN DE LA RED PLC MAESTRO	32
FIGURA. 4. 3. DIAGRAMA FLUJO MAESTRO.....	34
FIGURA. 4. 4. DIAGRAMA DE FLUJO ESCLAVO	35
FIGURA. 4. 5. DIAGRAMA DE FLUJO INTERFACE DE OPERADOR.....	36
FIGURA. 4. 6. DETALLE DE LA PANTALLA DE INICIO	37
FIGURA. 4. 7. ESQUEMA DE FLUJO DE LAS PANTALLAS	38
FIGURA. 4. 8. ORGANIZACIÓN DE LA ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE OPC.....	39
FIGURA. 4. 9. DIAGRAMA DE LAS PANTALLAS DEL SISTEMA SCADA	40
FIGURA. 4. 10. ESQUEMA DE OPERACIÓN DEL SOFTWARE.....	40
FIGURA. 4. 11. OPC SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	41
FIGURA. 4. 12. ARQUITECTURA DE REGISTROS DE DATOS Y TENDENCIAS.....	43
FIGURA. 5. 1. A LA IZQUIERDA, CONEXIÓN DE SENSOR DE DOS HILOS. DERECHA CONECTOR EUROFAST.....	51
FIGURA. 5. 2. CABLE BLINDADO DE 4 PARES, 24 AWG ESTÁNDAR.	51
FIGURA. 5. 3. CABLE BLINDADO DE 1 PAR	52
FIGURA. 5. 4. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LA RED RS-485	52
FIGURA. 5. 5. DIAGRAMA DE DISTANCIAS DE LA PLANTA.....	53
FIGURA. 5. 6. PROTECCIONES ELÉCTRICAS	55
FIGURA. 5. 7. PROTECCIÓN MECÁNICA	56
FIGURA. 5. 8. TABLERO INSTALADO VISTA EXTERNA.....	56
FIGURA. 5. 9. TABLERO INSTALADO VISTA INTERNA	57
FIGURA. 5. 10. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.....	57
FIGURA. 5. 11. CABLEADO	58
FIGURA. 6. 1. SISTEMA DE MONITOREO	62
FIGURA. 6. 2. INTERCONEXIÓN DE LAS DIFERENTES REDES DE LA PLANTA.....	63
FIGURA. 6. 3. PANTALLA DE OPERADOR HMI	63
FIGURA. 6. 4. ÁREA DE ENVASADO Y PESADO	64
FIGURA. 6. 5. ÁREA DE ENVASADO PESADO, VISTA DE ATRÁS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA. 2. 1. PRODUCTOS ELABORADOS EN LA PLANTA INAEXPO	13
TABLA. 3. 1. ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS SENSORES	27
TABLA. 3. 2. ESPECIFICACIONES GENERALES PLC	28
TABLA. 3. 3. ESPECIFICACIONES TERMINAL DE OPERADOR	29
TABLA. 3. 4. CARACTERÍSTICAS CPU	29
TABLA. 4. 1. MAPA DE MEMORIA	32
TABLA. 4. 2. MAPA DE MEMORIAS ACUMULADORES	33
TABLA. 4. 3. TABLA DE DIRECCIONAMIENTO DEL OPC	42
TABLA. 4. 4. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	44
TABLA. 4. 5. CONFIGURACIÓN DE GRUPOS	45
TABLA. 4. 6. DATOS ALMACENADOS	45
TABLA. 5. 1. MODELOS DE PLC'S COMPACTOS MITSUBISHI	48
TABLA. 5. 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES HMI	49
TABLA. 5. 3. ELEMENTOS SENSORES	50
TABLA. 6. 1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	61
TABLA. 6. 2. PRUEBAS DE CONTEO PALMITO	61
TABLA. 6. 3. PRUEBAS DE CONTEO ENVASES	62

GLOSARIO

HACCP.- son las siglas de **Hazard Analysis Critical Control Point**, que traducido es el “análisis de peligros y puntos críticos de control”, es un sistema preventivo que de forma lógica y objetivo permiten garantizar la seguridad alimentaria. Se aplican a todas las industrias que fabriquen materiales que mantengan contacto con alimentos.

FDA.- es la agencia de medicamentos y alimentos del gobierno de EEUU **Food and Drug Administration**.

PLC.- controlador lógico programable, dispositivos diseñados para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real.

HMI.- interfaz hombre máquina, permite la interacción entre humanos y máquinas, aplicable en procesos de automatización.

SCADA.- acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Es un software especialmente diseñado para la visualización y control de dispositivos industriales.

Touch Screen.- es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo.

RS-485.- es un estándar de comunicaciones en bus de la capa de nivel física del Modelo OSI.

ETHERNET.- es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD.

TCP/IP.- es un conjunto de protocolos de red en los que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras.

NEMA.- es un organismo que representa a la asociación nacional de fabricantes eléctricos, y es responsable de numerosos estándares industriales.

IEC.- es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas (International Electrotechnical Commission).

IP.- es un estándar alfa numérico que clasifica los diferentes grados de protección de los materiales que contienen al dispositivo eléctrico o electrónico.

PBT.- es un polímero cristalino termoplástico que se utiliza en la industria eléctrica y electrónica como aislante.

OPC.- es una serie de estándares de comunicación de datos en tiempo real entre diferentes dispositivos de diferentes marcas. OLE process control OPC.

OLE.- de la siglas en inglés Object Linking and Embedding, es una tecnología desarrollada por Microsoft que permite integrar y vincular documentos y otros objetos.

ODBC.- open data base connectivity, es un software estándar que proporciona una interfaz para acceder a sistemas de gestión de bases de datos, es independiente a los lenguajes de programación.

SQL.- es un lenguaje de consulta estructurado, lenguaje declarativo de acceso a las bases de datos que permite realizar operaciones, consultas y cambios, sobre estas.

MSDE.- Microsoft SQL Server Desktop Engine, es un sistema de gestión de base de datos relacional desarrollado por Microsoft.

Hoja de recepción

El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, _____ del 2010.

Elaborado por:

Milton Alejandro Jaramillo Argüello

Número de páginas: 87

Autoridad:

Ing. Víctor Proaño

Coordinador de la Carrera

ÍNDICE DE DATA SHEETS

ⁱ <http://es.wikipedia.org/wiki/ODBC>