

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica



**“INTERFAZ DE ADQUISICIÓN AUTOMÁTICA DE DATOS
PARA OPTIMIZAR LA SUPERVISIÓN Y CÁLCULO DE
PRODUCCIÓN DE UNA ENVASADORA DE CEREALES
FABRIMA EN EL ÁREA DE ENVASADO DE LA
EMPRESA GLOBAL ALIMENTOS S.A.C”**

TESIS PROFESIONAL PRESENTADA POR

BACH. JOEL MARTÍN DIAZ MIMBELA

BACH. DAVID ORLANDO FLORES HEREDIA

COMO REQUISITO
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

Lambayeque, Perú.

Junio del 2015.

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica



“INTERFAZ DE ADQUISICIÓN AUTOMÁTICA DE DATOS PARA OPTIMIZAR LA SUPERVISIÓN Y CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE UNA ENVASADORA DE CEREALES FABRIMA EN EL ÁREA DE ENVASADO DE LA EMPRESA GLOBAL ALIMENTOS S.A.C”

TESIS PROFESIONAL PRESENTADA POR

BACH. JOEL MARTÍN DIAZ MIMBELA
BACH. DAVID ORLANDO FLORES HEREDIA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO

JURADO CALIFICADOR

Ing. Manuel Ramírez Castro

PRESIDENTE

Ing. Víctor O. Jara Sandoval

SECRETARIO

Ing. Lucía I. Chamán Cabrera

VOCAL

Tesis Profesional sustentada por
Bach. Joel Martín Díaz Mimbela
Bach. David Orlando Flores Heredia
Como requisito para obtener el título de
Ingeniero Electrónico

Verificada y aceptada por la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

Ing. Manuel Ramírez Castro
Presidente

Ing. Víctor O. Jara Sandoval
Secretario

Ing. Lucía I. Chamán Cabrera
Vocal

Ing. Julio Quispe Rojas
Asesor

Junio del 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos el espíritu de vida, y por brindarnos la sabiduría para lograr cada uno de nuestros objetivos.

A nuestras familias porque nos alentaron cada día a seguir con nuestra meta, por sus consejos y su amor.

INDICE GENERAL

| | |
|---|----------|
| INDICE GENERAL..... | i |
| INDICE DE IMÁGENES..... | v |
| INDICE DE CUADROS..... | vi |
| RESUMEN..... | vii |
| ABSTRAC..... | ix |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 2 |
| 1.1. ASPECTO DE LA INFORMATIVO..... | 3 |
| 1.1.1. Título..... | 3 |
| 1.1.2. Personal Investigador..... | 3 |
| 1.1.3. Área de Investigación..... | 3 |
| 1.1.4. Lugar de Ejecución..... | 3 |
| 1.1.5. Duración Estimada..... | 3 |
| 1.2. ASPECTO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 4 |
| 1.2.1. Planteamiento del Problema Científico..... | 4 |
| 1.2.2. Revisión Bibliográfica..... | 4 |
| 1.2.2.1. Antecedentes..... | 4 |

| | |
|---|-----------|
| 1.2.3. Formulación del Problema Científico | 5 |
| 1.2.4. Objetivos | 6 |
| 1.2.4.1 Objetivo General | 6 |
| 1.2.4.1 Objetivos Específicos | 6 |
| 1.2.5. Justificación e Importancia..... | 6 |
| 1.2.6. Hipótesis | 7 |
| 1.2.6.1 Hipótesis General..... | 7 |
| 1.2.6.2. Hipótesis Específicas | 7 |
| 1.2.7. Definición de términos y conceptos | 8 |
| 1.2.8. Operacionalización de variables | 10 |
| 1.2.9 Tipo de investigación | 11 |
| 1.2.10 Diseño de Contrastación de Hipótesis | 11 |
| 1.2.11 Población y Muestra de estudio | 12 |
| 1.2.12 Problema actual y causas (Diagrama) | 12 |
| MARCO TEÓRICO | 14 |
| 2.1. INDUSTRIA ALIMENTARIA..... | 15 |
| 2.1.1 Industria de Cereales..... | 15 |
| 2.1.2 Proceso de Envasado..... | 17 |
| 2.1.2.1 Envasado de materiales a granel | 17 |
| 2.1.3 Maquina Envasadora | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.4 Envasadora Flexibag Bi/BC 260 de Oyster Fabrima..... | 19 |
| 2.2. SISTEMAS DE CONTROL..... | 21 |
| 2.2.1 Sistemas SCADA..... | 21 |
| 2.3. COMUNICACIÓN INDUSTRIAL | 24 |
| 2.3.1 Nivel de Campo..... | 25 |
| 2.3.2 Nivel de Célula | 25 |
| 2.3.3 Nivel de Proceso | 25 |
| 2.3.4 Nivel de Planta | 26 |
| 2.3.5 Nivel de Corporación..... | 26 |
| 2.4. ARQUITECTURA DE AUTOMATIZACIÓN ROCKWELL | |
| AUTOMATION | 27 |
| 2.4.1 Plataforma CompactLogix..... | 29 |
| 2.4.2 Módulos de E/S y Comunicación CompactLogix | 30 |
| 2.4.3 Plataforma SoftLogix..... | 31 |
| 2.4.3.1 Software de Programación RSLogix 5000 | 31 |
| 2.4.3.2 Instrucción Add-on | 33 |
| 2.4.4 Software RSLinx Gateway | 48 |
| 2.4.5 Factory Talk View Machine Edition | 49 |
| 2.5. REDES LAN INDUSTRIALES..... | 50 |
| 2.5.1 Ethernet Industrial..... | 51 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.2 Medio de transmisión de la Red Ethernet | 51 |
| DISEÑO, MATERIALES Y MÉTODOS | 52 |
| 3.1. DISEÑO DEL PROCESO | 53 |
| 3.1.1 Descripción y funcionamiento del Proceso | 53 |
| 3.2. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA..... | 54 |
| 3.3. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROYECTO | 55 |
| 3.4. DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIÓN | 56 |
| 3.5. DISEÑO DEL SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS | 58 |
| 3.5.1 RSLOGIX 5000 | 59 |
| 3.6. ELABORACIÓN DEL SOFTWARE DE SUPERVISIÓN | 66 |
| 3.6.1 FACTORY TALK..... | 66 |
| 3.7. DESARROLLO DE PILOTO DE PRUEBA | 71 |
| 3.8. SUSTENTO ECONOMICO DEL PROYECTO..... | 84 |
| RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 88 |
| 4.1. RESULTADOS | 89 |
| 4.2. CONCLUSIONES..... | 89 |
| 4.3. RECOMENDACIONES..... | 90 |
| BIBLIOGRAFÍA | 92 |
| ANEXOS | 94 |

INDICE DE IMÁGENES

| | | |
|--------|--------|---|
| Imagen | # 01 : | Cuadro de Proceso de Industria de Cereales |
| Imagen | # 02 : | Envasado de cereales a granel |
| Imagen | # 03 : | Diagrama de bloques del proceso de envasado |
| Imagen | # 04 : | Maquina Envasadora Flexibag Fabrima |
| Imagen | # 05 : | Formato de bolsas en una envasadora Flexibag |
| Imagen | # 06 : | Esquema básico de un Sistema SCADA |
| Imagen | # 07 : | Imagen de un MTU |
| Imagen | # 08 : | Imagen de un RTU's |
| Imagen | # 09 : | Estructura Jerárquica de las Comunicaciones Industriales |
| Imagen | # 10 : | Estructura Jerárquica de las Comunicaciones Industriales II |
| Imagen | # 11 : | Arquitectuta Rockwell Automation |
| Imagen | # 12 : | Controladores Allen Bradley |
| Imagen | # 13 : | Descripción general de un sistema CompactLogix |
| Imagen | # 14 : | Módulos CompacLogix L32E |
| Imagen | # 15 : | Software RSlogix 5000 |
| Imagen | # 16 : | Instrucción ADD-On |

| | | | |
|--------|------|---|-----------------------------------|
| Imagen | # 17 | : | Entorno RSlinx |
| Imagen | # 18 | : | Entorno gráfico Factory Talk View |
| Imagen | # 19 | : | Red de comunicación IP |
| Imagen | # 20 | : | Layout de equipo |
| Imagen | # 21 | : | Cangilón Central |

INDICE DE CUADROS

| | | | |
|--------|------|---|-----------------------------------|
| Cuadro | # 01 | : | Cuadro de Disponibilidad de línea |
| Cuadro | # 02 | : | Cuadro de sustento económico |

RESUMEN

La presente investigación está orientada a diseñar y demostrar mediante un piloto, una interfaz de adquisición automática de datos para optimizar la supervisión y cálculo de la producción en una envasadora Fabrima en el proceso de envasado en la empresa Global Alimentos S.A.C; con la que garantiza que el área administrativa del área de envasado tenga una clara visión de las características del proceso y avance del mismo, el cual conllevaría a un mejor control del personal operativo, generando un mayor compromiso y mejor control de la producción en dicha área.

El proyecto está centrado en captar la señal del cangilón central de la envasadora Fabrima, el cual es enlazado a través del PLC Allen Bradley Compact Logix L32E; esta señal es enviada vía wifi mediante Access point, la cual es traducida a datos de producción por el software de adquisición y traducción de datos; finalmente esta información es almacenada con la cual se elaboran reportes del estado de la producción en tiempo real.

Este proyecto reduce en un gran porcentaje las horas de parada por demora en el área de envasado, ya que al ser contabilizadas las horas de producción de la envasadora y al hacerle seguimiento al porcentaje de utilización de la envasadora, no da cabida a que el operador las justifique erróneamente. También vemos que el proyecto es rentable, ya que el VAN es mayor a 0.

El alcance de esta investigación es de tipo tecnológica formal, donde se establece la repercusión de la variable dependiente frente a la independiente de forma de que nos permitiera a los investigadores contrastar la hipótesis de investigación: “Si desarrollamos una interfaz de adquisición automática de datos entonces nos permitirá optimizar la supervisión y cálculo de una envasadora Fabrima en la empresa Global Alimentos S.A.C”

Finalmente se pudo concluir que la investigación realizada permitió demostrar que el desarrollo de la interfaz automática de datos ayudará a una optimización y mejor control de la producción en el proceso de envasado; así como también que este sea un proyecto factible y rentable para la empresa Global Alimentos S.A.C.

.

ABSTRAC

This research is oriented to design and demonstrate through a pilot, an interface for automatic data acquisition and monitoring to optimize production calculation in a Fabrima packaging in the packaging process in the company Global Food SAC; with ensuring the administrative area of the packaging area has a clear view of the characteristics of the process and progress of the same, which would lead to better control of operating personnel, generating greater commitment and better control of the production in that area .

The project is focused on capturing the signal from the central Bucket Fabrima packaging, which is linked via PLC Allen Bradley Compact Logix L32E; This signal is sent wirelessly through access point, which is translated to production data acquisition software and data translation; finally this information is stored with which reports production status are produced in real time.

This project reduced by a large percentage stop times for delay in the packaging area, since being accounted production hours of the packaging and to track the percentage of use of the packaging, does not accommodate the operator justifying wrong. We also see that the project is profitable, as the NPV is greater than 0.

The scope of this research is formal technological type, where the impact of the dependent variable versus independent so that researchers allow us to research the hypothesis states: "If we develop an interface for automatic data acquisition time It will allow us to optimize the monitoring and calculation of packaging in the company Fabrima Global Food SAC "

Finally it was concluded that the research helped to show that the development of automatic data interface help optimization and better control of production in the packaging process; and this also to be a feasible and profitable project for Global Food SAC company.

INTRODUCCIÓN

La automatización constituye uno de los objetivos de mayor importancia dentro de la industria que busca siempre una mayor competitividad en un entorno cambiante, la cual nos brinda un soporte para el desarrollo de diversas aplicaciones y alcance de las mismas.

La presente investigación se desarrolló para la empresa Global Alimentos S.A.C ubicada en Ñaña – Chaclacayo (Lima), la cual se dedica al procesamiento de cereales en sus distintas variedades y presentaciones a través de la más alta tecnología.

Se realizó una evaluación de unos de sus procesos más importantes (el envasado) y se identificó como principal problema a la falta de optimización en su proceso, es decir que parte de su proceso no les permitía tener una adquisición automática de datos que les permitiera optimizar la supervisión y cálculo de su producción en sus envasadoras Fabrima.

La presente se ha realizado con el objetivo de desarrollar una interfaz de adquisición automática de datos que permita optimizar la supervisión y cálculo de la producción en el área de envasado de dicha empresa.

El desarrollo de esta investigación resulta de vital importancia a la empresa ya que le viene generando gastos de tiempo y dinero en el cálculo de su producción y en la optimización de su proceso productivo.

Los experimentadores establecieron como hipótesis: “Si se desarrolla una interfaz de adquisición automática de datos entonces se obtendrá una optimización en la supervisión y cálculo de la producción en una envasadora fabrima en la empresa Global Alimentos S.A.C”



CAPÍTULO I

ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. ASPECTO DE LA INFORMATIVO

1.1.1. Título

“INTERFAZ DE ADQUISICIÓN AUTOMÁTICA DE DATOS PARA OPTIMIZAR LA SUPERVISIÓN Y CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE UNA ENVASADORA DE CEREALES FABRIMA EN EL ÁREA DE ENVASADO DE LA EMPRESA GLOBAL ALIMENTOS S.A.C.”

1.1.2. Personal Investigador

Bach. Joel Martín Díaz Mimbela

Código : 062266-E
E-mail : joel100289@gmail.com
Teléfono : 994854855

Bach. David Orlando Flores Heredia

Código : 065708-I
E-mail : davidfh6@gmail.com
Teléfono : 970222328

1.1.3. Área de Investigación

Área de Control y Automatización.

1.1.4. Lugar de Ejecución

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque.

1.1.5. Duración Estimada

Seis Meses aproximadamente.

1.2. ASPECTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Planteamiento del Problema Científico

La empresa Global Alimentos S.A.C localizada en la carretera central Km 18.5 Ñana – Chaclacayo cuenta con una de las plantas más moderna de Latinoamérica dedicada a la fabricación y procesamiento de alimentos hechos a base de cereales siguiendo los más altos estándares de inocuidad e higiene, preservando la calidad de sus productos a través de la más avanzada tecnología; tiene en el proceso de envasado una de las etapas más importantes de su proceso y a la vez de gran déficit de optimización.

La recolección de datos de su producción diaria en su envasadora Fabrima es manual, el cual viene generando una deficiencia en una de sus etapas finales de su proceso productivo.

Por consiguiente se darán soluciones a esta deficiencia tratando de desarrollar una interfaz de adquisición automática de datos que nos permita lograr una mejor optimización en la recolección de datos y cálculo de su producción.

1.2.2. Revisión Bibliográfica

1.2.2.1. Antecedentes

- LEIDY JOHANA, OLARTE SILVA Y JAIME ALFONSO, RODRIGUEZ DELGADO (2011)

Diseño e implementación del Sistemas Scada Factory Talk View de Allen Brandley a una máquina prototipo de embalaje en el laboratorio de automatización de procesos de la universidad Pontificia Bolivariana-Bucaramanga.

En la presente tesis expone la implementación del sistema scada con el software Factory Talk para la máquina prototipo de embalaje que implicó la

evaluación de la instrumentación asociada al proceso y su estructura mecánica.

- ING. JAVIER, ABONZA COVARRUBIAS (2008)

Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de datos para el ahorro de Energía Eléctrica, para obtener el grado de Maestro en Ciencias de Ingeniería de Cómputo con opción en Sistemas Digitales, en el Instituto Politécnico Nacional. México D.F

En la presente tesis se describe el consumo no regulado en la industria nacional de México a causa de la inadecuada optimización y planificación de recursos.

Para ello se desarrolló un Sistema de Adquisición de Datos y Control supervisorio “SCADA” encargado de administrar el consumo energético de una empresa.

- ENZO ELISEO, GUTIÉRREZ INOSTROZA (2008)

Estudio de aplicación de los estándares Profibus y Fieldbus de comunicaciones industriales como solución de red de campo y proceso en una Planta Industrial, para optar el título de Ingeniero Electrónico en la Universidad Austral de Chile, Valdivia – Chile.

En la presente investigación se da a conocer la importancia de los sistemas de comunicación digital dentro de procesos industriales, y de manufactura y a su vez analizar la gran prestación tecnológica involucrada al aprovechamiento de información en la evolución en redes de comunicación y tecnología Ethernet directamente relacionada.

1.2.3. Formulación del Problema Científico

¿Cómo mejorar la recolección manual de datos de producción de una envasadora de cereales fabrima en el área de envasado de la empresa Global Alimentos S.A.C?

1.2.4. Objetivos

1.2.4.1 Objetivo General

Diseñar una interfaz de adquisición automática de datos para optimizar la supervisión y cálculo de producción de la empresa global alimentos S.A.C.

1.2.4.1 Objetivos Específicos

- Identificar las características del sistema y funcionamiento de la etapa de envasado en la empresa Global Alimentos S.A.C
- Desarrollar un sistema de adquisición de datos en tiempo real para automatizar la recolección de información de la producción.
- Probar el funcionamiento generando reportes de datos que permitan mostrar en tiempo real, la información de la producción.

1.2.5. Justificación e Importancia

La investigación desarrollada tiene una justificación práctica.

Siendo el área de envasado una etapa muy importante en el proceso productivo, actualmente la supervisión de producción de una de sus envasadoras FABRIMA en el área de Envasado es de manera convencional es decir, el Jefe de Producción de envasado se encarga de recopilar los datos obtenidos a través de su personal (Operadores). Estos operadores por motivos desconocidos, suelen tabular datos erróneos ocasionando que exista un desbalance en la producción total.

Los desbalances ocasionan cuantitativas pérdidas a la empresa, como son: pérdidas por mano de obra, pérdidas de materia prima, pérdidas por utilización de maquinaria y todos los factores que intervienen en el proceso de producción.

Esto hace que la supervisión de producción se vuelva deficiente, y no tenga la veracidad adecuada para la toma de decisiones, ya que no se llega a cumplir la meta de producción planeada desde el inicio.

Por lo expuesto surge la necesidad de desarrollar una interfaz de adquisición automática de datos, para optimizar la supervisión y cálculo de producción de una envasadora de cereales Fabrima; siendo esta beneficiosa para el área de envasado en la toma de decisiones y cálculo de producción.

1.2.6. Hipótesis

1.2.6.1 Hipótesis General

Si se desarrolla una interfaz de adquisición automática de datos entonces optimizaremos la supervisión y cálculo de producción de una envasadora de cereales Fabrima en el área de envasado de la empresa global alimentos S.A.C

1.2.6.2. Hipótesis Específicas

- Si es posible realizar una evaluación de mejora del proceso mediante el desarrollo de la interfaz de adquisición de datos.
- Si se desarrolla la interfaz de adquisición automática entonces podremos reducir costos en la empresa.

- Si se desarrolla una simulación del proceso mediante la interfaz automática entonces se podrá mejorar la proyección del volumen de la producción y mejora en la toma de decisiones.
- Si se simula una red inalámbrica entonces podemos obtener una supervisión telemétrica del proceso.

1.2.7. Definición de términos y conceptos

Industria:

Hace referencia al grupo de operaciones que se desarrollan para obtener, transformar o transportar materia prima hasta convertirlas en productos adecuados para satisfacer las necesidades del hombre.

Cereal:

Constituyen los granos o frutos de una familia de plantas herbáceas conocidas como gramíneas.

Envasadora vertical:

Máquina automática de envasado, que utilizan una sola bobina de film para la realización de la envuelta y conforman el envase con tres soldaduras, dos transversales y una longitudinal. Su principal campo de aplicación son productos sueltos, granulados, pastosos o de muy difícil manipulación.

Optimización:

Es el proceso de modificar un sistema para mejorar su eficiencia o el uso de los recursos disponibles.

Interfaz:

Es una conexión entre dos máquinas de cualquier tipo, a las cuales les brinda un soporte para la comunicación a diferentes estratos.

Protocolo de comunicación:

Es una serie de normas que usan los equipos informáticos para gestionar sus diálogos en los intercambios de información. Dos equipos diferentes de marcas diferentes se pueden comunicar sin problemas en el caso en que usen el mismo protocolo de comunicaciones.

Telemetría:

La telemetría es el uso de equipos eléctricos o electrónicos para detectar, acumular y procesar datos físicos, para después transmitirlos a una estación remota donde pueden procesarse y almacenarse.

Telecontrol:

Muy ligado a la telemetría se tiene al telecontrol, es decir una vez recibidas y procesadas las señales o variables de campo, se procede a modificar las condiciones de operaciones de los procesos de acuerdo con un plan preestablecido o de acuerdo a las circunstancias.

TIR:

Denominada Tasa Interna de retorno, es un indicador de rentabilidad de un proyecto que se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Que se lee a mayor TIR mayor rentabilidad.

VAN:

Es el valor neto actual de una inversión, es una medida de la rentabilidad absoluta neta que proporciona el proyecto.

1.2.8. Operacionalización de variables

Variable # 01: Interfaz de adquisición automática de datos.

El desarrollo de la interfaz de adquisición de datos es el conjunto de software, técnicas e instrumentos que aplicados a un sistema de control nos ayudará en la performance del proceso de envasado y su mejor control.

Variable # 02: Optimización en la Supervisión y Cálculo de producción de una envasadora de cereales Fabrima.

| VARIABLES | INDICADORES | TÉCNICAS EMPLEADAS |
|--|--|--|
| VARIABLE INDEPENDIENTE ❖ Interfaz de adquisición automática de datos | -Monitorización del sistema. -Simulación del sistema scada. -Comunicación de procesos. | Observación estructurada y sistemática |
| VARIABLE DEPENDIENTE ❖ Optimización en la supervisión y cálculo de una envasadora Fabrima | -Costos de producción. -Tiempo de producción. -Comparación de performance. | Observación estructurada y sistemática |

La optimización del proceso de una envasadora es el resultado que nosotros obtenemos de desarrollar una interfaz de adquisición de datos con el fin de

mejorar la supervisión y cálculo de su producción y a la vez obtener una gestión mejorada de sus recursos.

1.2.9 Tipo de investigación

A) Investigación Teórica

i. Investigación Teórica Empírica:

Porque se hace uso de experiencias y datos obtenidos a nivel de campo (empresa Global Alimentos S.A.C), todo esto para poder lograr explicaciones racionales y fundadas del correcto funcionamiento del sistema de monitoreo scada en el proceso de envasado.

B) Investigación Tecnológica

i. Investigación Tecnológica Formal:

Porque el proceso investigado se encuentra en el campo de la Inteligencia artificial; así como también de la programación y el análisis de sistemas, todo esto centralizado en un sistema de supervisión y control de un determinado proceso (envasado).

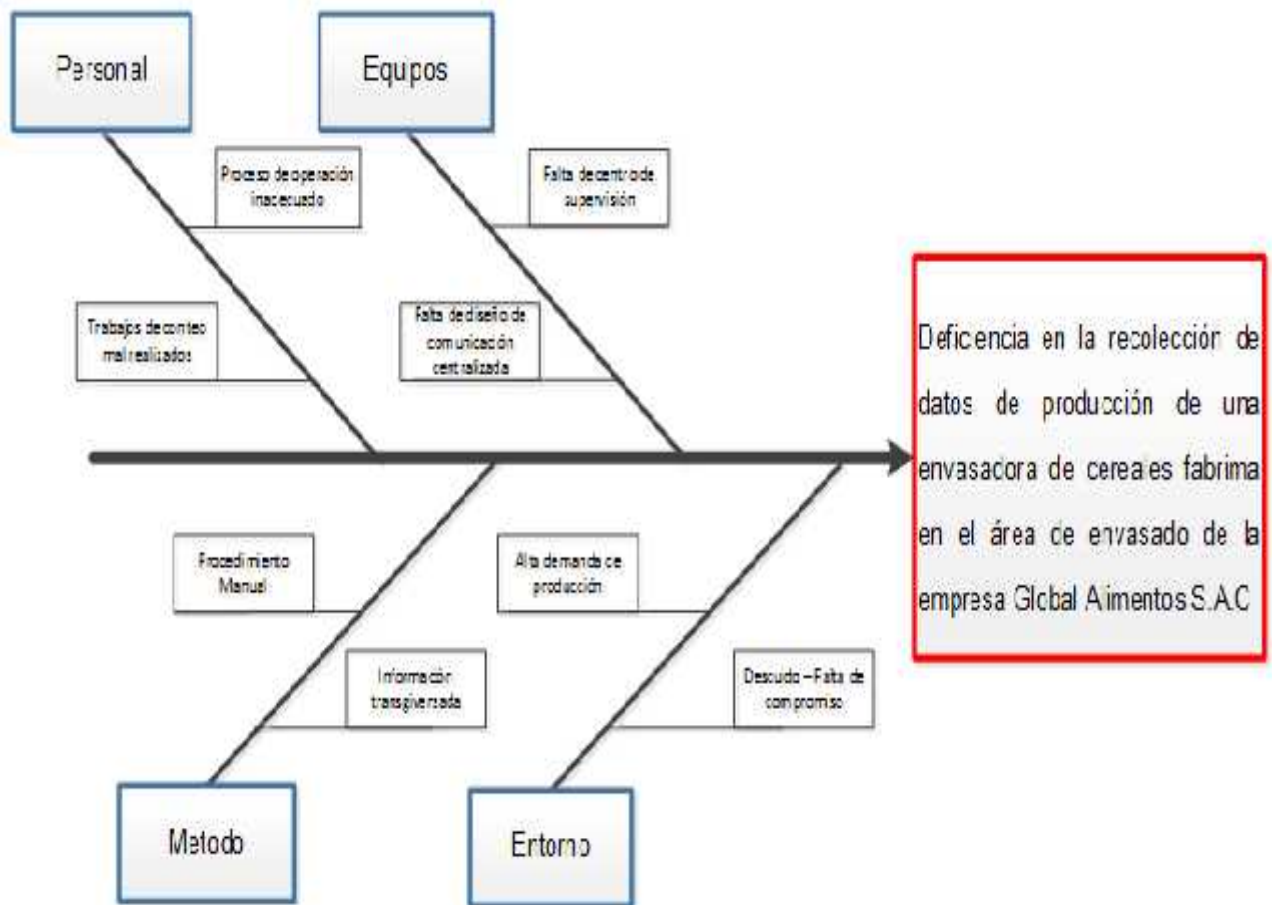
1.2.10 Diseño de Contrastación de Hipótesis

Si se desarrolla una interfaz de adquisición automática de datos ayudaremos a calcular y supervisar la producción de una envasadora Fabrima de manera más eficiente; entonces beneficiará a la supervisión y cálculo de producción del área de envasado de la empresa global alimentos S.A.C., reduciendo las horas de parada por demora y ayudando a no generar tiempos muertos.

1.2.11 Población y Muestra de estudio

La población Universo/Muestra es una envasadora del área de embolsado de la empresa Global Alimentos S.A.C

1.2.12 Problema actual y causas (Diagrama)



Descripción de las posibles causas del problema:

Por sus características principales un diagrama causa-efecto es muy útil cuando se requiere compartir conocimientos sobre múltiples relaciones de causa-efecto.

Obtener teorías y obtener una estructuración lógica de muchas ideas dispersas que nos permitan llegar a las posibles causas de un determinado problema y sus posibles soluciones.

De esta lluvia de ideas se llegó a las principales causas que nos lleva a la falta o deficiencia en la recolección de datos.

- Un proceso de operación inadecuado del personal.
- Trabajos de conteo mal realizado por el personal.
- Procedimiento manual en su metodología.
- Información tergiversada.
- Falta de un centro de supervisión de sus equipos.
- Falta de diseño de comunicación centralizada en sus equipos.
- Alta demanda de producción en su entorno.
- Falta de compromiso.

El grupo investigador en base a esta tormenta de ideas plasmada en el diagrama Ishikawa pudo obtener las posibles causas que relejan el problema planteado para la investigación y el cual se desarrollará en torno a estos puntos.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. INDUSTRIA ALIMENTARIA

Es la encargada de transformar los productos procedentes del sector agropecuario, es decir de la agricultura y la ganadería.

Desde sus inicios a principios del siglo XIX, esta industria evolucionó hasta alcanzar una gran diversidad y complejidad.

2.1.1 Industria de Cereales

La finalidad de la industria de los cereales es obtener alimentos tan básicos en la alimentación humana como son el pan, las pastas alimenticias y la harina, y otros no tan básicos, pero no por ello menos importantes, como la bollería, pastelería, etc.

Los granos de cereal son los frutos de las plantas cultivadas de la familia de las gramíneas, con el nombre botánico de carióspside.

Los productos derivados del cereal son productos preparados total o parcialmente con cereales y junto con otros ingredientes.

Los cereales constituyen, desde hace milenios, la fuente principal de alimentos para el ser humano. Los más importantes en cuanto a producción son el trigo, arroz y maíz, que suman el 75 % de la producción total.

El trigo y el arroz constituyen el alimento básico de las 4/5 partes de la población mundial. El ser humano consume trigo principalmente en forma de pan y otros horneados. El arroz es el alimento básico para la mitad de la humanidad, así como también lo es el maíz para algunos países.

Tradicionalmente el mercado de cereales peruano se encontraba en dominio de dos marcas extranjeras (kellogg's y Nestlé) y era casi un privilegio de los sectores alto de la población.

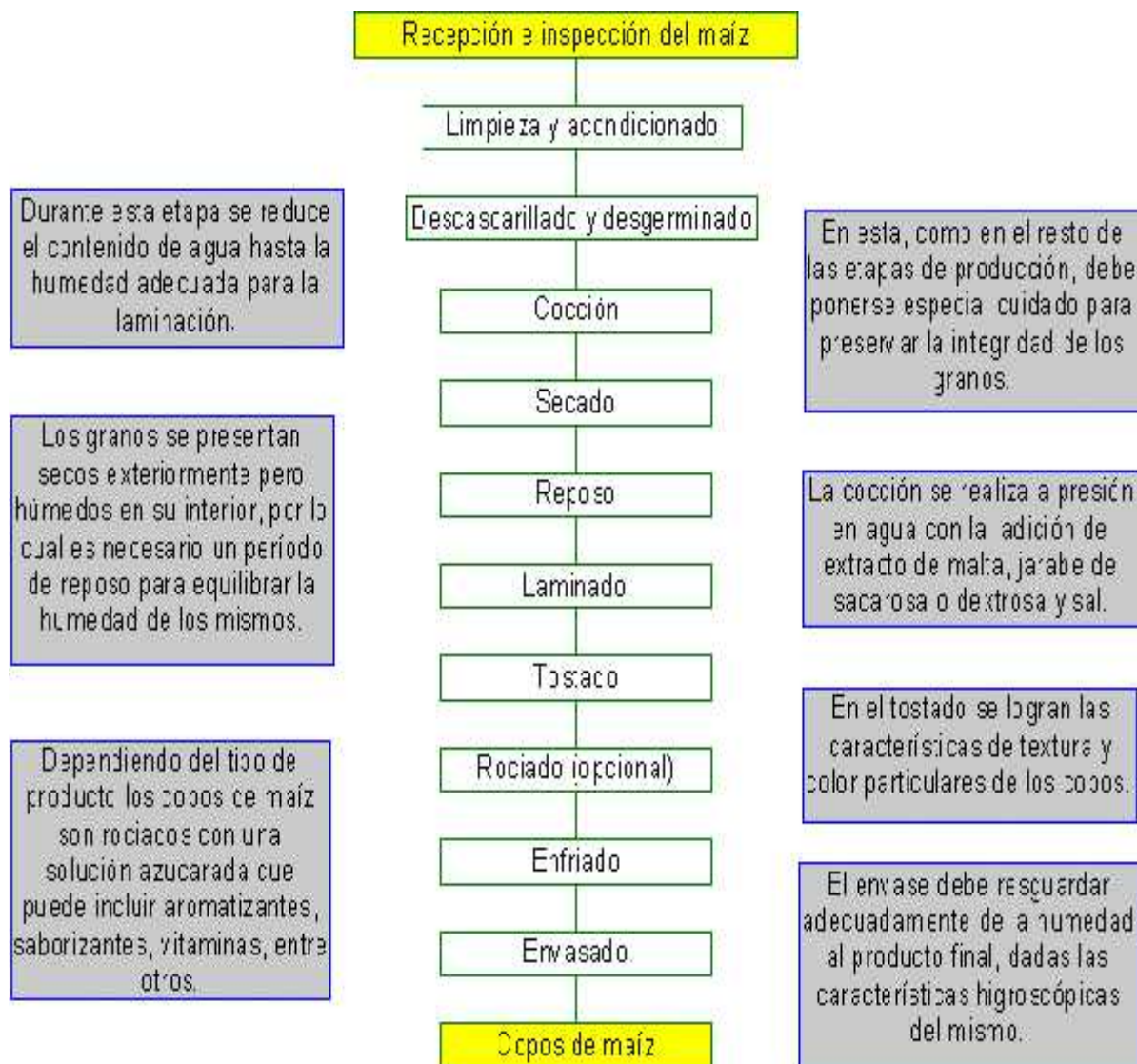


Figura # 01 : Cuadro de Proceso de Industria de Cereales

2.1.2 Proceso de Envasado

La industria del envasado precisa sensores y sistemas de sensores concebidos para desempeñar funciones complejas que cambian frecuentemente y cumplir los requisitos, cada vez más exigentes.

2.1.2.1 Envasado de materiales a granel

Este tipo de envasado muy común en empresas del rubro alimenticio (cereales), emplea en su proceso maquina envasadoras verticales controladas por sensores que a su vez controlan el corte de las bolsas o sacos, regulan su llenado y comprueban la fecha límite de venta.

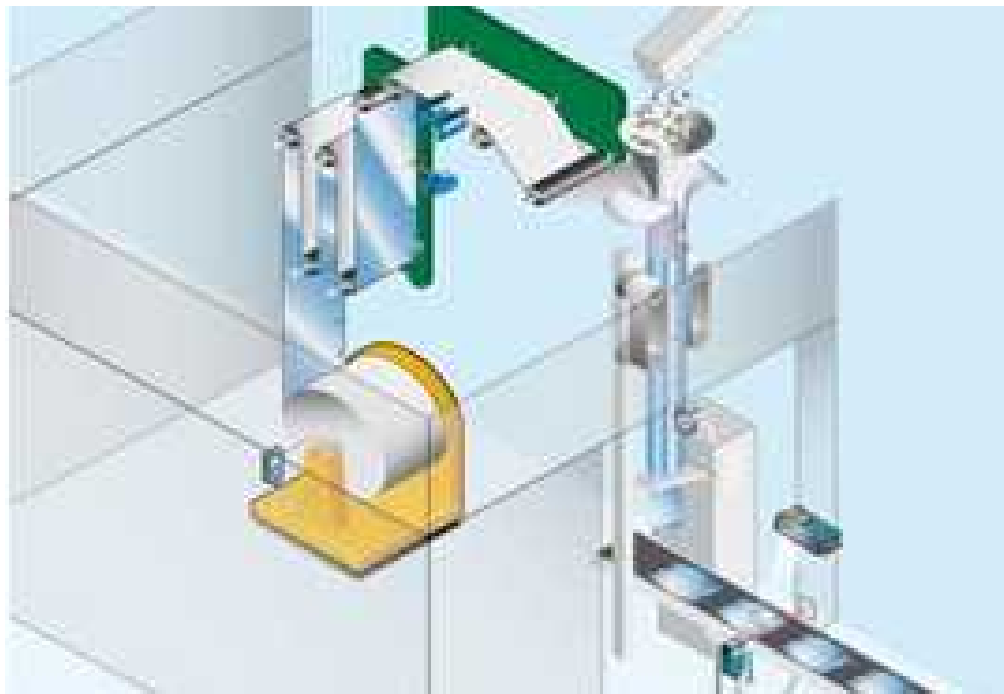


Figura # 02 : Envasado de cereales a granel

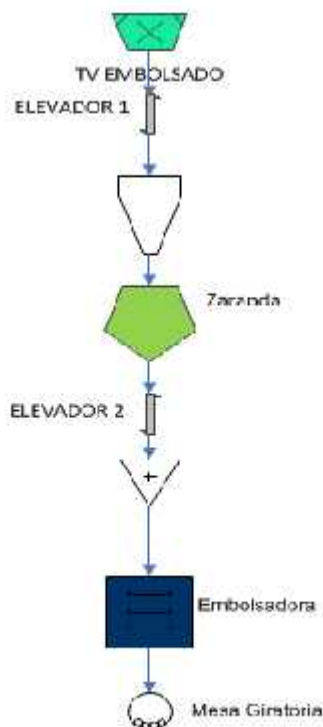


Figura # 03 : Esquema del proceso de envasado

2.1.3 Maquina Envasadora

Las máquinas de envasado tienen la función principal de combinar el material de envase y el producto a envasar en una unidad simple. El motivo principal por el cual se usa una máquina de envasado es para evitar desperdiciar el producto y, sobre todo, para que el producto envasado este protegido y tenga una buena presentación.

Actualmente existen muchas variables de las máquinas de envasado, una de ellas es la envasadora vertical. Cuando se hace referencia al término vertical, significa la dirección principal de avance del material durante la elaboración del envase. Las envasadoras tubulares verticales de la serie FlexiBag ocupan un espacio mínimo y han sido diseñadas para lograr un alto rendimiento con un

sellado reproducible. Todas las máquinas son totalmente automáticas y están dotadas del concepto Two-Mode-Tec, trabajando en funcionamiento intermitente (Bi) y/o continuo (Bc). Para un rendimiento especialmente elevado.

2.1.4 Envasadora Flexibag Bi/BC 260 de Oyster Fabrima

Corresponde a la nueva generación de máquinas verticales ya que responde a los desafíos de envases flexibles, además de las opciones conocidas, gana la versión ultra rápido, podría decirse que es la mayor capacidad de envasado de mercado.

Los variados tipos de envase exigen por su parte formatos individuales con el fin de llevar a cabo las costuras de sellado y las diferentes características de las bolsas. De este modo, las bolsas pueden satisfacer la gran mayoría de las necesidades habituales.

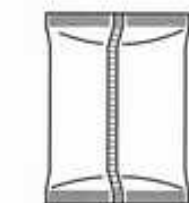


Figura # 04 : Máquina Envasadora Flexibag Fabrima

Características de una envasadora Flexibag Fabrima:

- Transporte fiable del film.
- Cambio rápido de formato.
- Líneas de envase limpias.
- Disponible en 2 tamaños con un ancho máximo de 260 mm y 400 mm de paquetes.
- La máquina puede trabajar en modo intermitente y continuo o en ambos.
- Control como paquete tecnológico sellado.
- Coste de mantenimiento mínimo.
- Disponible en todos los sistemas de dosificación, tales como cabezas multi-escala, alimentador de tornillo, tazas de alimentación, bomba de pistón.

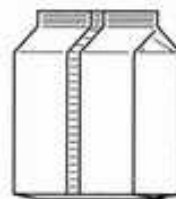
Tipos de presentaciones de acuerdo al formato:



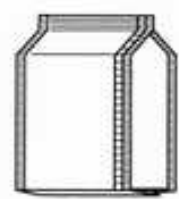
Bolsas tubulares



Bolsas tubulares
con pliegue lateral



Bolsas de
fondo estable



Bolsas
StabilPack

Figura # 05 : Formato de bolsas en una envasadora Flexibag

2.2. SISTEMAS DE CONTROL

2.2.1 Sistemas SCADA

SCADA significa: “Supervisory Control And Data Adquisition” (Control Supervisor y Adquisición de datos). Un sistema SCADA es una aplicación o conjunto de aplicaciones software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante la comunicación digital con los instrumentos y actuadores e interfaz gráfica de alto nivel con el usuario (pantallas táctiles, ratones o cursores, lápices ópticos, etc.)

Hay multitud de productos SCADA en el mercado, los cuales se pueden dividir en dos grupos:

- › Específico de cada fabricante, sólo funciona con sus productos (SCS de Omron, CXSupervisor de Omron, WinCC de Siemens, etc.)
- › Genérico, válido para productos de varios fabricantes. Necesita de software adicional para la realización de las comunicaciones (InTouch, LabView, etc.)

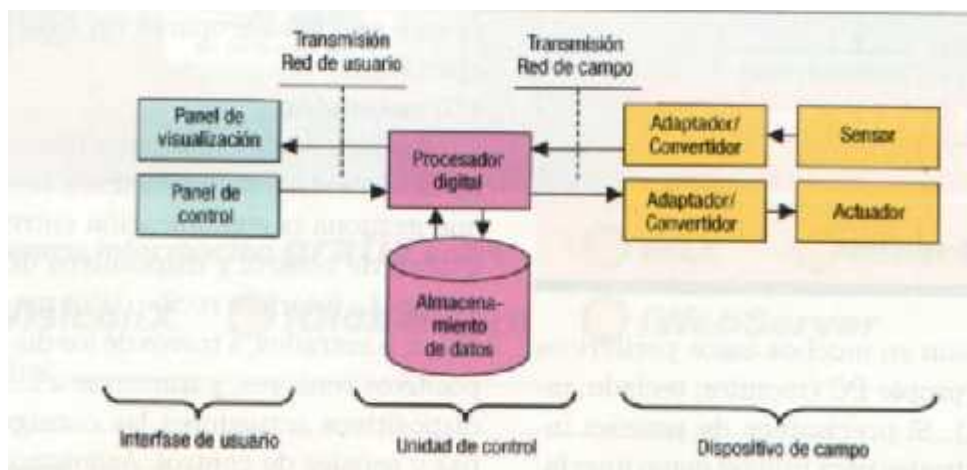


Figura # 06 : Esquema básico de un Sistema SCADA

Sus principales funciones son:

- Adquisición de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control.
- Control, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) biendirectamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.

Un SCADA está formado por:

- Ordenador Central o MTU (master terminal unit).
- Ordenadores Remotos o RTU's (remote terminal units).
- Red de comunicación.
- Instrumentación de campo.

- Ordenador Central o MTU (master terminal unit).

Se encarga de centralizar el mando del sistema haciendo uso extensivo de protocolos abiertos, lo cual permite la interoperabilidad de multiplataforma y multi-sistemas. Por lo tanto, sus tareas importantes están enfocadas a funciones específicas como almacenar datos (database server), almacenar archivos (file server), administrar y realizar el intercambio de datos en tiempo real.



Figura # 07 : Imagen de un MTU

- Ordenadores Remotos o RTU's (remote terminal units).

Conjunto de elementos dedicado a labores de control y/o supervisión de un sistema, alejados del centro de control y comunicados con éste mediante algún canal de comunicación.

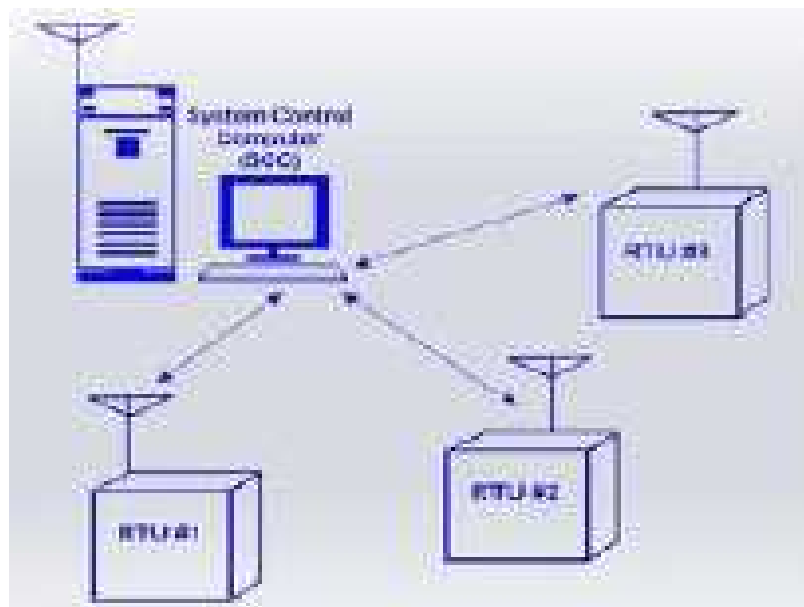


Figura # 08 : Imagen de un RTU's

Algunos de los programas SCADA, o que incluyen SCADA como parte de ellos, son:

- Aimax, de Desin Instruments S.A.
- CUBE, Orsi España S.A.
- FIX, de Intellution.
- Lookout, National Instruments.
- Monitor Pro, de Schneider Electric.
- SCADA InTouch, de LOGITEK.
- SYSMAC SCS, de Omron.
- Scatt Graph 5000, de ABB.
- WinCC, de Siemens.

2.3. COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Se le podría definir como: “Área de la tecnología que estudia la transmisión de información entre circuitos y sistemas electrónicos utilizados para llevar a cabo tareas de control y gestión del ciclo de vida de los productos industriales”

Deben resolver la problemática de la transferencia de información entre los equipos de control del mismo nivel y entre los correspondientes a los niveles contiguos de la pirámide CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Según el entorno donde van a ser instaladas, en un ámbito industrial existen varios tipos de redes:



Figura # 09 : Estructura Jerárquica de las Comunicaciones Industriales

2.3.1 Nivel de Campo

Incluye los dispositivos físicos presentes en la industria, como los actuadores y sensores.

2.3.2 Nivel de Célula

Incluye los dispositivos controladores como ordenadores, PLCs, PID, etc.

Gestiona mensajes cortos eficientemente, capacidad de manejar tráfico de eventos discretos, mecanismos de control de error, bajo coste de instalación y de conexión por nodo, recuperación rápida ante eventos anormales de la red y alta fiabilidad.

2.3.3 Nivel de Proceso

El tercer nivel corresponde a los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA).

2.3.4 Nivel de Planta

Llamado comúnmente nivel de planificación se encuentran los sistemas de ejecución de la producción (MES).

Suele emplearse para el enlace entre las funciones de ingeniería y planificación con las de control de producción en planta y secuenciamiento de operaciones.

Este tipo de redes debe manejar mensajes de cualquier tamaño, gestionar eficazmente errores de transmisión, cubrir áreas extensas (varios km), gestionar mensajes con prioridad y disponer de amplio ancho de banda para admitir datos de otras subredes tales como voz, video, etc.

2.3.5 Nivel de Corporación

Es la cúspide de la pirámide de las comunicaciones industriales, comúnmente llamada “nivel de gestión”, lo compone los sistemas de gestión integral de la empresa (ERP).

En este nivel superior se establecen las políticas de producción del conjunto de la empresa en función de los recursos y costes del mercado

Para redes de oficina, contabilidad y administración, ventas, gestión de pedidos, pedidos, almacén, etc. El volumen de información intercambiada es muy alto y los tiempos de respuesta no son muy críticos.

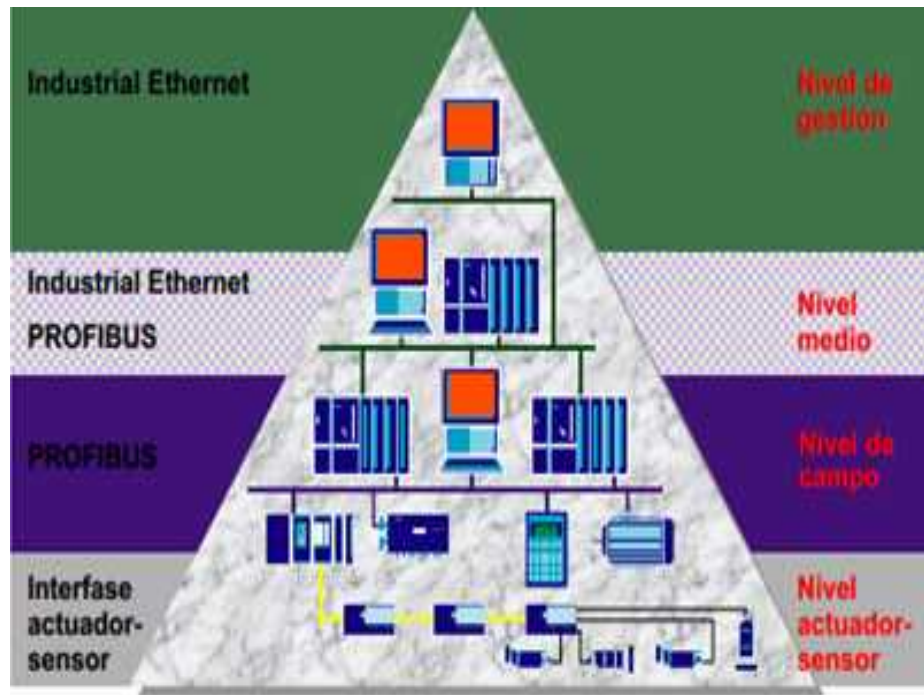


Figura # 10 : Estructura Jerárquica de las Comunicaciones Industriales II

2.4. ARQUITECTURA DE AUTOMATIZACIÓN ROCKWELL AUTOMATION

La arquitectura integrada de Rockwell Automation es una infraestructura de automatización industrial que proporciona soluciones escalables para todo el rango de disciplinas de automatización.

Esta arquitectura es posible a través de una combinación única de tecnologías de habilitación que incluyen la plataforma controlLogix, la arquitectura de red NetLinx, la plataforma de visualización View y los servicios de información y datos Factory Talk.

A diferencia de las arquitecturas tradicionales, la arquitectura integrada reduce el costo de adquisición al usar una sola infraestructura de control para toda la gama de aplicaciones de automatización de fábrica, ya sean grandes o pequeñas.



Figura # 11 : Arquitectuta Rockwell Automation

La plataforma Allen-Bradley está constituida por un conjunto de controladores, desde los PLC's inventados hace 30 años hasta la más actual tecnología incorporada el Controlador de Automatización Programable (PAC), a la cual pertenece ControlLogix.

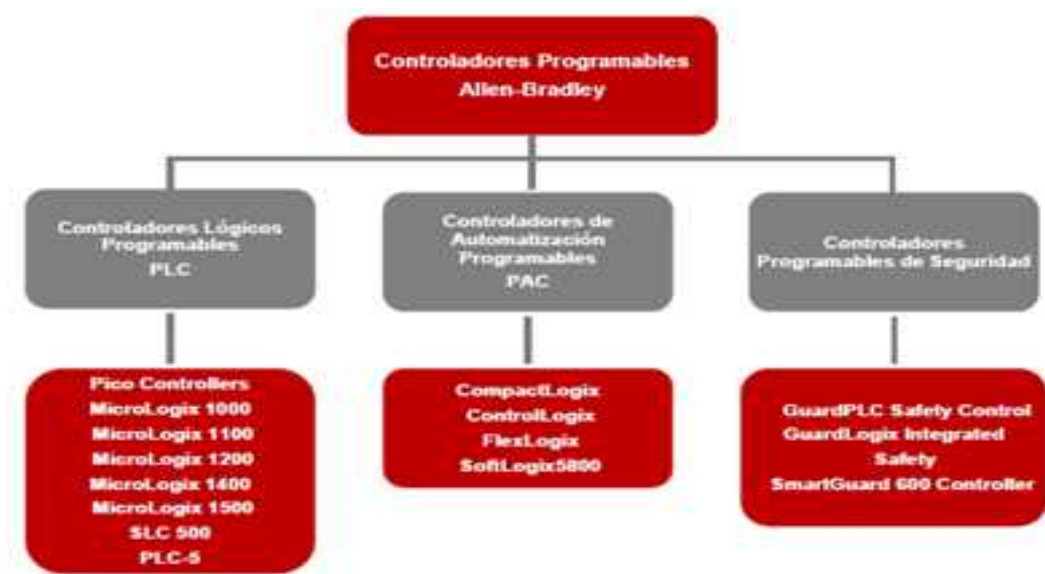


Figura # 12 : Controladores Allen Bradley

2.4.1 Plataforma CompactLogix

Las características, escalabilidad y pequeño tamaño de la plataforma CompactLogix constituyen una poderosa alternativa para control a nivel de máquina, manejo de materiales, adquisición de datos y otras aplicaciones que requieren I/O limitadas (hasta 128 puntos) y una capacidad limitada de comunicaciones.

El controlador CompactLogix ofrece control, comunicación y elementos de E/S avanzados en un paquete de control distribuido.

El controlador CompactLogix, parte de la familia de controladores logix, proporciona un sistema pequeño, eficiente y rentable que consta de lo siguiente:

- Software de programación RSLogix 5000.
- Puertos incorporados de comunicación para redes EtherNet/IP.
- Un módulo de interface de comunicación 1769-SDN proporciona control de E/S y la configuración remota de los dispositivos a través de DeviceNet.
- Un puerto serial.
- Módulos compact I/O que proporcionan un sistema de E/S compacto , montado en panel o riel DIN.

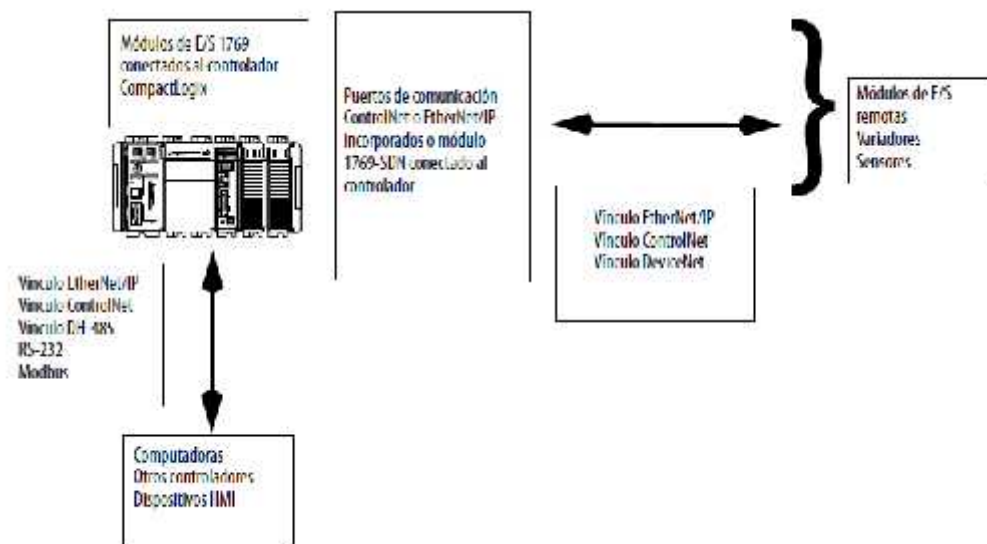


Figura # 13 : Descripción general de un sistema CompactLogix

2.4.2 Módulos de E/S y Comunicación CompactLogix

Al diseñar un sistema CompactLogix se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Dispositivos de E/S
- Una Red de Comunicación
- Controladores
- Fuentes de Alimentación y Software

| Controlador | Memoria disponible | Opciones de comunicación | Número de tareas admitidas | Número de módulos de E/S locales admitidos |
|-------------|--------------------|---|----------------------------|--|
| 1769-L35CR | 1.5 MB | 1 puerto ControlNet - admite medios redundantes 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) | 8 | 30 |
| 1769-L35E | | 1 puerto EtherNet/IP 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) | | |
| 1769-L32C | 750 KB | 1 puerto ControlNet 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) | 6 | 16 |
| 1769-L32E | | 1 puerto EtherNet/IP 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) | | |
| 1769-L31 | 512 KB | 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) 1 puerto serial RS-232 (solo protocolo del sistema) | 4 | |



Figura # 14 : Módulos CompacLogix L32E

2.4.3 Plataforma SoftLogix

La plataforma Softlogix es un sistema de control basado en PC que integra control secuencial y de movimiento, constituido básicamente por los siguientes componentes:

- Herramienta de Control Logix.
- Software de programación RSLogix 5000.
- Aplicación de chasis virtual (compatible en computadora Pentium).

2.4.3.1 Software de Programación RSLogix 5000

RsLogix 5000 de Rockwell Automation es un único entorno de desarrollo integrado y escalable que ofrece a los fabricantes de maquinaria y usuarios

finales enormes ahorros en términos de tiempo, dinero y esfuerzo de desarrollo de ingeniería.

Este software de programación para las plataformas Logix5000 de Allen-Bradley (ControlLogix, FlexLogix, CompactLogix y SoftLogix 5800), permite fragmentar en programas más pequeños que pueden volver a utilizarse, rutinas e instrucciones que pueden crearse al utilizar distintos lenguajes de programación.

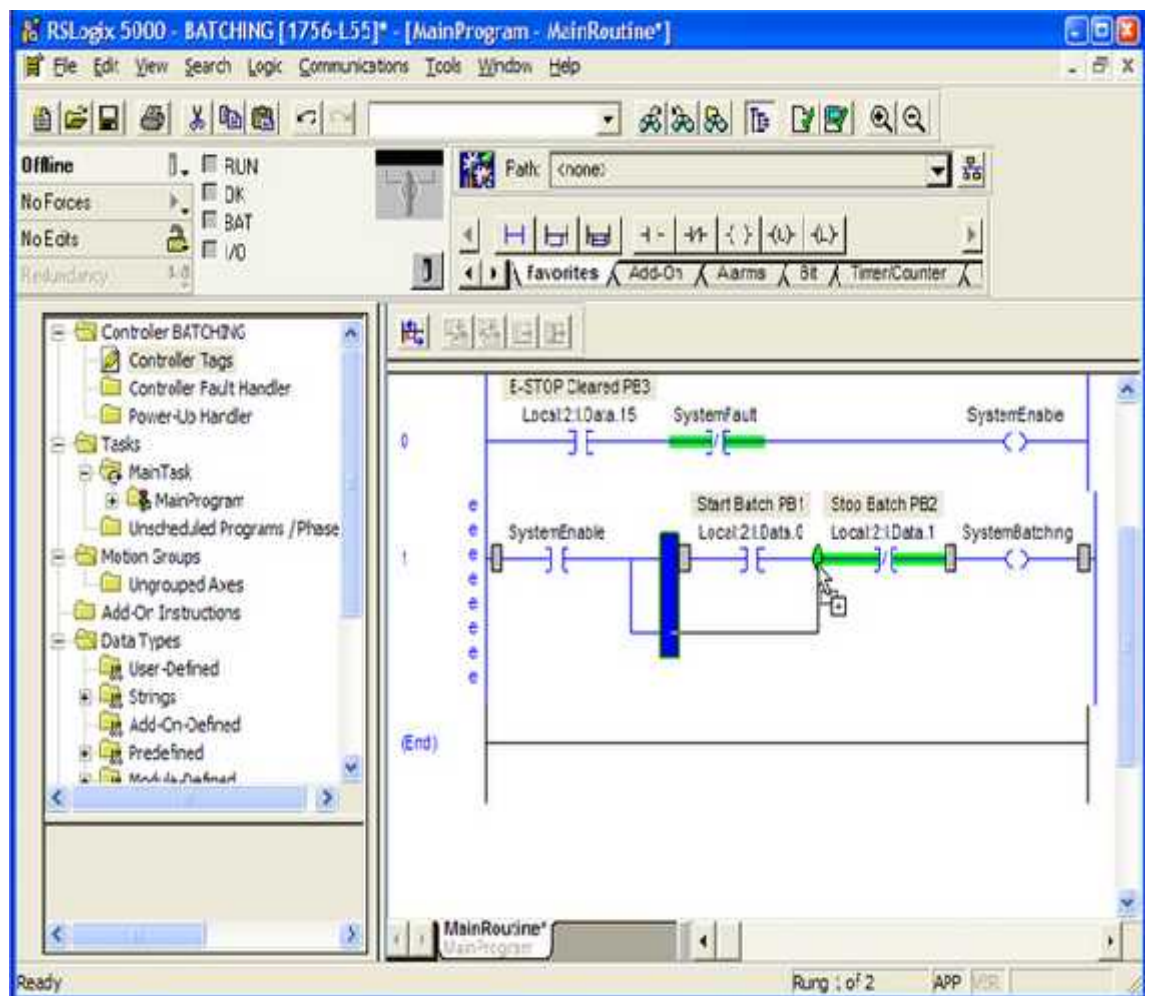


Figura # 15 : Software RSlogix 5000

2.4.3.2 Instrucción Add-on

La instrucción Add-on, es utilizada para resumir códigos de programación, la cual nos permite ser más eficientes al momento de elaborar códigos e instrucciones. El proceso para crear una nueva instrucción incluye:

- El diseño/especificación previos. Un poco de planificación obtiene grandes resultados en este paso.
- Creación de la estructura de la instrucción: selección del lenguaje de la lógica de la instrucción, comportamiento antes y después de la exploración, control de revisiones, etc.
- Creación de las estructuras de tags de la instrucción: parámetros frente a tags locales. Como pronto será evidente, las decisiones adoptadas en este punto influirán en la apariencia, acceso y requisitos de verificación en diferentes lenguajes.

A continuación presentaremos un ejemplo para la creación de una instrucción Add-On, debido a que en el área de envasado presentamos varias envasadoras podemos crear una única instrucción, para utilizarla en todas las envasadoras.

| | | |
|-------------------|----------------|------|
| Las entradas son: | in_start | Bool |
| | in_stop | Bool |
| | reset_contador | Bool |

Las salidas son:

| | |
|-----------------------|------|
| on_out | Bool |
| contador_out | Int |
| contador_total_out | Int |
| minutos_de_producción | Int |
| minutos_de_parada | Int |

No es necesario preocuparse de introducir estos parámetros todavía; se hará más adelante.

1. Haga clic con el botón derecho en la carpeta Add-On Instructions (instrucciones Add-On) y seleccione New Add-On Instruction (nueva instrucción Add-On) en el menú desplegable.

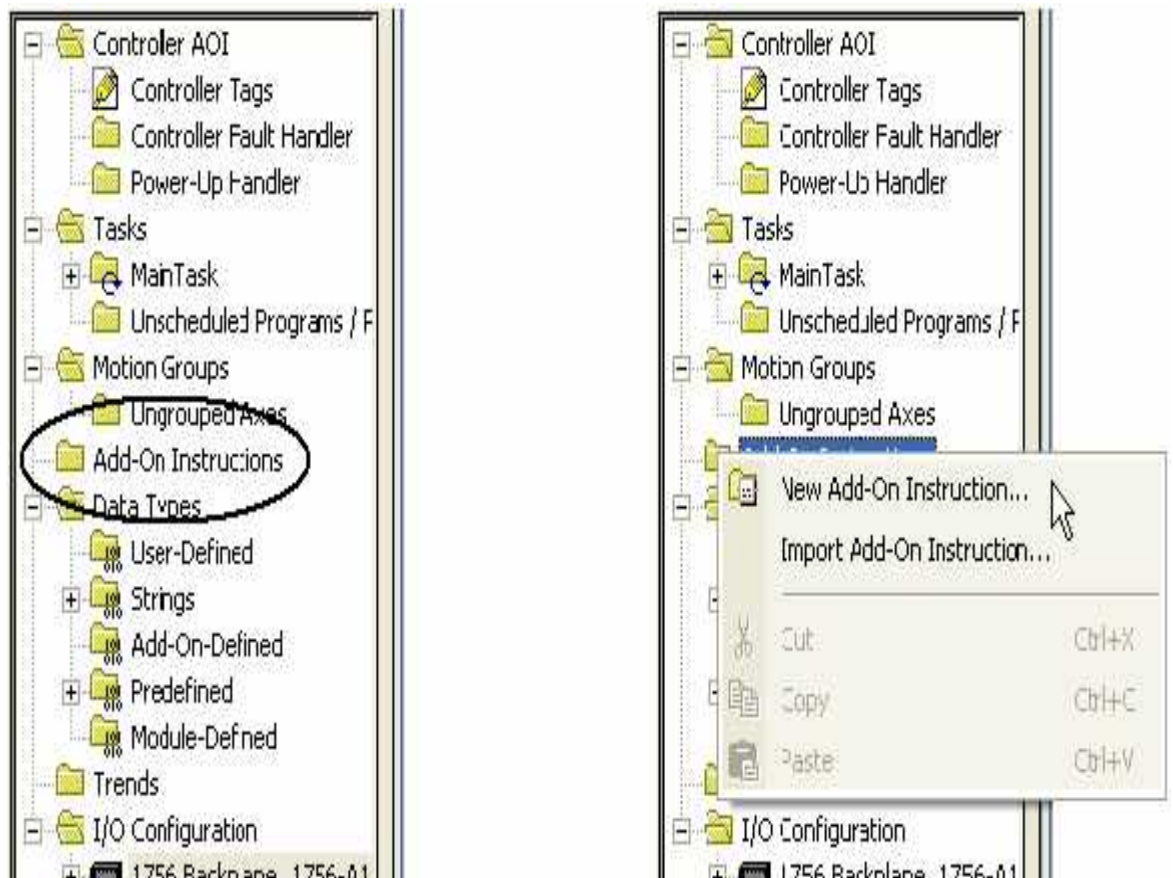


Figura # 16 : Instrucción ADD-On

2. Complete el cuadro de diálogo New Add-On Instruction de la forma siguiente:

New Add-On Instruction

Name: Envasadora

Description:

Type: Ladder Diagram

Revision: Major: 1 Minor: 0 Extended Text:

Revision Note: first

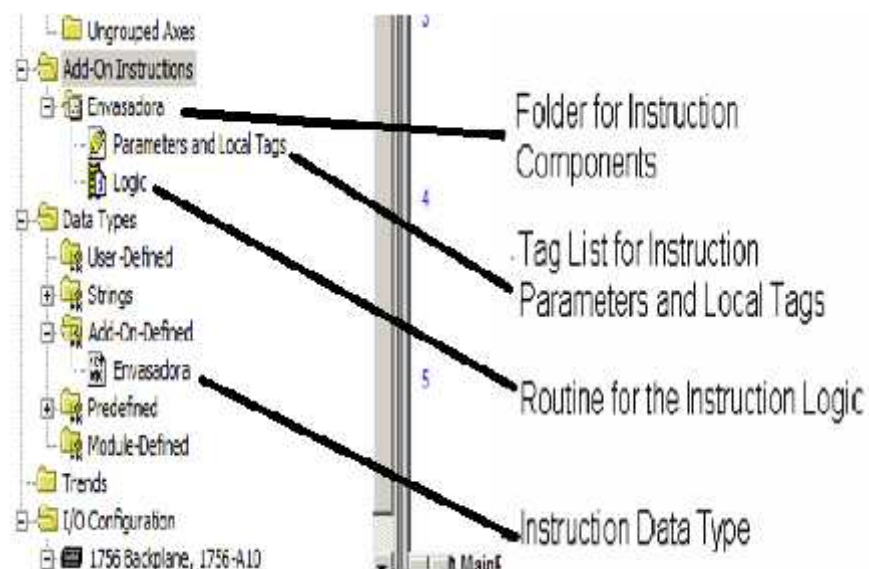
Vendor: Rockwell Automation

☐ User Logic Routine

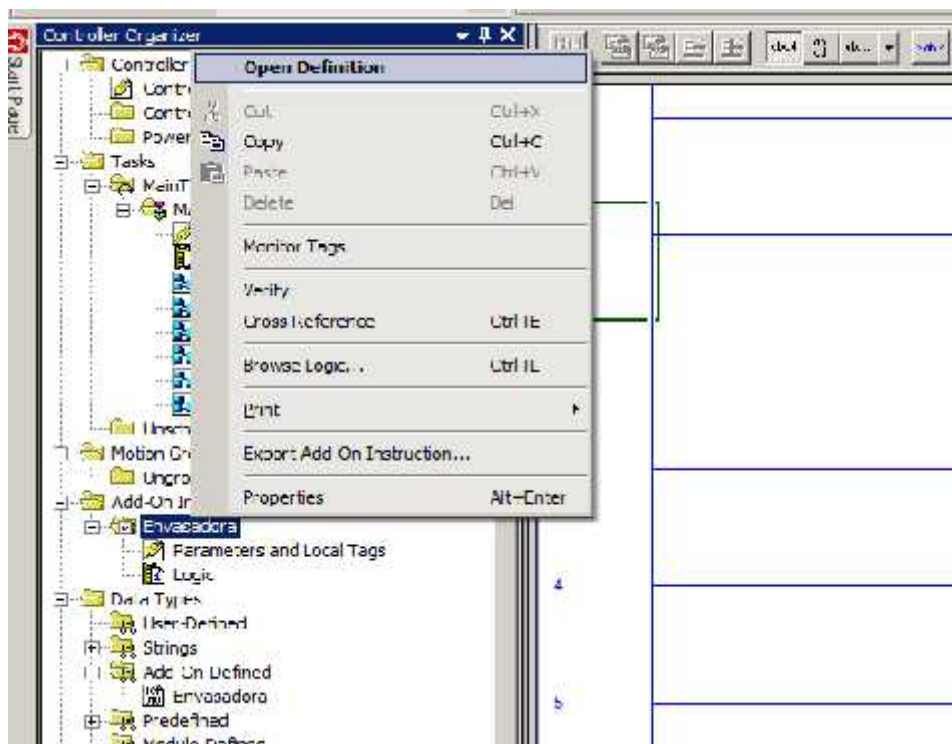
☐ User Definition

OK Cancel Help

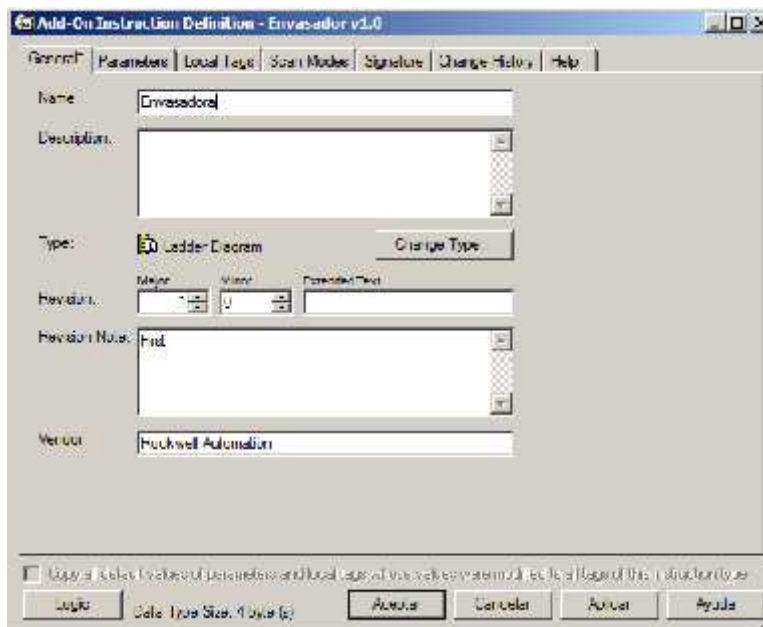
Haga clic en [OK] para aceptar. Ahora aparecen varios elementos nuevos en el árbol del proyecto.



3. Haga clic con el botón derecho en la instrucción Add-On recién creada: 'Envasadora' y seleccione Open Definition (abrir definición) en el menú desplegable.



Aparece el editor Add-On Instruction Definition (definición de instrucción Add-On).



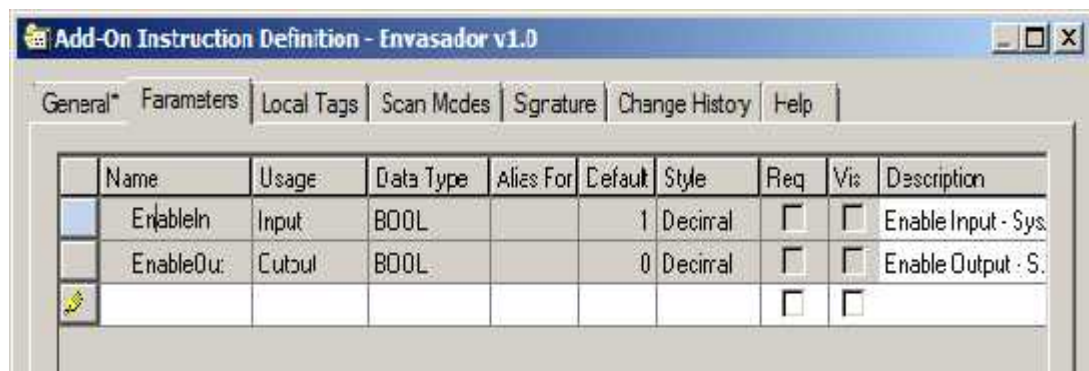
La ficha General contiene todos los elementos introducidos al crear la instrucción.

La información de revisión, en forma de Revision Note (nota de revisión) es de formato libre y únicamente puede ser modificada e impuesta por el usuario; no existe ningún mecanismo automático de seguimiento de revisiones.

En la parte inferior de esta ventana hay varios elementos que siempre están disponibles para el usuario. El botón Logic (lógica) abre inmediatamente la rutina lógica de esta instrucción.

Data Type Size (tamaño del tipo de datos) lleva la cuenta de la cantidad de memoria (en bytes) que utilizan los datos de la instrucción.

4. Haga clic en la ficha [Parameters] (parámetros) para ver los parámetros de la instrucción.



Los parámetros EnableIn y EnableOut están predefinidos y se incorporan por defecto a cada instrucción Add-On. EnableIn se modifica mediante factores específicos de cada lenguaje y puede utilizarse para funciones especializadas.

Se trata de un tema avanzado que no pertenece al ámbito de la presente sesión. EnableOut generalmente tiene el mismo estado que EnableIn, pero el usuario puede modificarlo mediante la programación.

La ficha Parameters es una ventana de edición de la base de datos de tags que permite modificar parámetros específicos de la instrucción Add-On con la inclusión de campos con una definición específica: Usage, Default, Req y Vis.

✓ U

^sInput Una entrada de la instrucción

^aOutput Una salida de la instrucción (tipo atómico)

^gInOut Un parámetro que se proporciona "por referencia" a la instrucción (cualquier tipo de dato, incluyendo UDT, matrices, etc.).
e

(utilización) permite al usuario definir el parámetro como:

- ✓ Default permite al usuario especificar un valor por defecto para el parámetro asociado. Éste es el valor que asume el parámetro cuando se crea por primera vez un tag de instancia para una llamada a una instrucción.
- ✓ Req: Un parámetro designado como Required (requerido) obliga al usuario a introducir un tag o conectar este parámetro a un FB (bloque de función) cuando se utiliza una instancia de la instrucción en una rutina.

- ✓ Vis: Un parámetro designado como Visible es visible por defecto en la instrucción cuando se utiliza en una rutina. El uso de este modificador tiene resultados diferentes dependiendo del tipo de datos y el lenguaje (LD, FB o ST) en el que se utiliza una instancia de la instrucción.
- ✓ El campo Description (descripción) es importante porque toda la información utilizada aquí será "traspasada" a todas las instancias de la instrucción del programa del usuario. Este campo permite que la instrucción se "documente" a sí misma en cuanto a utilización, unidades, etc.

De acuerdo con la especificación de la tarea que nos ocupa, los siguientes son los parámetros que sabemos que deben incluirse en la definición:

| | | | |
|------------------------------|--------------|--|------|
| Entradas de esta instrucción | | in_start | Bool |
| | | in_stop | Bool |
| | | reset_contador | Bool |
| in_start | Usage: | Input Parameter (parámetro de entrada) | |
| | Data Type: | Bool (booleano) | |
| | Default: | 0 | |
| | Required | (seleccionado) | |
| | Visible | (seleccionado) | |
| | Description: | Pulsador de marcha | |

** Este parámetro es Required, ya que la instrucción Add-On debe tener una entrada visible acompaña a Required por defecto.*

| | | |
|---------|--------------|--|
| | Usage: | Input Parameter (parámetro de entrada) |
| | Data Type: | Bool (booleano) |
| | Default: | 0 |
| | Required | (seleccionado) |
| in_stop | Visible | (seleccionado) |
| | Description: | Pulsador de paro |

**Este parámetro es Required, ya que la instrucción Add-On debe tener una entrada visible acompaña a Required por defecto.*

| | | |
|----------------|--------------|--|
| | Usage: | Input Parameter (parámetro de entrada) |
| | Data Type: | Bool (booleano) |
| | Default: | 0 |
| reset_contador | Required | (seleccionado) |
| | Visible | (seleccionado) |
| | Description: | Pulsador de reset |

** Este parámetro es Required, ya que la instrucción Add-On debe tener una entrada. Visible acompaña a Required por defecto.*

| | | |
|------------------------------|-----------------------|------|
| | on_out | Bool |
| Salidas de esta instrucción: | contador_out | Int |
| | contador_total_out | Int |
| | minutos_de_producción | Int |
| | minutos_de_parada | Int |

Usage: Output Parameter (parámetro de salida)

| | | |
|--------------------|--------------|--|
| on_out | Data Type: | Bool (booleano) |
| | Default: | 0 |
| | Not Required | (sin seleccionar) |
| | Visible | (seleccionado) |
| | Description: | Indicador de encendido |
| contador_out | Usage: | Output Parameter (parámetro de salida) |
| | Data Type: | Int (Entero) |
| | Default: | 0 |
| | Not Required | (sin seleccionar) |
| | Visible | (seleccionado) |
| | Description: | Contador de bolsas |
| contador_total_out | Usage: | Output Parameter (parámetro de salida) |
| | Data Type: | Int (Entero) |
| | Default: | 0 |
| | Not Required | (sin seleccionar) |
| | Visible | (seleccionado) |
| | Description: | Contador total de bolsas |
| | Usage: | Output Parameter (parámetro de salida) |
| | Data Type: | Int (Entero) |
| | Default: | 0 |
| | Not Required | (sin seleccionar) |
| | Visible | (seleccionado) |
| | Description: | Contador de tiempo de producción (min) |

| | | |
|-------------------|--------------|--|
| minutos_de_parada | Usage: | Output Parameter (parámetro de salida) |
| | Data Type: | Int (Entero) |
| | Default: | 0 |
| | Not Required | (sin seleccionar) |
| | Visible | (seleccionado) |
| | Description: | Contador de tiempo de parada (min) |

Add-On Instruction Definition - Envasadora v1.0

General Parameters* Local Tags Scan Modes Signature Change History Help

| Name | Usage | Data Type | Alias For | Default | Style | Req | Vis | De |
|-------------------------|--------|-----------|-----------|---------|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|----|
| in_start | Input | BOOL | | 0 | Decimal | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| in_stop | Input | BOOL | | 0 | Decimal | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| on_out | Output | BOOL | | 0 | Decimal | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| in_golpes | Input | DINT | | 0 | Decimal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| fin_produccion | Input | BOOL | | 0 | Decimal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| contador_out | Output | DINT | | 0 | Decimal | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| contador_total_out | Output | DINT | | 0 | Decimal | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| reset_contador | Input | BOOL | | 0 | Decimal | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| proceso_on | Input | BOOL | | 0 | Decimal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| in_gramos | Input | DINT | | 0 | Decimal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| peso_bolsas_gr | Output | REAL | | 0.0 | Float | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| total_KG_min | Output | REAL | | 0.0 | Float | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| couter_time_funcionando | Output | REAL | | 0.0 | Float | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| minutos_de_produccion | Output | REAL | | 0.0 | Float | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| sigue | Input | BOOL | | 0 | Decimal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| contador_time_parado | Output | REAL | | 0.0 | Float | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| minutos_de_parada | Output | REAL | | 0.0 | Float | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |

Move Up Move Down

☐ Copy all default values of parameters and local tags whose values were modified to all tags of this instruction type

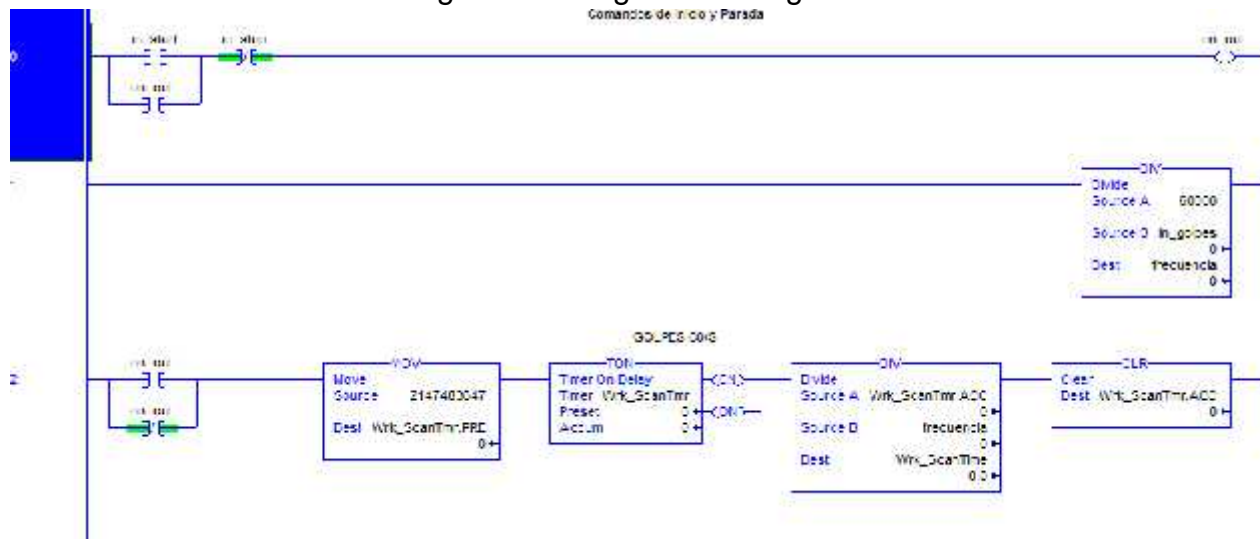
Logic Data Type Size: 112 byte (s) Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

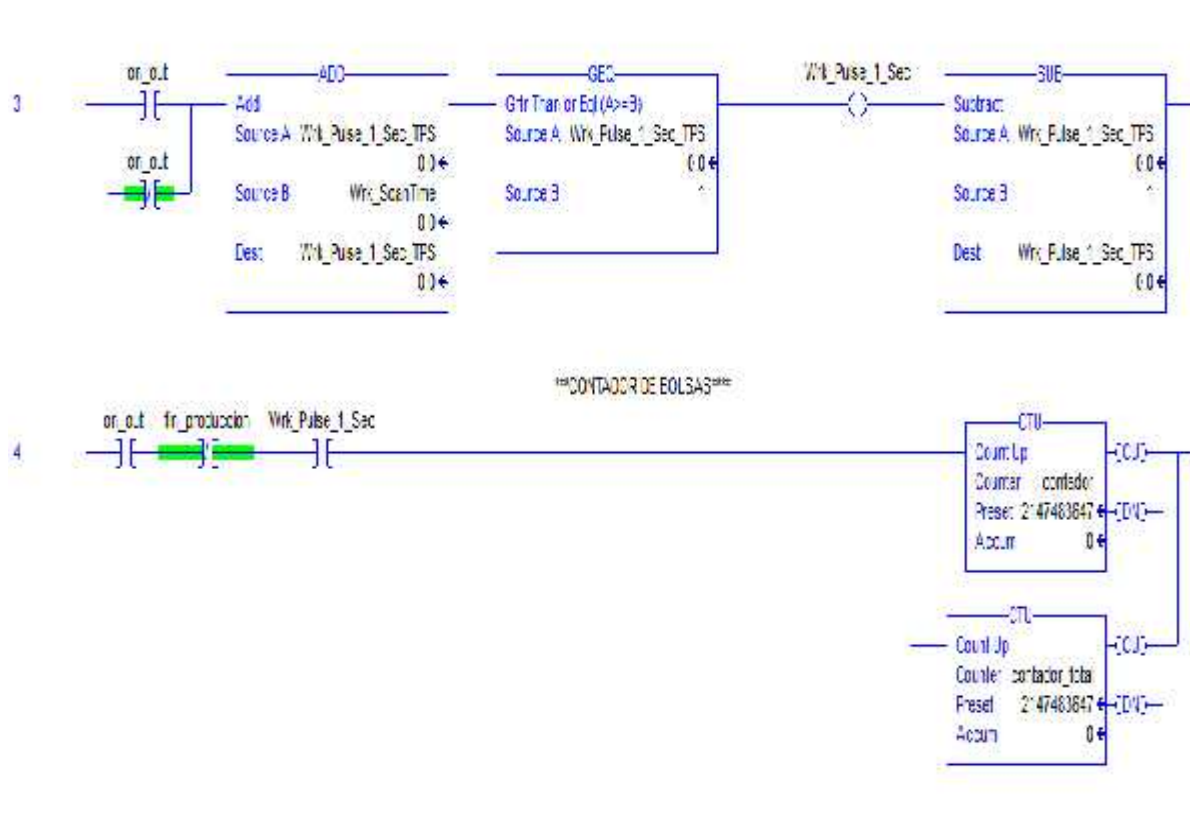
Haga clic en [Aceptar] para aceptar los cambios.

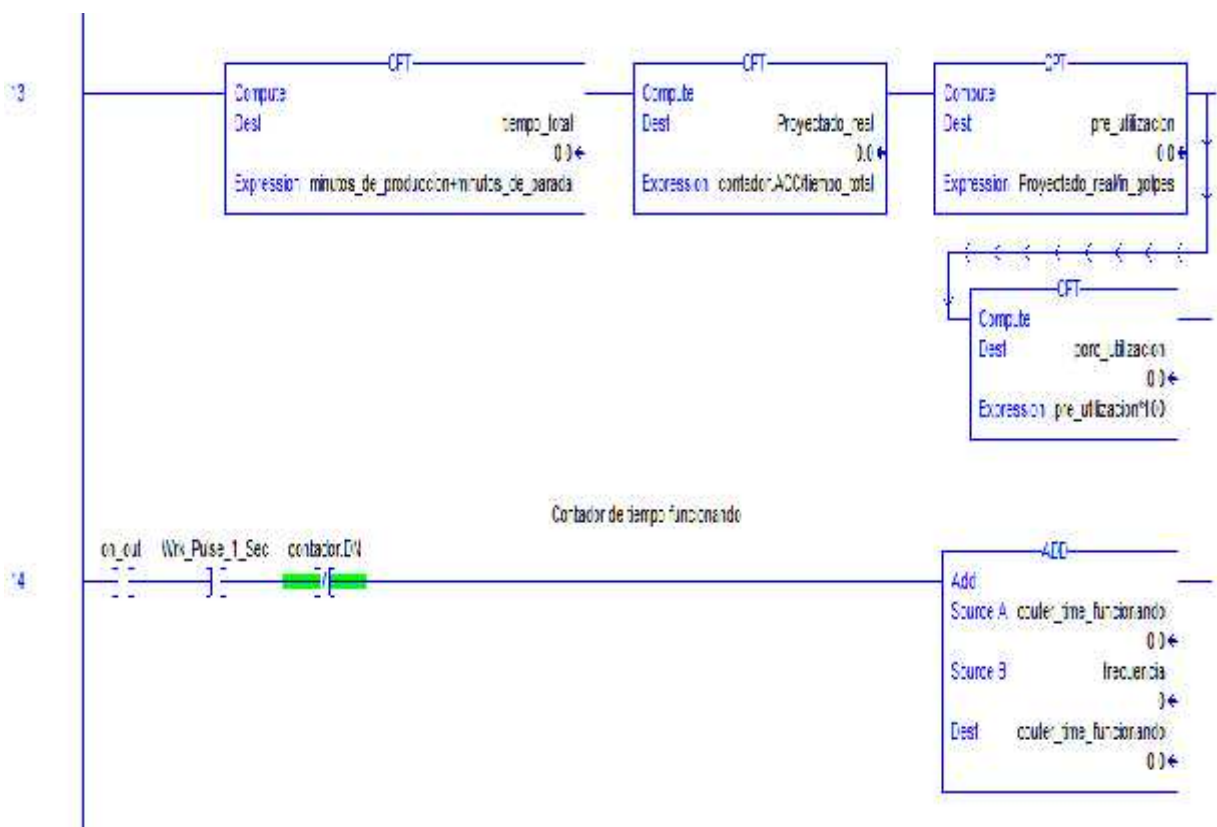
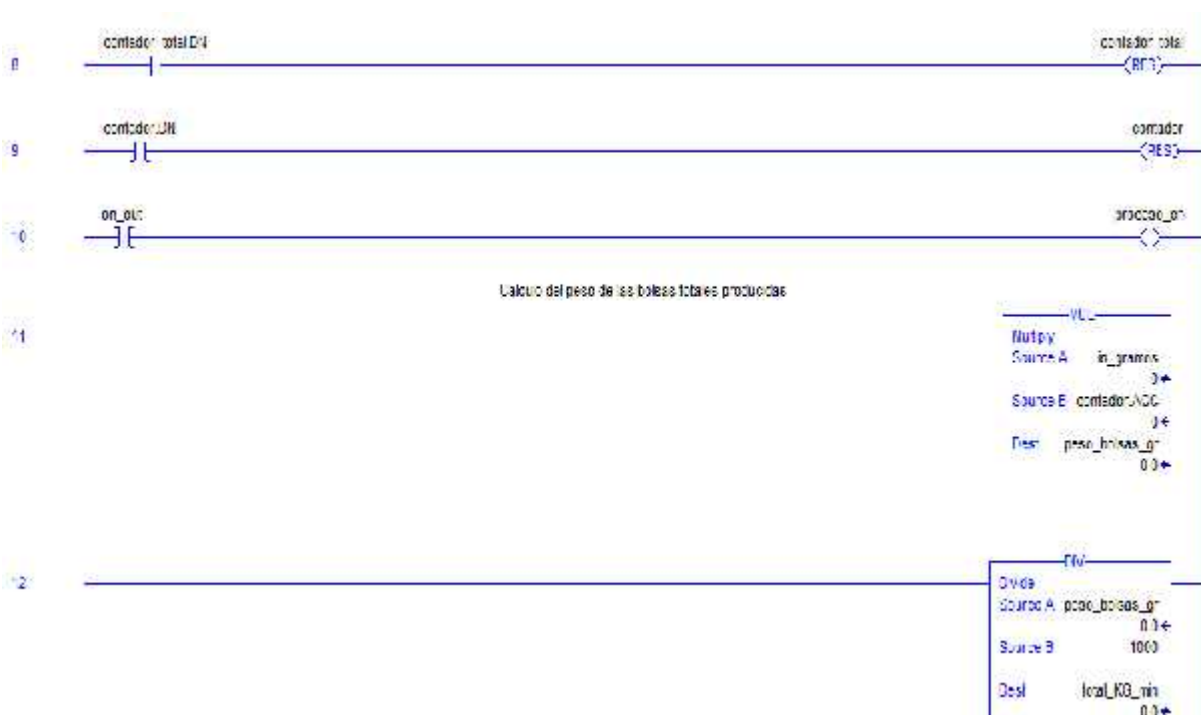
-
- The screenshot shows the 'Calculation' window. The title bar reads 'Calculation'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', and 'Help'. The toolbar contains icons for opening, saving, and other file-related actions. The left sidebar shows a tree view with 'Calculation' and 'Main'. The main area on the right has three horizontal lines for text input or output.

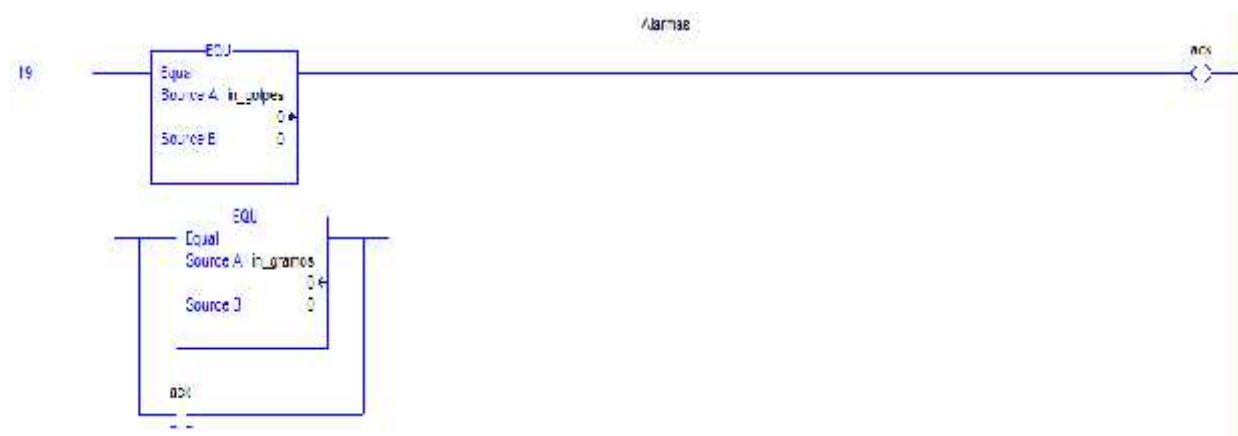
Para editar la lógica de la rutina Logic se aplican las mismas normas y convenciones que si se estuviera editando una rutina estándar en cualquier otro apartado del controlador.

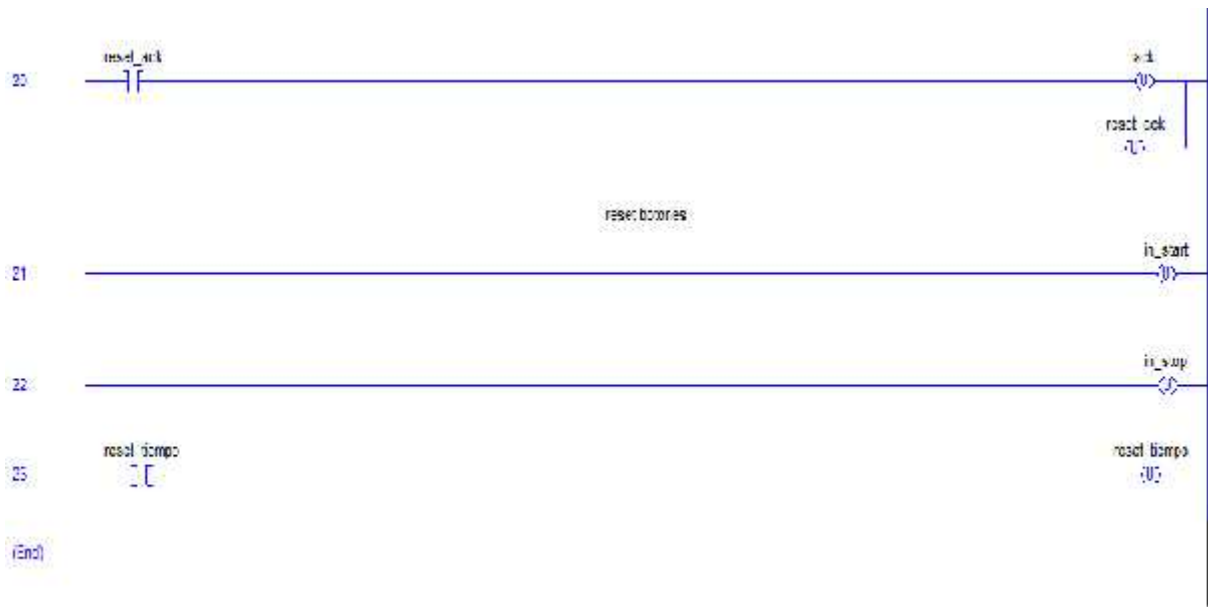
7. Introduzca los siguientes renglones de lógica en la rutina.





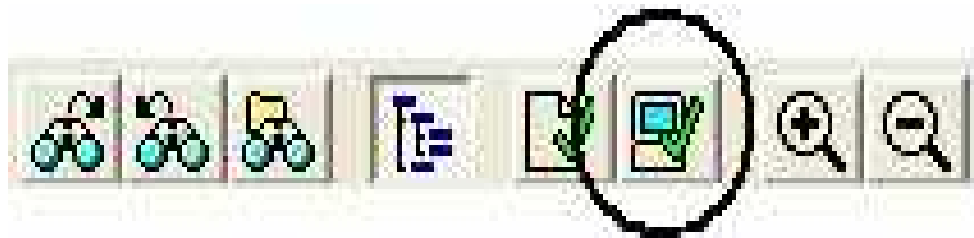






Guarde el proyecto y cierre la lógica.

8. Si no estaba abierta anteriormente, haga clic con el botón derecho en la ficha Logic y a continuación haga clic en Open Definition (abrir definición).
9. Ahora cierre la ventana o ventanas del editor de definiciones de AOI (Add-On Instructions) y verifique el controlador.



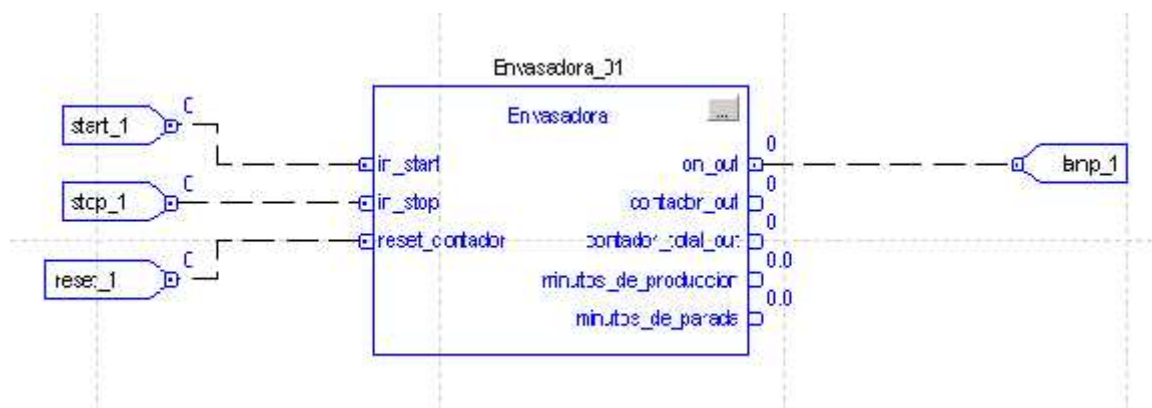
10. Asegúrese de que la verificación no señala ningún error o advertencia.
11. La nueva instrucción puede utilizarse en cualquiera de los lenguajes disponibles: diagrama de contactos, bloques de funciones o texto estructurado (incluyendo ST [texto estructurado] en acciones SFC).

La visualización de la instrucción se adaptará al entorno en el que esta se sitúe. La selección de atributos de parámetros realizada en la definición de parámetros determina su comportamiento de entrada, verificación y visualización en cada lenguaje.

Es posible acceder a la instrucción Add-On anteriormente creada desde cualquiera de los mecanismos de edición de instrucciones normales: La barra de herramientas de instrucciones tiene una ficha Add-On con una lista de todas las AOI (Add-On Instructions) del proyecto.



12. La visualización del Add-On es la siguiente:



2.4.4 Software RSLinx Gateway

Es un servidor de comunicación que proporciona conectividad completa para una amplia variedad de aplicaciones de software.

Permite que el controlador programable acceda a una amplia variedad de aplicaciones de Rockwell Software.

Entre las aplicaciones se incluyen desde aplicaciones de configuración y programación tales como RSLogix y RSNetWorks hasta aplicaciones HMI RStudio32, hasta sus propias aplicaciones de adquisición de datos mediante Visual Basic.

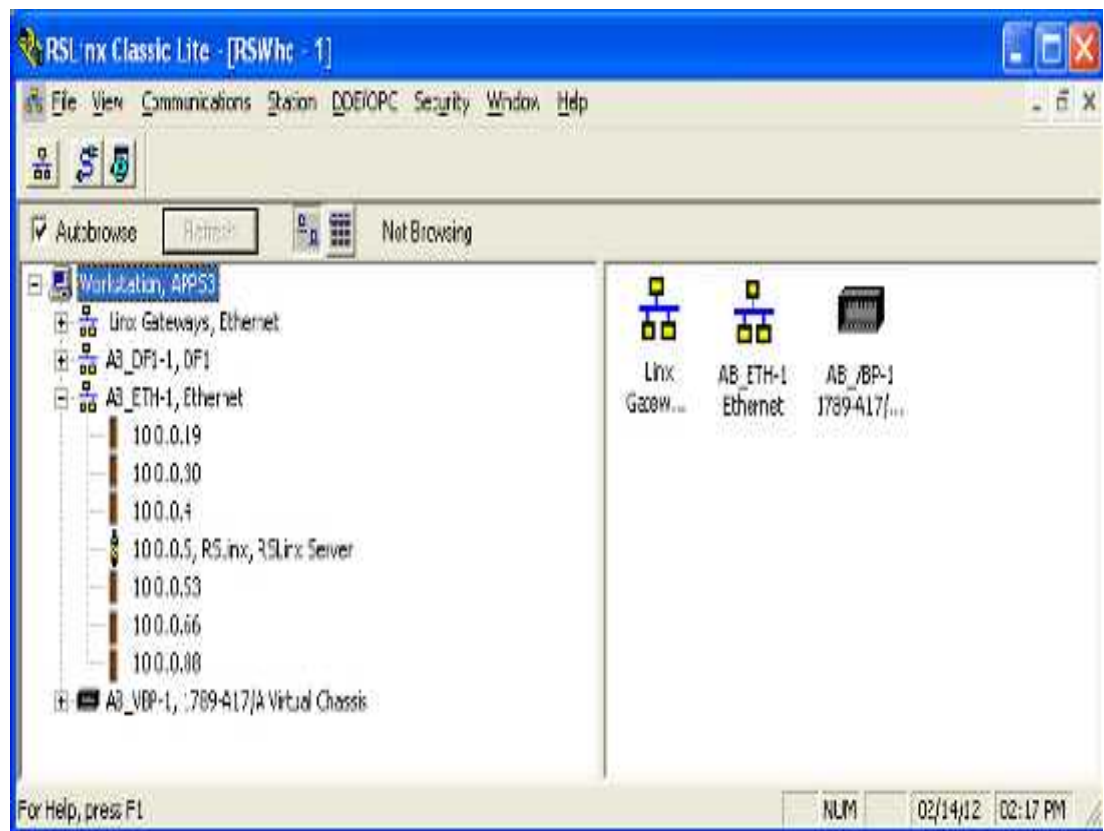


Figura # 17 : Entorno RSlinx

2.4.5 Factory Talk View Machine Edition

Factory Talk es un software HMI a nivel máquina compatible con interfaces de operador tanto abiertas como incorporadas para el

monitoreo y controlde maquinas individuales o pequeños procesos; permite una interface de operador consistente entre múltiplesplataformas.



Figura # 18 : Entorno gráfico Factory Talk View

2.5. REDES LAN INDUSTRIALES

Son las redes más elevadas jerárquicamente, entre los cuales se encuentra los estándares más extendidos:

- MAP (Manufacturing Automation Control)

Nació como producto especialmente diseñado para el entorno industrial, proporcionando un medio de transmisión determinista, impulsado por

General Motors y normalizado por IEEE. No actúa a nivel de bus de campo, pero establece pasarelas hacia estos buses mediante terminales.

- **ETHERNET**

Diseñada por Xerox Corporation, compatible con el modelo OSI en los niveles 1 y 2. Es uno de los estándares de red que más rápidamente evolucionan, debido a su uso masivo en redes ofimáticas.

2.5.1 Ethernet Industrial

Ethernet es una especificación para redes de área local que comprende nivel físico y en nivel de enlace del modelo de referencia ISO/OSI. Se implementa en principio sobre una topología bus serie con mecanismo CSMA/CD para el control de acceso al medio (MAC).

Ethernet se ha convertido rápidamente en un estándar de facto por el gran número de equipos existen en el mercado y la gran cantidad de software desarrollado para esta red.

Eternet se ha incorporado al entorno industrial como un medio de transmisión fiable, rápido y prácticamente determinista.

2.5.2 Medio de transmisión de la Red Ethernet

Inicialmente fue una red en bus basada en cables coaxiales, pero estos cables planteaban problemas de fiabilidad. Actualmente el cableado más popular es el par trenzado bajo las denominaciones 10BASE-T y 100BASE-TX (de 10 y 100 Mbps respectivamente).



CAPÍTULO III

DISEÑO, MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DISEÑO DEL PROCESO

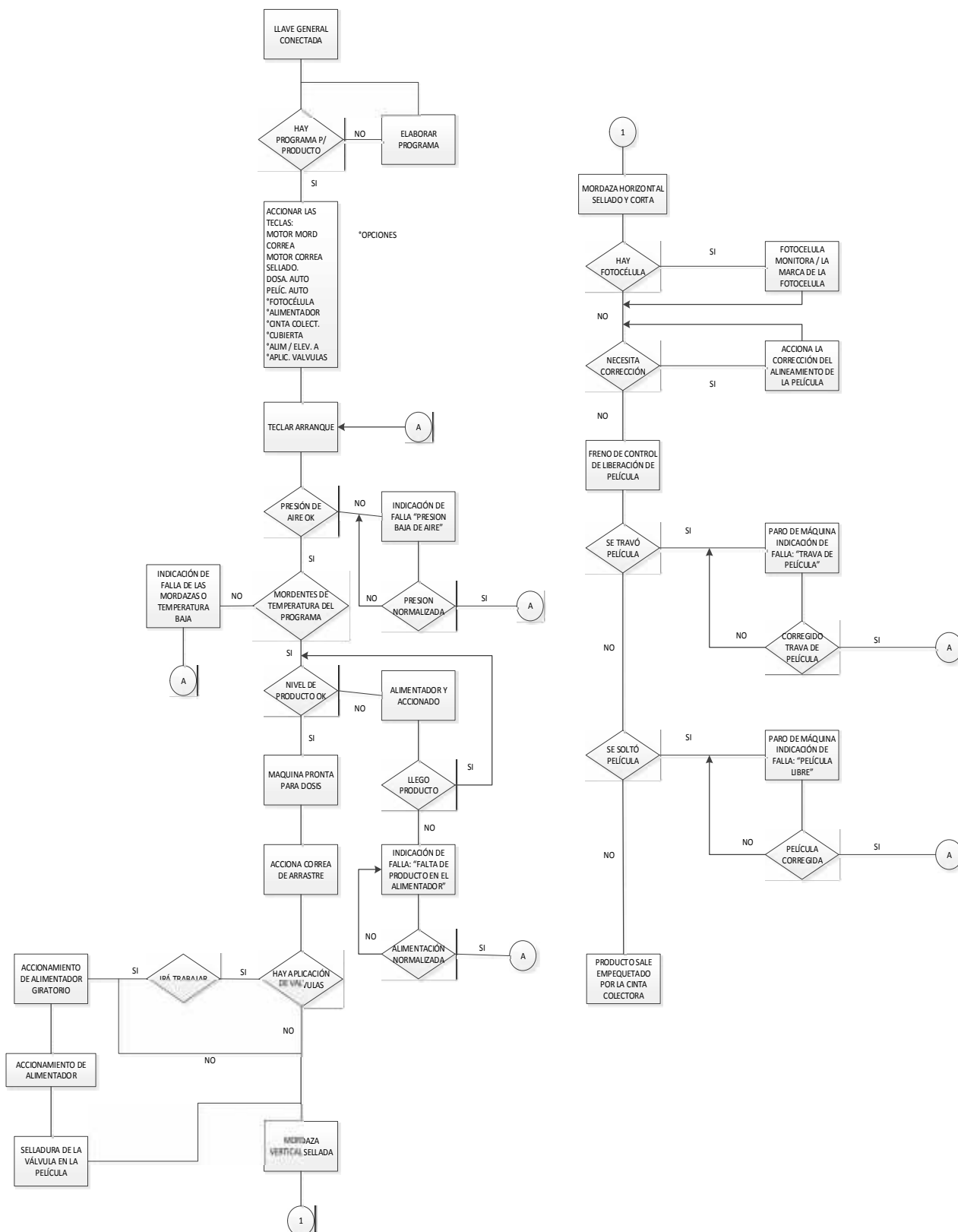
El proceso a controlar y supervisar es el que se muestra a continuación; en el que se puede observar las siguientes fases: N° 01 El proceso de llenado de producto y su posterior envasado, N° 02 el Conteo de bolsas procesadas y su almacenamiento en la memoria interna del programa del PLC, N° 03 Adquisición de información del PLC, N° 04 Traducción de información del PLC a datos de producción.

3.1.1 Descripción y funcionamiento del Proceso

El proceso de adquisición de datos de producción básicamente está orientado a capturar el pulso de la señal que es enviada desde la envasadora al cangilón central de la misma. Esta señal debido al diseño de red, es transmitida vía Ethernet ip, siendo su canal de transmisión una red wifi; esta señal es capturada por la interfaz en Rslogix - Factory Talk y traducida a manera de datos de producción de acuerdo a lo investigado en el área de envasado de la empresa Global Alimentos SAC.

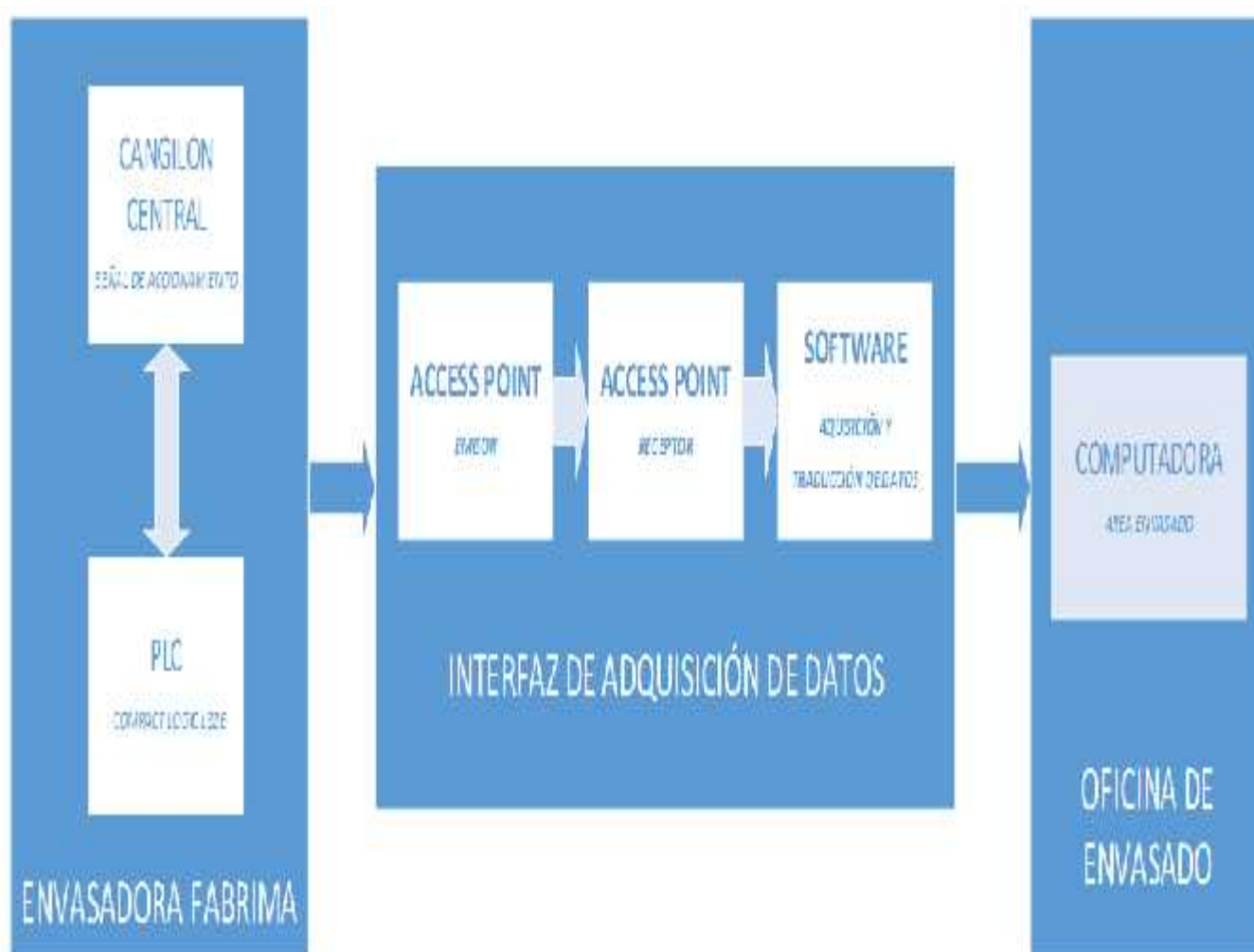
La interfaz nos permite visualizar la producción en tiempo real, de los cuales se tomaron los puntos más críticos de supervisión del área, los cuales se detallaran más adelante en la sección de desarrollo de la interfaz. En adición a esto los datos pueden ser exportados hacia una plataforma en Excel, la cual permitirá observar una línea de tendencia de la producción real.

3.2. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA



3.3. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROYECTO

El inicio del proceso para este proyecto se encuentra en el cangilón central, tomando la señal del cangilón central de la envasadora Fabrima, el cual es enlazado a través del PLC Allen Bradley Compact Logix L32E; esta señal es enviada vía wifi mediante Access point, la cual es traducida a datos de producción por el software de adquisición y traducción de datos; finalmente esta información es almacenada con la cual se elaboran reportes del estado de la producción en tiempo real.



3.4. DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIÓN

El diseño propuesto está basado en comunicación WIFI, los PLC (Compact logix L32E) de las envasadoras hacen posible esta conexión ya que está basada en el protocolo TCP/IP; a continuación presentamos el diseño del sistema de comunicación del proyecto:



Figura # 19 : Red de comunicación IP

El diagrama del área de trabajo es la siguiente:

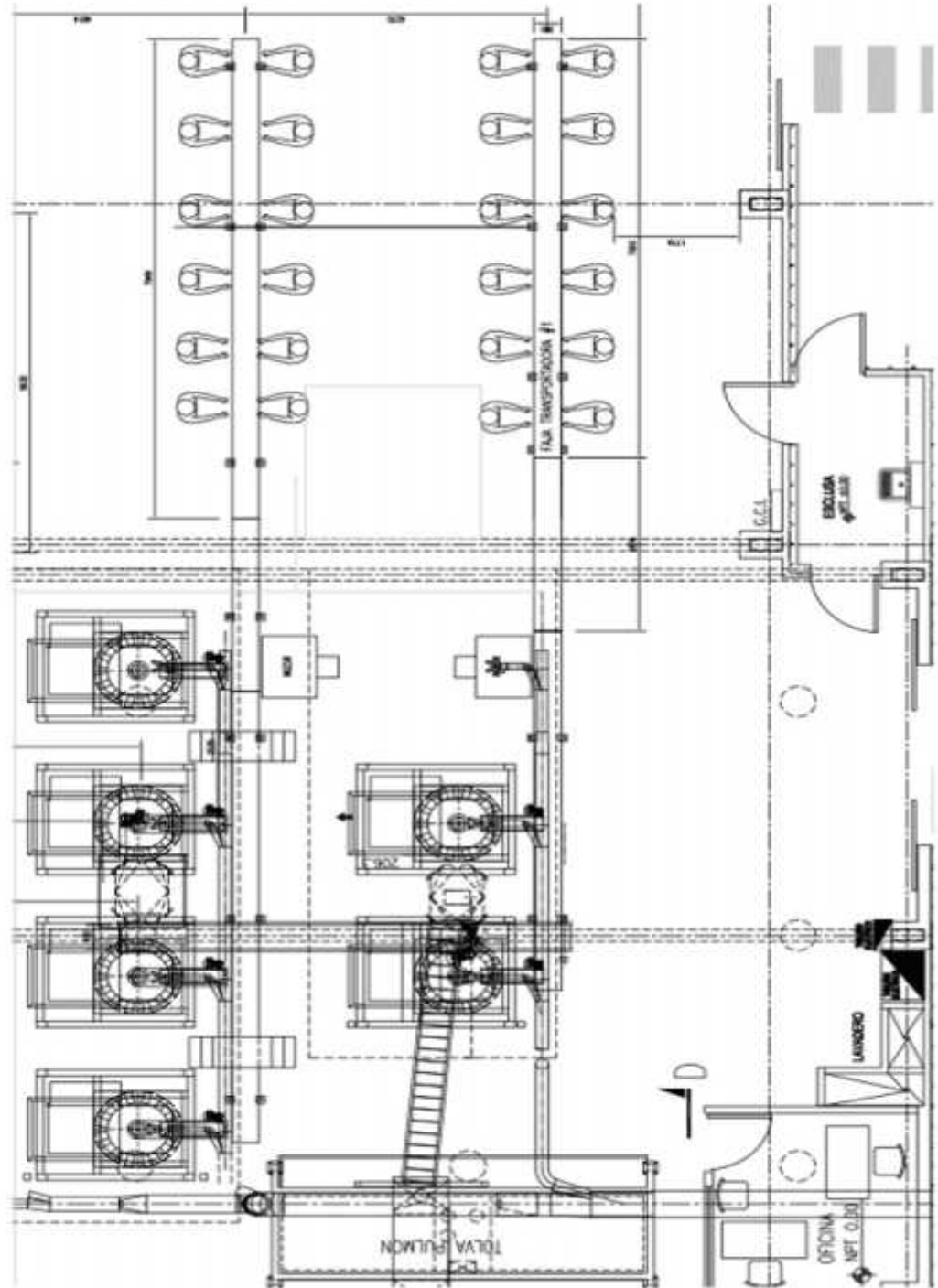


Figura # 20 : Layout de equipo

3.5. DISEÑO DEL SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS

La producción en una envasadora es muy compleja, para adquirir la información de producción tomamos la señal que esta envía al cangilón central. El cangilón central es aquel que dosifica el cereal hacia la bolsa (lámina a envasar).

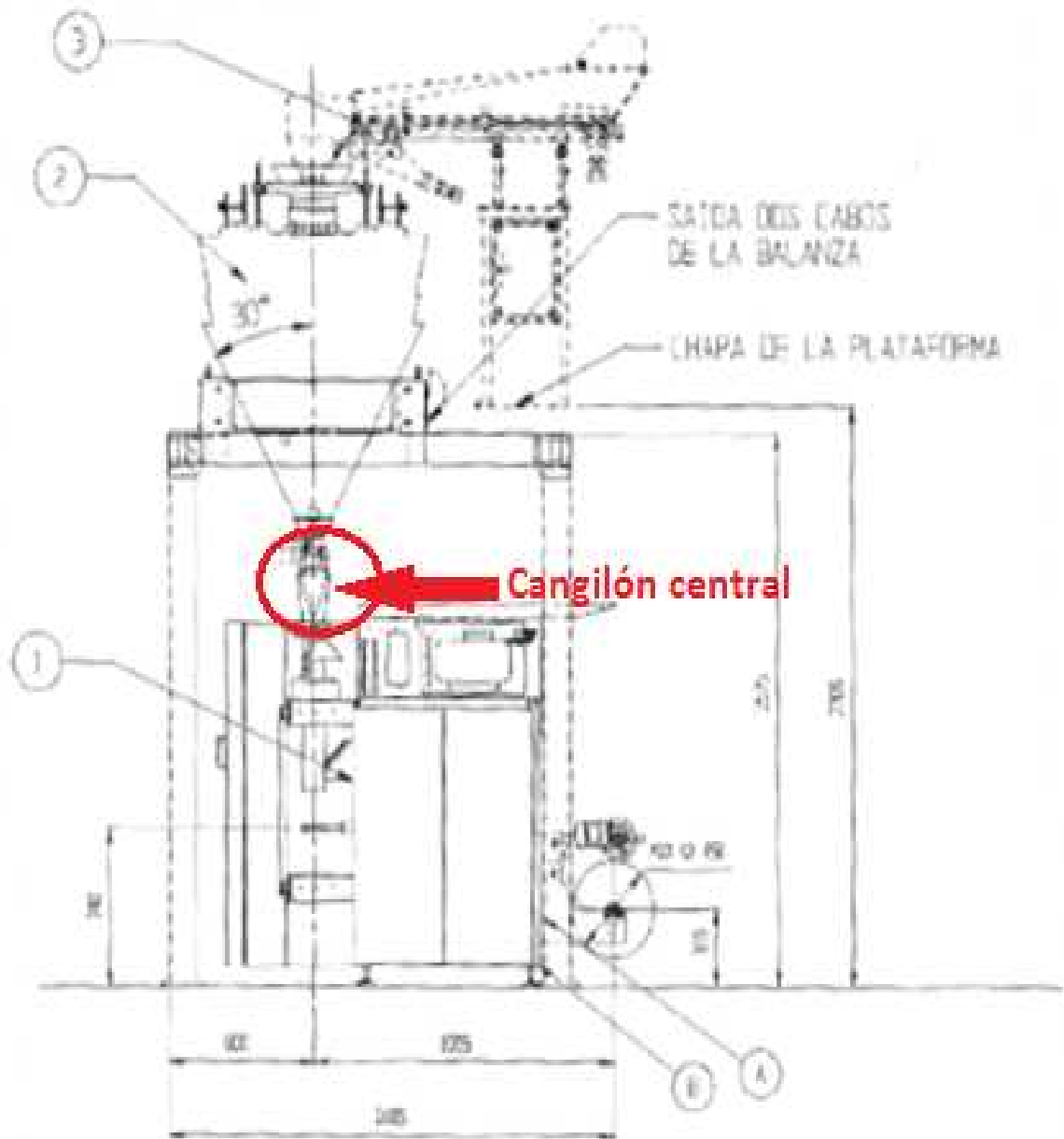
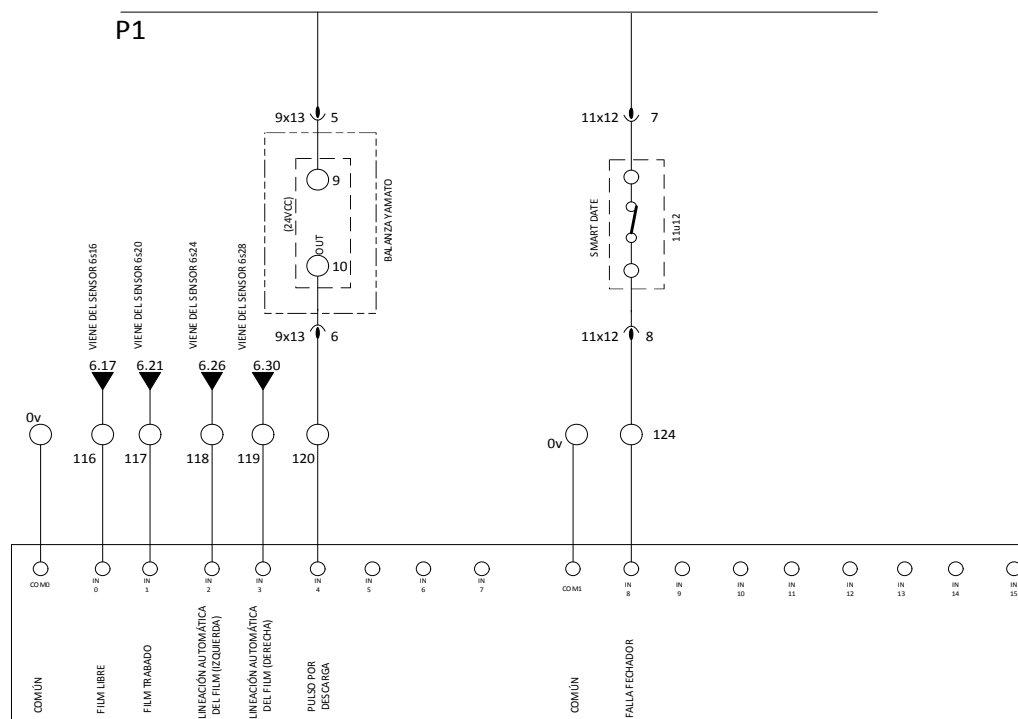


Figura # 21 : Cangilón Central



9u3 ENTRADAS DIGITALES

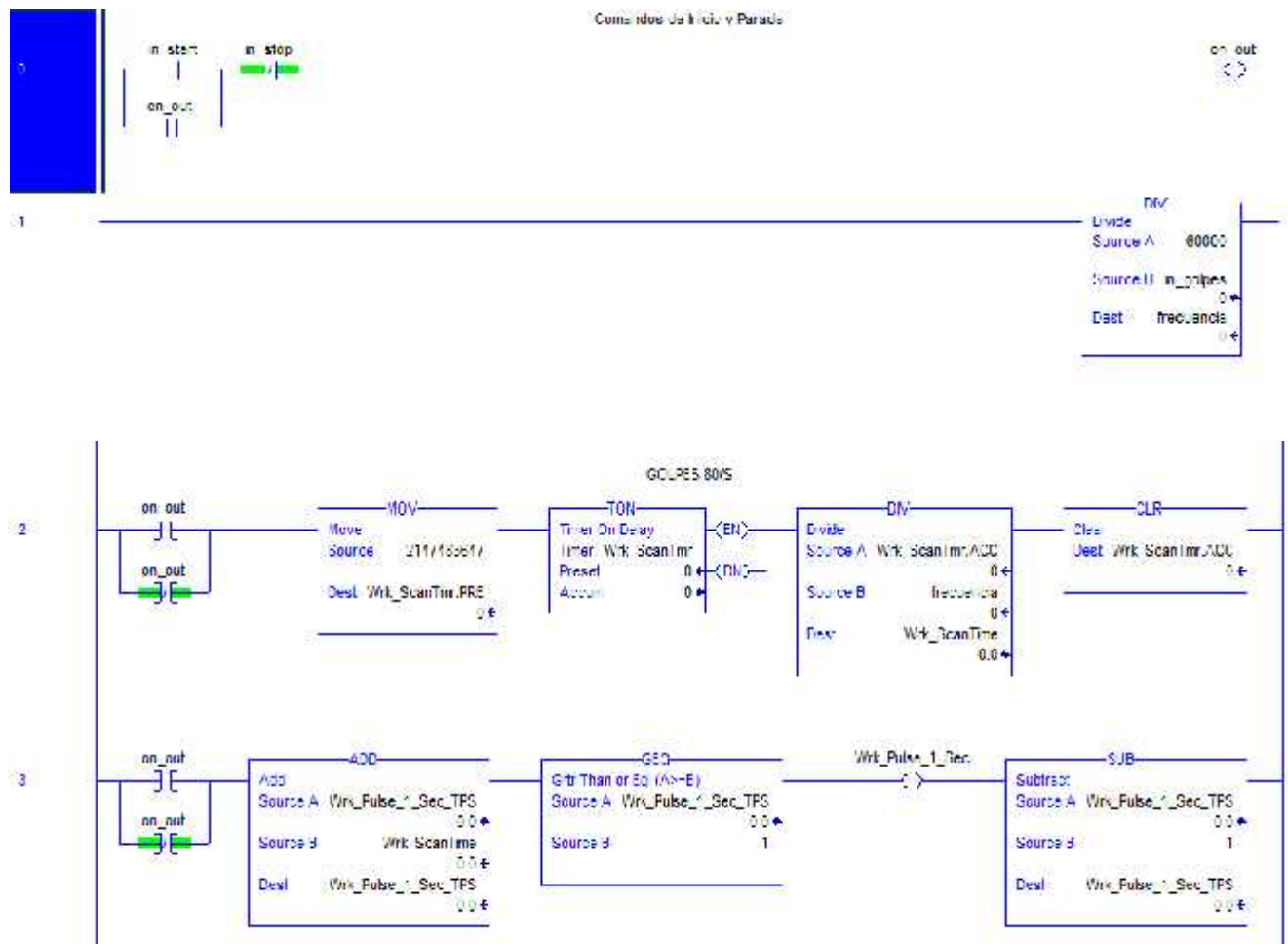
3.5.1 RSLOGIX 5000

Paso N° 01: Definimos la secuencia del programa saltando a las subrutinas mediante la instrucción “Jump to Subroutine” (JSR). La secuencia a seguir es la siguiente: envasadora_1, envasadora_2, envasadora_3, envasadora_4, envasadora_5, envasadora_6.



Paso N° 02: Definimos la lógica de una envasadora:

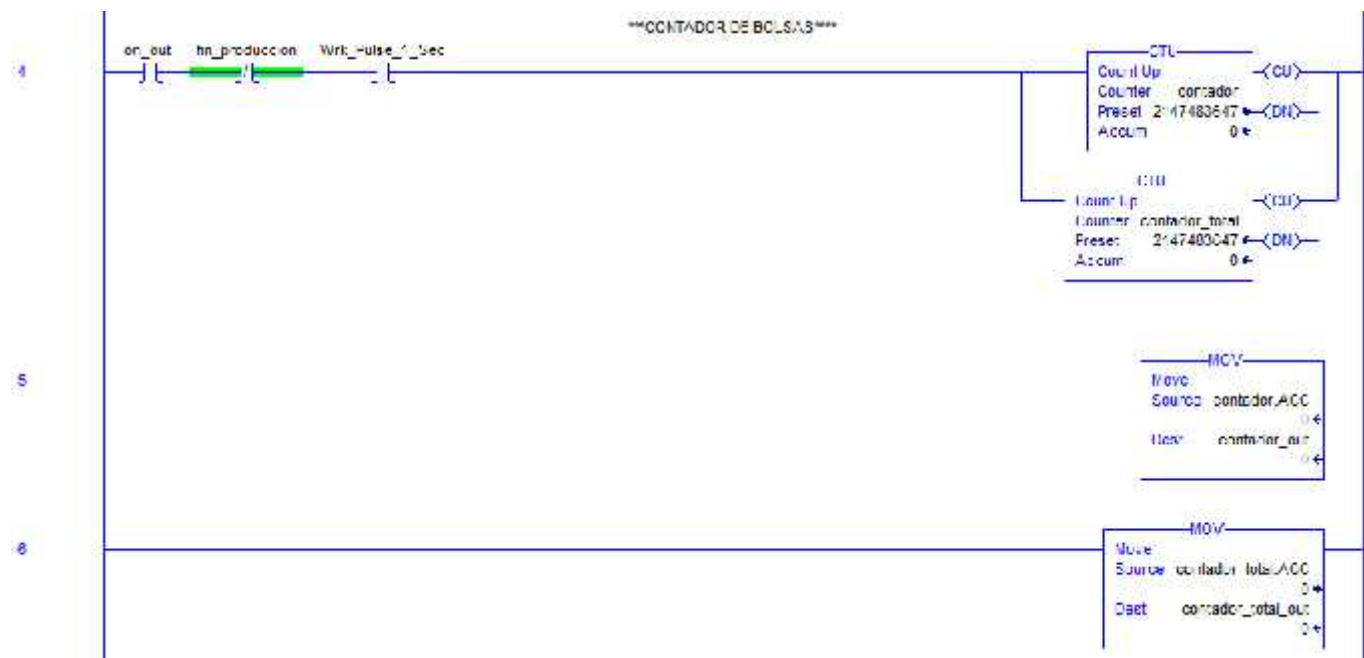
A. Para efectos de simulación generamos comandos de inicio y parada, a la misma vez generamos los datos de frecuencia de producción.



Nota: En la práctica estos datos los genera el mismo equipo (envasadora), estos datos son tomados de la señal que se envía al cangilón central. El comando es el siguiente (*Pulso por Descarga*):



B. Seguidamente generamos un contador de pulsos CTU (cangilón central), los cuales nos ayudaran a contabilizar la producción.



C. Luego creamos una secuencia para resetear el contador ya generado, esto para controlar el flujo de producción.



D. Continuamos; ahora crearemos una secuencia para calcular el peso de las bolsas producidas, estas después serán visualizadas en el SCADA (Factory Talk).



E. Ahora creamos una secuencia para contar el tiempo de producción en una envasadora, esto después será visualizado en el SCADA (Factory Talk).



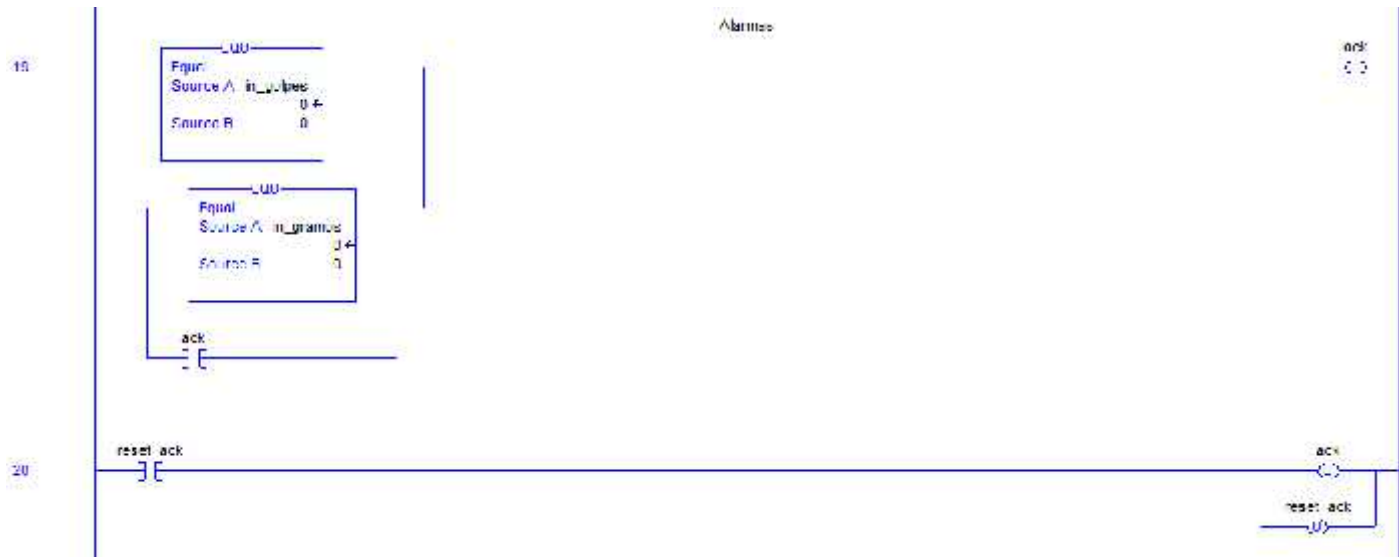
F. Como complemento y para supervisar la utilización de la envasadora, creamos una secuencia para contar el tiempo inoperativo de la envasadora.



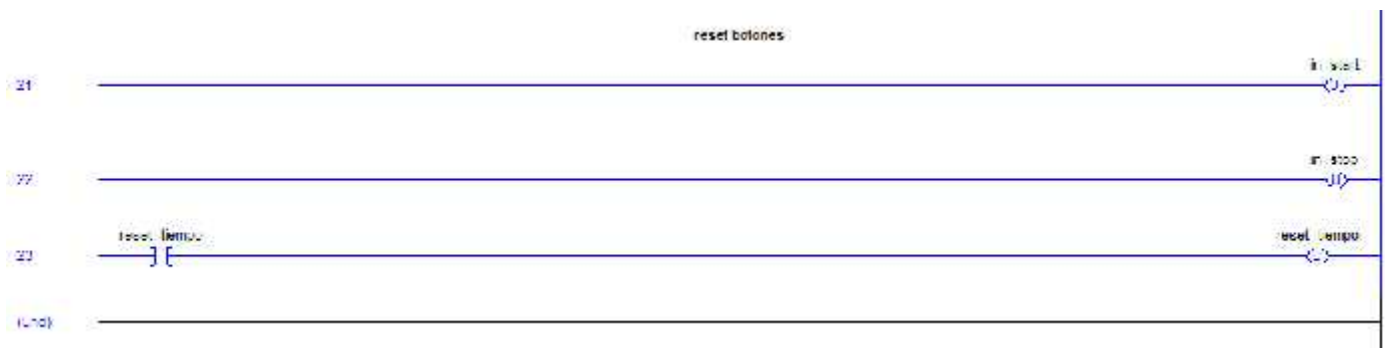
G. Para efectos de control de tiempos, creamos una secuencia para resetear el contador de tiempos.



H. Creamos la secuencia de alarmas, para advertirnos de que los datos ingresados no son los correctos o no se ha iniciado ningún proceso en la envasadora.

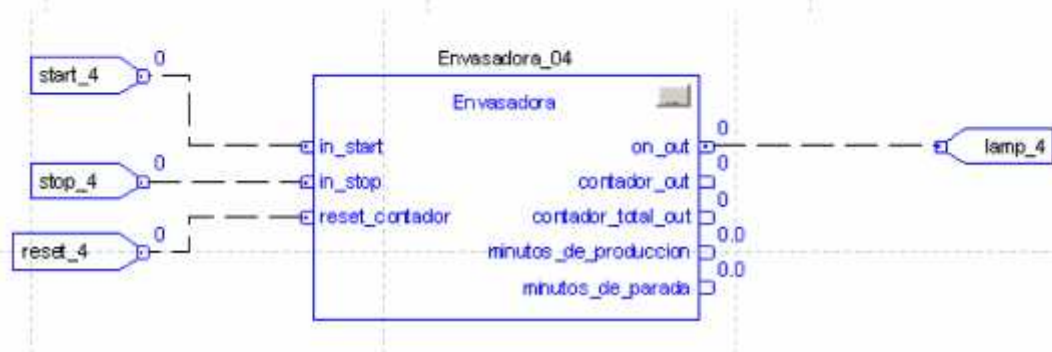


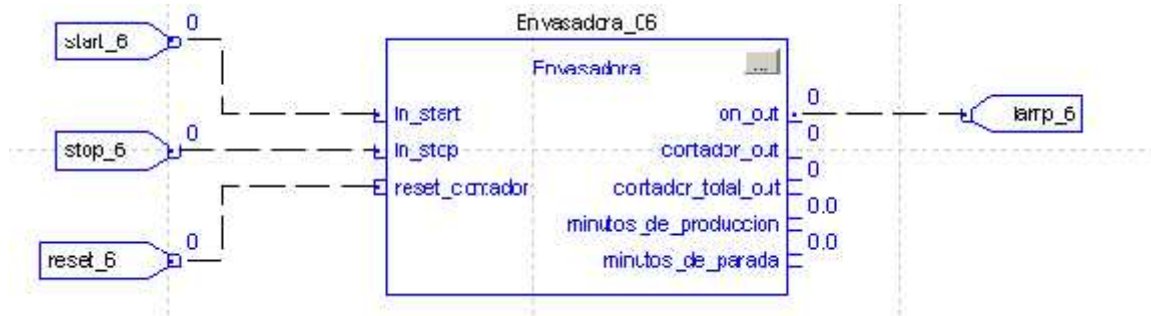
I. Finalmente, reseteamos los botones creados; de esta manera evitamos de que estos botones se mantengan en estado alto.



J. Debido a que la lógica es similar para las 6 envasadoras y lo sugerido es evitar generar código, se utilizó la instrucción llamada *Add-on*.







3.6. ELABORACIÓN DEL SOFTWARE DE SUPERVISIÓN

3.6.1 FACTORY TALK

Paso N° 01: Definimos los puntos a visualizar y los generamos en la pantalla principal.



Pantalla Principal

En la pantalla principal visualizamos todos los equipos a supervisar, para lo cual fueron creados los botones de acuerdo a la necesidad del área, tal es el caso de los controles de usuario, reportes, impresión y alarmas.





Cambio de usuario

Este botón nos servirá para elegir el usuario con el cual vamos a ingresar, esto para asegurar que únicamente personal autorizado ingrese a la interfaz.

USUARIO: David



Cerrar sesión

Este botón únicamente nos permitirá cerrar la sesión de la cuenta ingresada.



Editar usuario

Las claves de usuario podrán ser modificadas gracias a este botón.



Imprimir

Con este botón podremos imprimir la pantalla que nos encontremos supervisando.



Reportes

Los reportes son de gran ayuda, ya que con esto supervisaremos de manera general el área. En adición a esto podremos registrar los datos de producción, los cuales mediante el botón VER DATA podrán ser exportados en un archivo Excel.

The screenshot displays the 'David_aplicacion - FactoryTalk View SE Client' window. It features a toolbar at the top with various icons. The main area shows production data for six machines:

| ENVASADORA 1 | ENVASADORA 2 |
|--------------|--------------|
| 5.78 Kg | 5.93 Kg |
| ENVASADORA 3 | ENVASADORA 4 |
| 3.65 Kg | 2.88 Kg |
| ENVASADORA 5 | ENVASADORA 6 |
| 2.28 Kg | 1.44 Kg |

Below the machine data, it shows a 'TOTAL DE PRODUCCIÓN: 21.936 Kg'. There are buttons for 'REGISTRAR EN LA BASE DE DATOS', 'CONECTAR', 'RESET', and 'VER DATA'. A green bar at the bottom indicates '2'.



Alarmas

Las alarmas nos indicarán si los operados han ingresado los parámetros de arranque correctos.

The screenshot displays the 'David_aplicacion - FactoryTalk View SE Client' window. It shows the alarm status for six machines, each with a red bar indicating 'Datos Incompletos' and a 'ACK' button:

| ENVASADORA 1: |
|-------------------|
| Datos Incompletos |

| ENVASADORA 2: |
|-------------------|
| Datos Incompletos |

| ENVASADORA 3: |
|-------------------|
| Datos Incompletos |

| ENVASADORA 4: |
|-------------------|
| Datos Incompletos |

| ENVASADORA 5: |
|-------------------|
| Datos Incompletos |

| ENVASADORA 6: |
|-------------------|
| Datos Incompletos |

Paso N° 02: Seguidamente diseñamos y direccionamos la pantalla de la envasadora, esta pantalla nos permitirá visualizar el estado real de la producción.



Envasadora

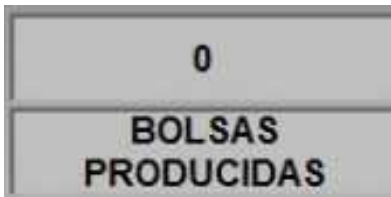
En esta pantalla, encontramos a detalle lo que deseamos supervisar de la envasadora, a continuación detallamos lo siguiente:

INDICADOR TOTAL: nos muestra el total de producción de la envasadora en tiempo real, el cual no sirve para planificar la producción e identificar que realmente lo proyectado se está cumpliendo.

INDICADOR FRECUENCIA: nos muestra a qué velocidad está trabajando la envasadora, podemos supervisar por ejemplo si es una frecuencia muy baja pueda existir alguna falla que no ha sido comunicada por el operador.



INDICADOR BOLSAS PRODUCIDAS: nos muestra la cantidad de bolsas totales producidas en la envasadora, con esto evaluamos cuanto ha producido la envasadora desde la puesta en marcha.



INDICADOR UTILIZACIÓN: nos muestra cuanto vamos utilizando la envasadora, con esto podemos verificar si el operador realmente está cumpliendo su trabajo y se está comprometiendo con la producción.

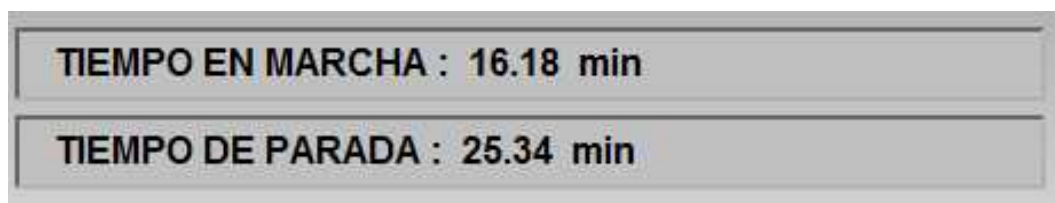


INDICADOR BOLSA: nos muestra el estado de las bolsas producidas en la producción actual.



INDICADOR TIEMPO EN MARCA: nos muestra el tiempo en el cual la envasadora está operando, con esto podremos saber exactamente cuánto fue el tiempo de operación.

INDICADOR TIEMPO DE PARADA: nos muestra el tiempo en el cual la envasadora está parada, con esto podremos saber exactamente cuánto fue el tiempo de parada, ya sea por descuido del personal o parada por mantenimiento.

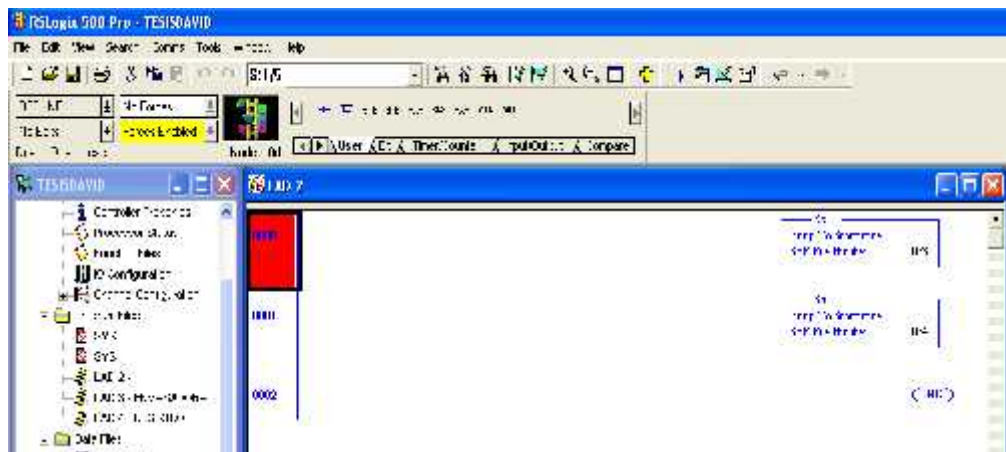


3.7. DESARROLLO DE PILOTO DE PRUEBA

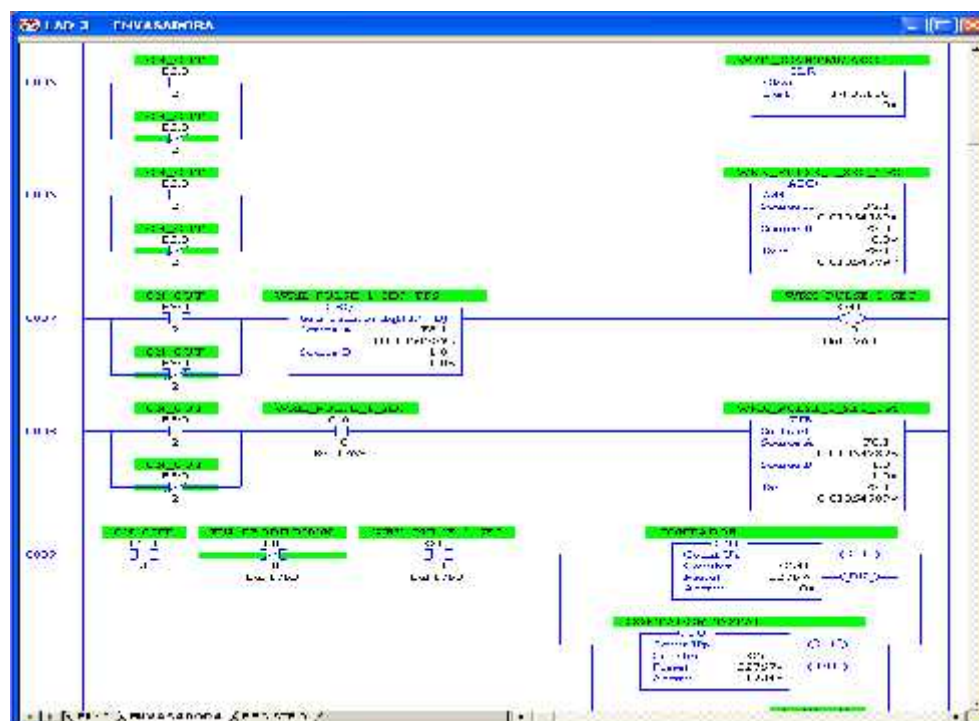
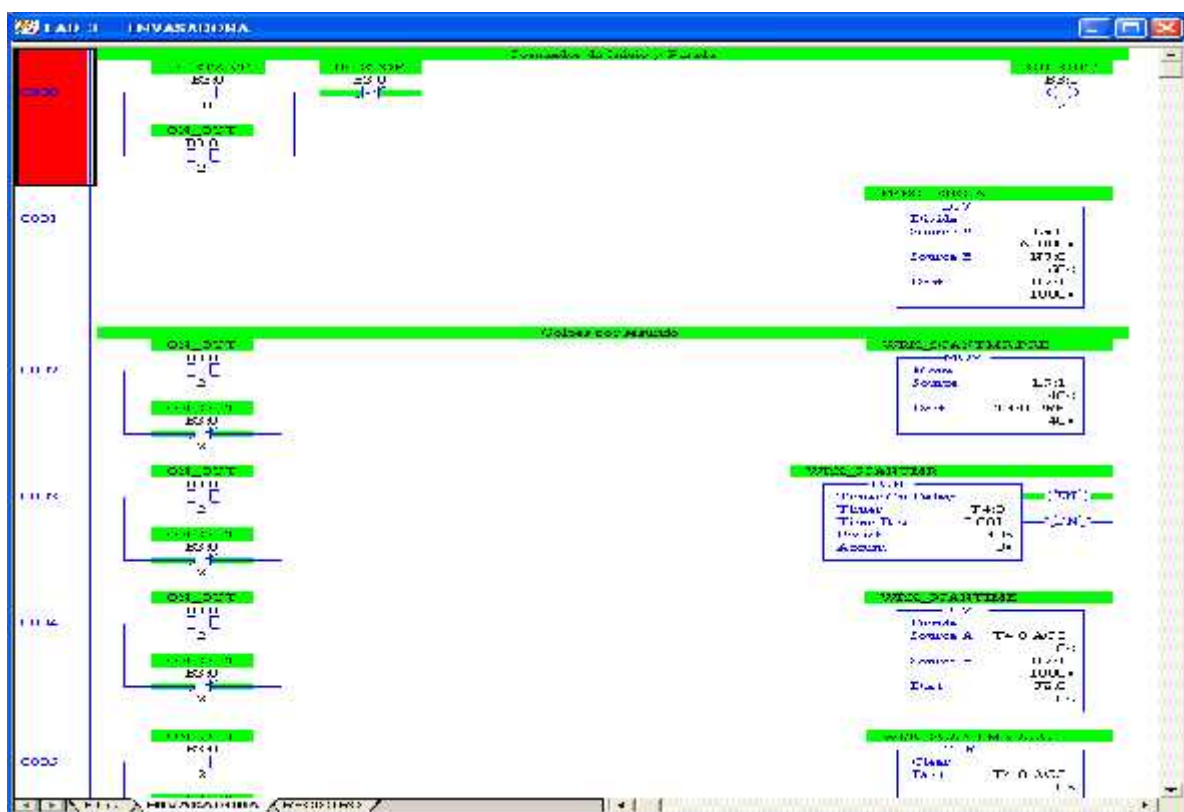
La generación del piloto para la demostración de la tesis fue realizada utilizando el software Rslogix 500 y Factory talk. Para esto utilizamos como hardware un PLC Micrologix 1100, un Access Point TP Link y una laptop.

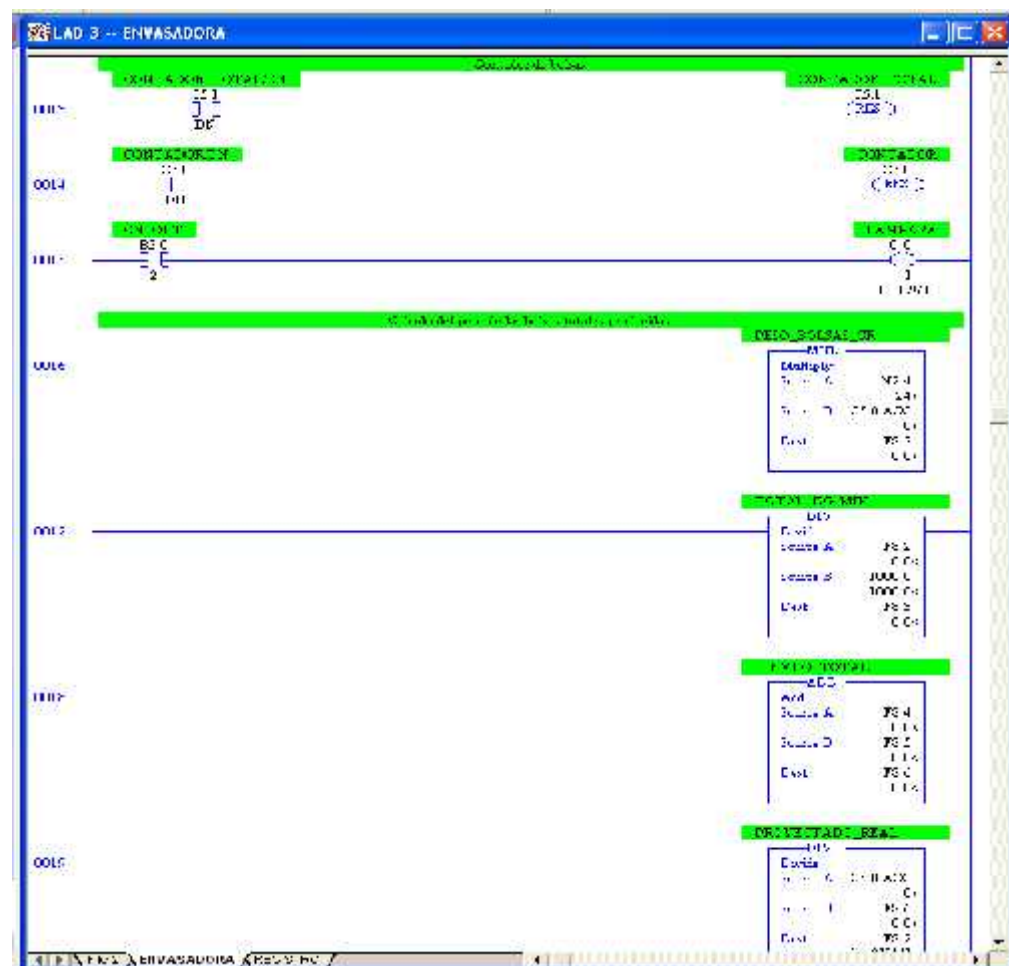
Seguidamente se describe los pasos utilizados para desarrollar este piloto:

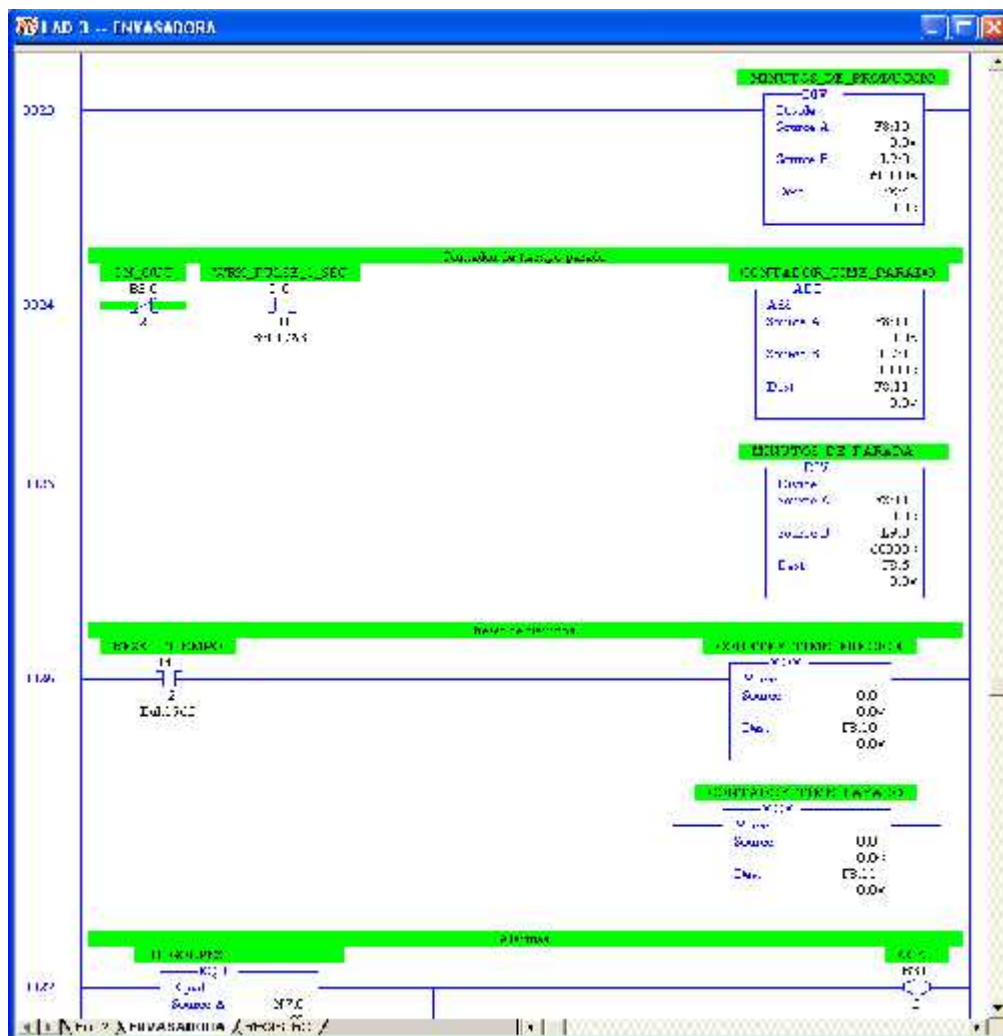
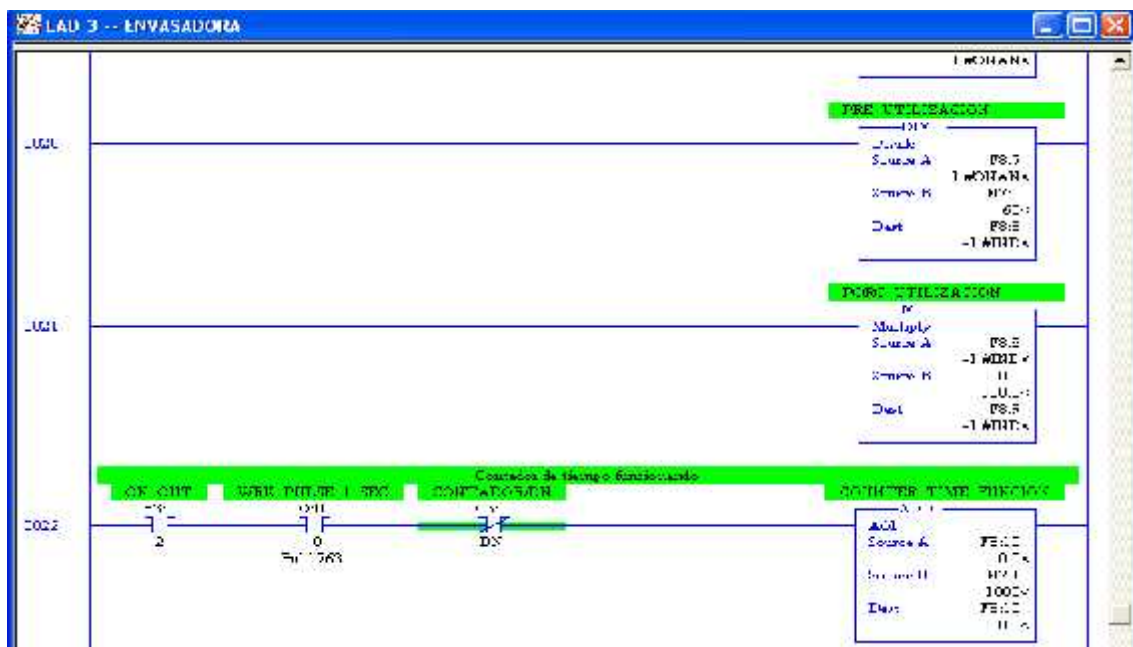
1. Se genera el software de programación de la siguiente manera.
 - a. Generamos las subrutinas

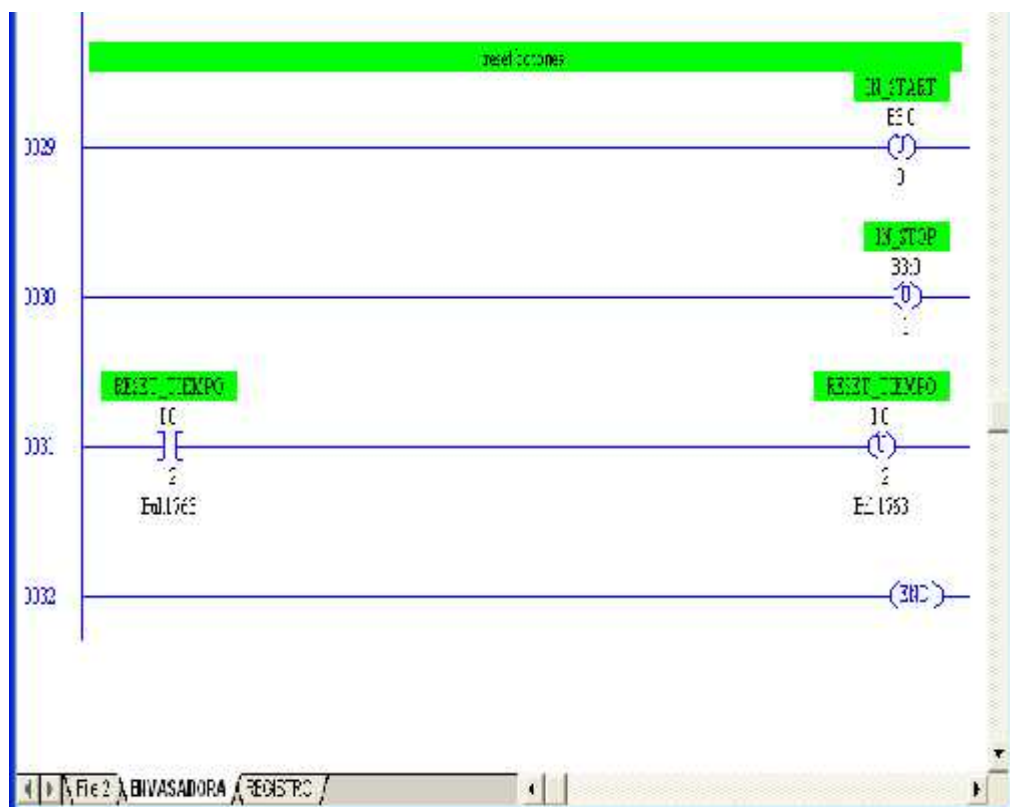
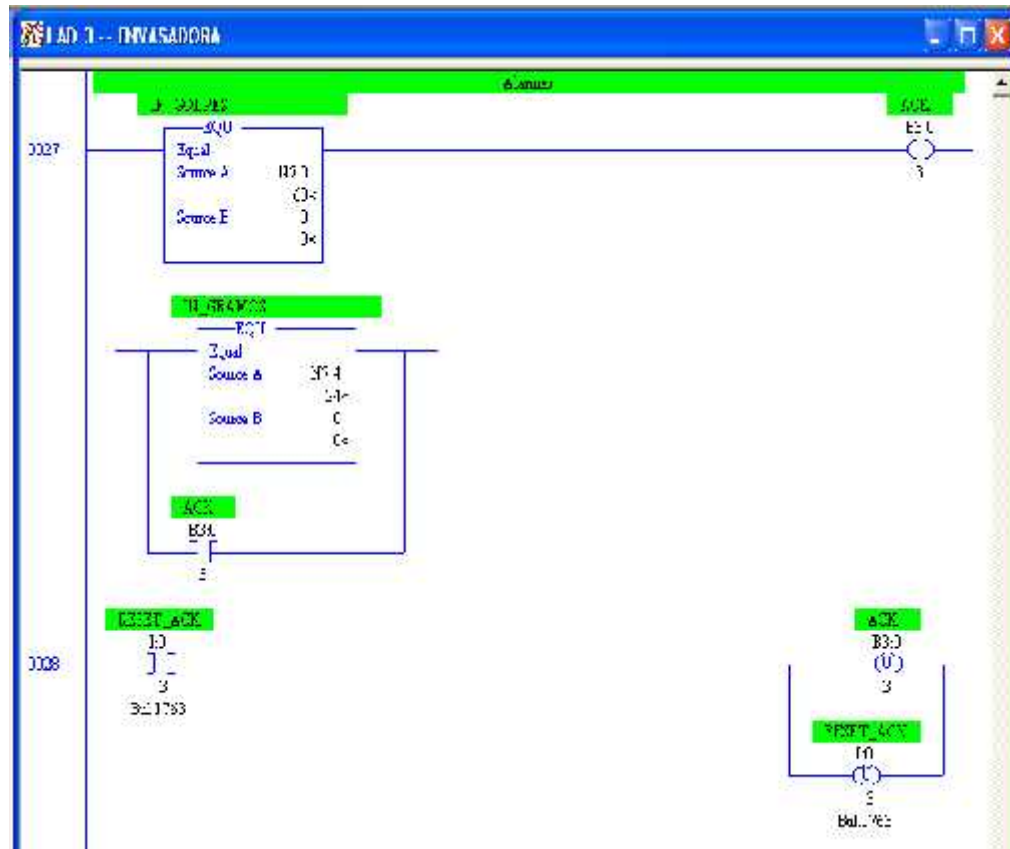


- b. Se generaron 32 líneas de código para la subrutina ENVASADORA, las cuales son las siguientes:

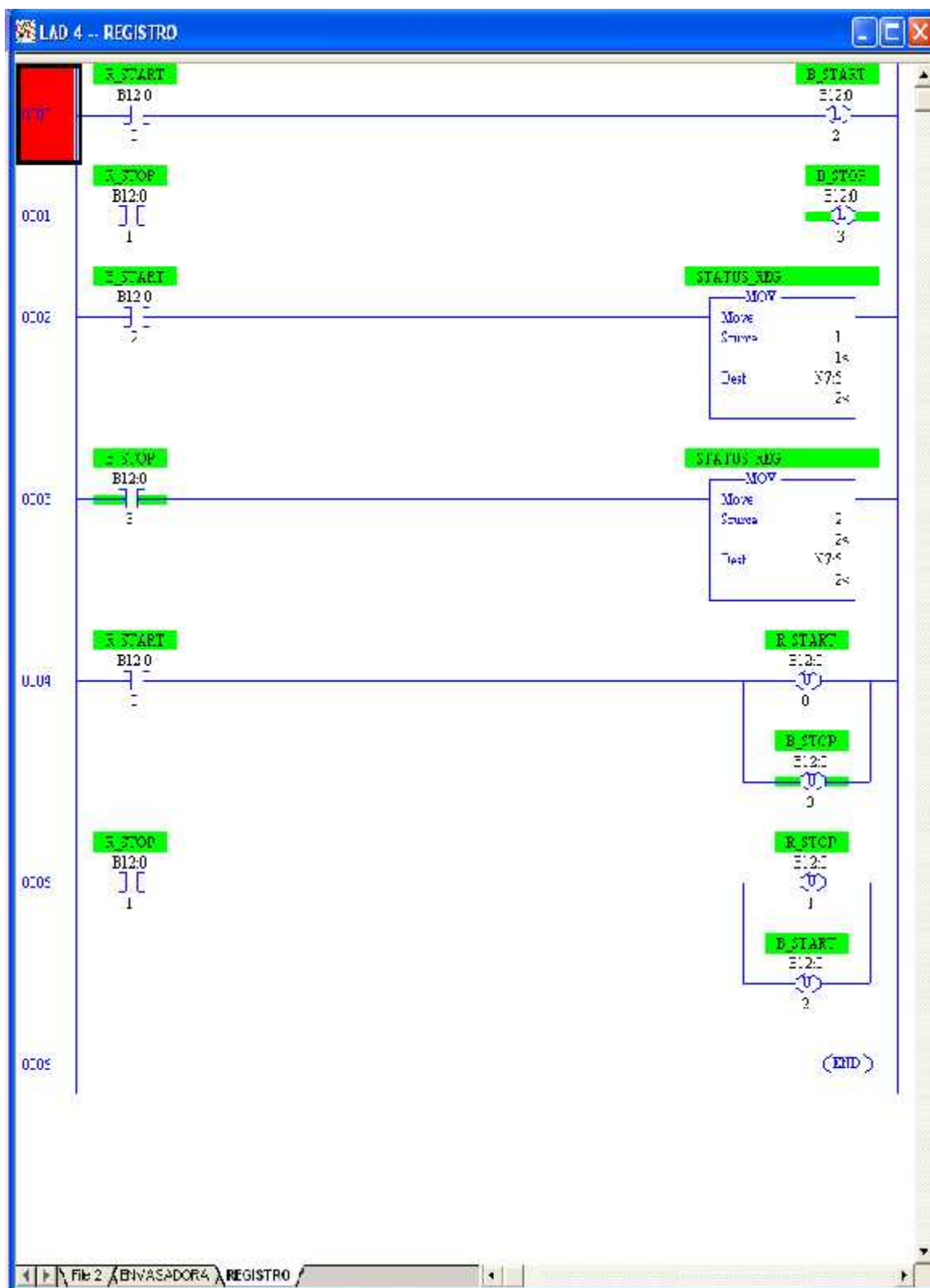








c. Se generaron 6 líneas de código para la subrutina REGISTRO:



2. Luego se genera la interfaz para el enlace y captura de datos. Se configuran los botones de acuerdo al software planteado en el rslogix 500.




```

Private Sub NumericDisplay6_Change()

If david.Value = 1 Then

Set MyTagGroup = Application.CreateTagGroup(Me.AreaName)

MyTagGroup.Add "[env_1]F8:3"

MyTagGroup.Add "VBA\contador"

MyTagGroup.Add "system\Date"

MyTagGroup.Add "system\Time"

Dim Tag1 As Tag

Dim Tag7 As Tag

Dim Tag8 As Tag

Dim Tag9 As Tag

Set Tag1 = MyTagGroup.Item("[env_1]F8:3")

Set Tag7 = MyTagGroup.Item("VBA\contador")

Set Tag8 = MyTagGroup.Item("system\Date")

Set Tag9 = MyTagGroup.Item("system\Time")

Set oXL = CreateObject("Excel.Application")

oXL.Workbooks.Open "C:\Nuevo.xlsx"

Set oSheet = oXL.ActiveSheet

```

oSheet.Cells(1 + Tag7.Value, 1) = Tag1.Value

oSheet.Cells(1 + Tag7.Value, 2) = Tag8.Value

oSheet.Cells(1 + Tag7.Value, 3) = Tag9.Value

Tag7.Value = Tag7.Value + 1

oXL.ActiveWorkbook.Save

oXL.ActiveWorkbook.Close

oXL.Quit

Set oSheet = Nothing

Set oXL = Nothing

End If

End Sub

4. Enlazamos el PLC mediante un acces point para la captura inalámbrica de datos.
 - a. Primero configuramos la operación del equipo como Access point :



u

b. Luego configuramos la red en la opción Network.



The image shows the TP-LINK web interface for network configuration. The left sidebar contains a menu with options: Status, Quick Setup, Operation Mode, WPS, Network (highlighted), LAN, Wireless, DHCP, and System Tools. The main content area is titled 'LAN' and displays the following configuration fields:

| | |
|--------------|-------------------|
| MAC Address: | 14-00-20-95-53-50 |
| Type: | Static IP |
| IP Address: | 192.168.1.254 |
| Subnet Mask: | 255.255.255.0 |
| Gateway: | 192.168.1.1 |

A 'Save' button is located at the bottom of the configuration area.

c. Definimos los parámetros de la señal wireless a emitir.



The image shows the TP-LINK web interface for wireless settings. The left sidebar contains a menu with options: Status, Quick Setup, Operation Mode, WPS, Network, Wireless (highlighted), Wireless Settings (sub-option), Wireless Security, Wireless MAC Filtering, Wireless Advanced, Antenna Alignment, Throughput Monitor, Wireless Statistics, DHCP, and System Tools. The main content area is titled 'Wireless Settings - Access Point' and displays the following configuration fields:

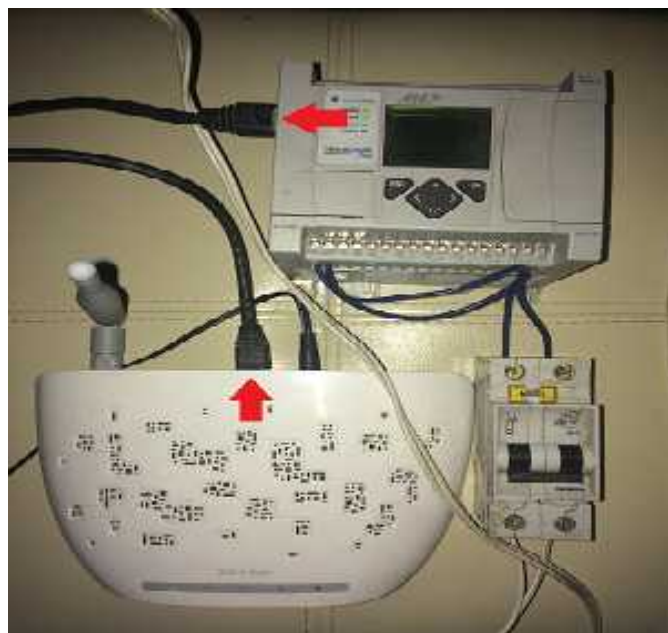
| | | |
|---|---|------------------------|
| Wireless Network Name: | TFSIS_PLC1 | (Also called the SSID) |
| Region: | Peru | |
| Warning: | Please you select a correct country to comply local law. Incorrect settings may cause interference. | |
| Channel: | 1 | |
| Mode: | 11bgn mixed | |
| Channel Width: | Auto | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Enable Wireless Radio | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Enable SSID Broadcast | | |

A 'Save' button is located at the bottom of the configuration area.

- d. Finalmente configuramos la seguridad de la red inalámbrica, de la siguiente manera:



5. Seguidamente conectamos los equipos de la siguiente manera:
- a. PLC – Access Point (mediante cable Ethernet): Con esto habilitamos al PLC para enviar una señal inalámbrica, al conectarnos podremos tener acceso a la información del PLC.



- b. Laptop – Access Point (mediante wifi): Con esto enlazamos el computador al PLC sin necesidad de usar cables.



6. Finalmente procedemos a verificar el enlace, desarrollo de la producción en tiempo real y captura de datos.

3.8. SUSTENTO ECONOMICO DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es lograr una adquisición automática de datos de producción y por ende una mayor utilización de la envasadora, logrando así incrementar la productividad del área de envasado.

| Cuadro de cálculo de disponibilidad en el área de envasado | | | | | |
|--|---------------|---------------------------------|-----------------------------|--|----------------|
| Meses | Horas totales | Horas paradas por mantenimiento | Horas de parada por demoras | Horas de parada por Control de calidad | Disponibilidad |
| ene-14 | 648 | 29 | 50.5 | 4.5 | 87.04% |
| feb-14 | 576 | 30 | 51 | 1.5 | 85.68% |
| mar-14 | 624 | 68.05 | 85 | 4.5 | 73.15% |
| abr-14 | 624 | 28 | 54 | 3 | 86.38% |
| may-14 | 648 | 25.9 | 53 | 2.5 | 87.44% |
| jun-14 | 600 | 34 | 85.5 | 4 | 79.42% |
| jul-14 | 648 | 35.05 | 59 | 3.5 | 84.95% |
| ago-14 | 648 | 30.9 | 61 | 3.5 | 85.28% |
| sep-14 | 600 | 22.2 | 57 | 4 | 86.13% |
| oct-14 | 648 | 22.55 | 97 | 5 | 80.78% |
| nov-14 | 624 | 25.67 | 57 | 4.5 | 86.03% |
| dic-14 | 624 | 35 | 90 | 6.5 | 78.93% |
| | | | | Promedio | 83.43% |

Cuadro # 01: Disponibilidad de línea

Este proyecto ayudará a mejorar la supervisión y por ende la utilidad de las envasadoras, con esto reduciremos un 55 % los tiempos muertos de los equipos, asimismo el ahorro será cuantificado de la siguiente manera: el 2014 la línea genero 810 horas de parada por demoras y el costo por horas es S/.6,750

por hora, es decir el tiempo muerto de los equipos se traduce en que la planta dejo de ganar S/.5'467,500 y el proyecto reducirá esto hasta 364.5 horas al año y es decir la panta dejara de ganar S/.2'460,375 y por diferencia el ahorro para la compañía será de S/.3'007,125 anuales

Como todos los proyectos, este tendrá un costo de implementación en su fase de desarrollo implementación y finalmente sostenerlo en el tiempo; esto lo veremos en el siguiente cuadro:

| Inversión del Proyecto | | | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------|-------------|
| N° | Recursos | Actividad | Costo Unitario (Nuevos Soles) | Tiempo requerido en H | | Costo Total |
| | | | | Implementación | Refuerzo | |
| 1 | Programador | Creación de la interfaz | 200 | 180 | 0 | 36000 |
| 1 | Diseñador de la red | Creación de la red ethernet/ip | 150 | 10 | 0 | 1500 |
| 1 | Supervisor | Supervisión de la instalación | 200 | 72 | 0 | 14400 |
| 2 | Técnico | Instalación | 100 | 72 | 0 | 14400 |
| 1 | Software (Rockwell Automation, Excel) | Licencias | 25000 | - | - | 25000 |
| 7 | Acces point | Compra | 200 | - | - | 1400 |
| 1 | Cables, Patch core, conectores | Compra | 2000 | - | - | 2000 |
| 1 | Jefe de producción | Reciben Capacitación | 20 | 2 | 8 | 200 |
| 2 | Asistentes de Producción | Reciben Capacitación | 20 | 2 | 8 | 400 |
| 3 | Supervisores de Producción | Reciben Capacitación | 20 | 2 | 8 | 600 |
| 1 | Jefe de Mantenimiento | Reciben Capacitación | 20 | 4 | 16 | 400 |
| 2 | Asistente de Mantenimiento | Reciben Capacitación | 20 | 4 | 16 | 800 |
| 10 | Técnicos de Mantenimiento | Reciben Capacitación | 20 | 4 | 16 | 4000 |
| | | | | | | 101100 |

Cuadro # 02: Sustento económico

La inversión final en el primer año considerando el refuerzo de las capacitaciones, será de 101,100 nuevos soles.

Se realizaran capacitaciones del funcionamiento del software, para el área de producción (manipulación – 2 horas) y al área de mantenimiento (manipulación y servicio técnico - 4 horas). A manera de mantener actualizado al cliente y asegurar el buen funcionamiento del software (servicio técnico), se darán capacitaciones en todo el año (área de producción 8 horas – área de mantenimiento 16 horas).

Ahora para calcular el costo beneficio, tenemos que considerar un valor de utilidad que no tengo como dato por ello utilizaremos el valor de S/.8'412,120 como beneficio costo, es decir si considerara la utilidad este sería mayor; sin embargo solo con este valor comprobaremos que el estudio tiene un sólido respaldo económico.

También para calcular el ahorro se estimará un margen de utilidad de 10%, ya que no se puede saber exactamente la cantidad que margina la empresa. Sin embargo de ser mayor podríamos mejorar aún más el resultado obtenido.

| | | | | |
|------------------|--|-------------------------------|---|-------------------|
| Beneficio | . ==>.</td <td>S/. 8,412,120.00 * 10%</td> <td>.<!--==>.</td--><td data-kind="parent" data-rs="2">8.32059347</td></td> | S/. 8,412,120.00 * 10% | . ==>.</td <td data-kind="parent" data-rs="2">8.32059347</td> | 8.32059347 |
| Costo | . ==>.</td <td>S/. 101,100.00</td> <td>.<!--==>.</td--><td data-kind="ghost"></td></td> | S/. 101,100.00 | . ==>.</td <td data-kind="ghost"></td> | |

El valor obtenido 8.32, representa que el beneficio obtenido por aplicar el proyecto es 8.32 veces mayor a los costos que implica el desarrollo del mismo; con ello concluimos que es acertado.

Finalmente calcularemos el VAN y validaremos que el resultado es mayor a cero y esto lo hace rentable y debe realizarse.

| Año | Ingresos | Egresos | Flujo efectivo | -S/. 101,100.00 |
|-----|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | S/. 42,060.60 | S/. 101,100.00 | -S/. 59,039.40 | -S/. 59,039.40 |
| 2 | S/. 84,121.20 | S/. 59,039.40 | S/. 25,081.80 | S/. 25,081.80 |
| 3 | S/. 168,242.40 | S/. 0.00 | S/. 168,242.40 | S/. 168,242.40 |
| 4 | S/. 252,363.60 | S/. 0.00 | S/. 252,363.60 | S/. 252,363.60 |
| 5 | S/. 336,484.80 | S/. 0.00 | S/. 336,484.80 | S/. 336,484.80 |
| | | | | |
| n= | 5 | | | |
| i= | 10% | | | |
| IO= | S/. 101,100.00 | | | |
| | | | | |
| VAN | S/. 373,657.91 | | | |
| TIR | 54% | | | |

Para el primer año en ingresos consideramos un 5 % del ahorro calculado S/. 8412120 por la utilidad del 10%, luego para el segundo año consideramos un 20 % del ahorro calculado S/. 8412120 por la utilidad del 20% y así hasta el quinto año consideramos un crecimiento del 10 % anual en los ingresos.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. RESULTADOS

- Se logró identificar las características del sistema y funcionamiento de la etapa de envasado en la empresa Global Alimentos SAC.
- Se logró desarrollar un sistema de adquisición de datos en un entorno amigable, el cual permite automatizar la recolección de información de producción.
- Se logró demostrar el correcto funcionamiento de la interfaz de adquisición de datos, generando reportes de la información de producción en tiempo real.
- Se logró demostrar que el desarrollo de la interfaz de adquisición de datos es económicamente rentable.

4.2. CONCLUSIONES

- La simulación del sistema SCADA en Factory Talk para la máquina de envasado implicó el estudio de las características del proceso, la previa evaluación de la programación y la identificación de los parámetros para una adecuada visualización y supervisión del proceso.
- Mediante el análisis de la simulación del sistema SCADA de la interfaz de adquisición de datos automática de la envasadora se comprobó que se puede manejar una información más detallada y minuciosa a la hora de la toma de decisiones en sus producciones (ventas, inventarios, etc.)
- Para realizar una adecuada adquisición de datos es de suma importancia conocer a fondo el proceso que se desea controlar, esta parte es clave ya que es aquí donde se define la programación y la forma de operación requerida.

- Se eligió trabajar con el software RSLINX, RSLOGIX 5000 y FACTORY TALK, por permitir flexibilidad y compatibilidad con el sistema, ya que el sistema trabaja con un PLC ALLEN BRADLEY (Compact Logix L32E).
- En el diseño de la red se eligió trabajar con Ethernet/IP, debido a su flexibilidad y buen desempeño en el transporte de datos.
- Se eligió una red WLAN, debido a que de esta manera reducimos los tiempos de implementación; generando flexibilidad en la recepción de la información.
- Es factible técnicamente demostrar el correcto funcionamiento de la interfaz de adquisición de datos de producción, ya que con el equipo de gama baja de la marca ALLEN BRADLEY (Micrologix 1100) se logró demostrar el correcto funcionamiento de la interfaz de adquisición de datos.
- Es factible económicamente desarrollar este proyecto, ya que con la información adquirida en las entrevistas con el personal de la empresa Global Alimentos, se logró demostrar que este proyecto es rentable.

4.3. RECOMENDACIONES

- Implementar el sistema de adquisición de datos automático (SCADA) para optimizar la supervisión y cálculo de su producción en el área de envasado es factible ya que gracias a esto se puede tener un control más riguroso y preciso del proceso de envasado.
- Utilizar versiones últimas de RSLogix 5000, Factory talk y VBA compatibles con Windows 7.

- Luego de la realización de la interfaz de adquisición automática de datos (SCADA) se debe capacitar a todo el personal (mantenimiento y producción) para que puedan saber el funcionamiento de cada uno de los equipos que aquí intervienen.
- La base de registro de datos del sistema de adquisición se guarda en un archivo Excel, el cual el botón de guardar debe estar activado para continuamente guardar este historial de producción.
- Cualquier persona ajena al proceso no deberá ingresar al sistema ya que podría ocasionar variaciones y fallar del sistema; para el respectivo control de seguridad, todo personal calificado contará con un usuario y su clave respectiva.



BIBLIOGRAFÍA

[1] Rockwell, A. (2013). Manual de usuario de los controladores CompactLogix 1769,

[2] Rockwell, A. (2008). *Guía de selección ControlLogix*

[3] Rodríguez, A. (2008). Comunicaciones Industriales (1era Ed.) Marcombo S.A, Grupo Editor.

[4] Fabrima, Máquinas Automáticas (2008). Manual de usuario FlexiBag Bi 260

Links de búsqueda :

- <http://www.infoplcn.net> consultado en Octubre del 2014
- Wonderware. (s.f.). *Wonderware InTouch* HMI. Obtenido de <http://global.wonderware.com/LA/Pages/WonderwareInTouchHMI.aspx>
- <http://ab.rockwellautomation/> consultado en Noviembre del 2014
- <http://literature.rockwellautomation.com> consultado en Diciembre 2014
- https://cours.etsmtl.ca/gpa754/references/fabricants/RSLINX/linx-td001_en-p.pdf
- <http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/comunicacionesindustrialesdocumento.pdf>



ANEXOS

FOTOS DE LOS EQUIPOS



ENVASADORA FLEXIBAG BI 260 (vista frontal)



ENVASADORA FLEXIBAG BI 260 (vista lateral)



CANGILON CENTRAL



Prototipo de prueba (vista frontal)

ANEXOS

Technical Data



CompactLogix Controllers Specifications

CompactLogix 5370 Controller Catalog Numbers

1769-L16ER-BB1B, 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B, 1769-L24ER-QB1B,
1769-L24ER-QBFC1B, 1769-L27ERM-QBFC1B, 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE,
1769-L30ERM, 1769-L33ER, 1769-L33ERM, 1769-L36ERM

1769 Packaged Controller Catalog Numbers

1769-L23-QBFC1B, 1769-L23E-QB1B, 1769-L23E-QBFC1B

1769 Modular Controller Catalog Numbers

1769-L31, 1769-L32C, 1769-L35CR, 1769-L32E, 1769-L35E

1768 Controller Catalog Numbers

1768-L43, 1768-L43S, 1768-L45, 1768-L45S

Memory Card Catalog Numbers

1784-CF128, 1784-SD1, 1784-SD2

| Topic | Page |
|--|------|
| CompactLogix 5370 Controllers | 4 |
| 1769 Packaged CompactLogix Controllers with Embedded I/O | 34 |
| 1769 Modular CompactLogix Controllers | 45 |
| 1768 CompactLogix Controllers | 49 |
| Controller Memory Use | 56 |
| Controller Compatibility | 57 |
| Controller Connections | 60 |
| Determine Total Connection Use | 62 |
| CompactLogix Controller Accessories | 63 |

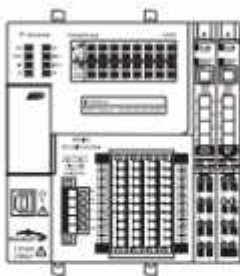


Table 1 - Environmental Specifications - 1768 and 1769 CompactLogix Controllers and CompactLogix 5370 Controllers

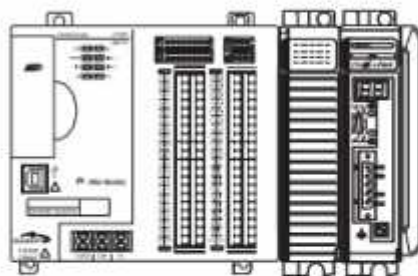
| | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|
| Attribute | 1769-L16ER-BB1B, 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM- BB1B | 1769-L24ER-QB1B, 1769-L24ER- QBFC1B, 1769- L27ERM-QBFC1B | 1769-L30ER, 1769-L30ERMSE, 1769-L30ERM, 1769-L33ER, 1769-L33ERM, 1769-L36ERM | 1769-L23-QBFC1B, 1769-L23E-QB1B, 1769-L23E- QBFC1B | 1769-L31, 1769-L32C, 1769-L35CR, 1769-L32E, 1769-L35E | 1768-L43, 1768-L43S, 1768-L45, 1768-L45S |
| Temperature, operating IEC 60068-2-1 (Test Ad, Operating Cold), IEC 60068-2-2 (Test Bd, Operating Dry Heat), IEC 60068-2-14 (Test Na, Operating Thermal Shock) | -20...60 °C (-4...140 °F) | 0...60 °C (32...140 °F) | | | | |
| Temperature, storage IEC 60068-2-1 (Test Ab, Unpackaged Nonoperating Cold), IEC 60068-2-2 (Test Bb, Unpackaged Nonoperating Dry Heat), IEC 60068-2-14 (Test Na, Unpackaged Nonoperating Thermal Shock) | -40...85 °C (-40...185 °F) | | | | | |
| Temperature, surrounding air, max | 60 °C (140 °F) | | | | | |
| Relative humidity IEC 60068-2-30 (Test Db, Unpackaged Damp Heat) | 5...95% noncondensing | | | | | |
| Vibration IEC 60068-2-5 (Test Fc, Operating) | 2 g @ 10...500 Hz ⁽¹⁾ | 5 g @ 10...500 Hz | 2 g @ 10...500 Hz | 5 g @ 10...500 Hz | | |
| Shock, operating IEC 60068-2-27 (Test Ea, Unpackaged Shock) | 30 g ⁽¹⁾ | 20 g - DIN rail 30 g - Panel | 30 g | 20 g - DIN rail 30 g - Panel | 30 g | |
| Shock, nonoperating IEC 60068-2-27 (Test Ea, Unpackaged Shock) | 50 g ^{(1), (2)} | 30 g - DIN rail 40 g - Panel | 50 g | 30 g - DIN rail 40 g - Panel | 50 g | |
| Emissions CSPR 11 | Class A (IEC 61000-6-4) | | | | | |
| ESD immunity IEC 61000-4-2 | 6 kV contact discharges 8 kV air discharges | | | 4 kV contact discharges 8 kV air discharges | 1769-L31 4 kV contact discharges 8 kV air discharges 1769-L32C, 1769-L35CR, 1769-L32E, 1769-L35E 6 kV contact discharges 8 kV air discharges | 6 kV contact discharges 8 kV air discharges |

CompactLogix 5370 Controllers

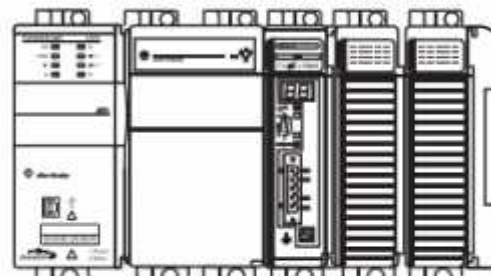
CompactLogix 5370 L1 Control System



CompactLogix 5370 L2 Control System



CompactLogix 5370 L3 Control System



CompactLogix 5370 controllers provide scalable controller solutions capable of addressing a wide variety of applications. All CompactLogix 5370 controllers provide the following functionality:

- Two EtherNet/IP ports
- One USB port
- Support for local expansion modules
- Control of local and distributed I/O modules
- Use of 1784-SD1 or 1784-SD2 Secure Digital (SD) card for nonvolatile memory
- A battery is no longer necessary because of the internal energy storage solution

Some CompactLogix 5370 controllers provide the following functionality:

- Built-in power supply
- Some combination of embedded digital, analog, and high-speed counter modules
- Support for Integrated Motion over an EtherNet/IP network
- Access to DeviceNet networks

Table 2 - Features - CompactLogix 5370 Controllers

| Feature | 1769-L16ER-BB1B, 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B | 1769-L24ER-QB1B, 1769-L24ER-QBFC1B, 1769-L27ERM-QBFC1B | 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM, 1769-L33ER, 1769-L33ERM, 1769-L36ERM |
|--|--|--|---|
| Controller tasks: <ul style="list-style-type: none"> • Continuous • Periodic | <ul style="list-style-type: none"> • 32 tasks • 100 programs/task | | |
| Built-in communication ports | <ul style="list-style-type: none"> • Two EtherNet/IP ports - CompactLogix 5370 controllers have two EtherNet/IP ports to connect to an EtherNet/IP network. The ports carry the same network traffic as part of the controller's embedded switch. However, the controller uses only one IP address. • One USB port (only for temporary connection) | | |
| Communication options | EtherNet/IP | <ul style="list-style-type: none"> • EtherNet/IP • DeviceNet via 1769-SDN scanner | |
| EtherNet/IP node, max | <ul style="list-style-type: none"> • 1769-L16ER-BB1B: Up to four nodes • 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B: Up to 8 nodes | <ul style="list-style-type: none"> • 1769-L24ER-QB1B, 1769-L24ER-QBFC1B: Up to 8 nodes • 1769-L27ERM-QBFC1B: Up to 16 nodes | <ul style="list-style-type: none"> • 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM: Up to 16 nodes • 1769-L33ER, 1769-L33ERM: Up to 32 nodes • 1769-L36ERM: Up to 48 nodes |
| Controller connections | 256 | | |
| Embedded I/O modules | <ul style="list-style-type: none"> • 16 DC digital inputs • 16 DC digital outputs | <p>All controllers:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 16 DC digital inputs • 16 DC digital outputs <p>Only 1769-L24ER-QBFC1B and 1769-L27ERM-QBFC1B:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 high-speed counters • 4 high-speed counter outputs • 4 universal analog inputs • 2 analog output points | None |

I/O Module Support - CompactLogix 5370 L1 Controllers

The CompactLogix 5370 L1 controllers offer an embedded I/O module and the option of using 1734 POINT I/O modules as local expansion modules.

The embedded I/O module provides the following:

- 16 sinking 24V DC digital input points
- 16 sourcing 24V DC digital output points

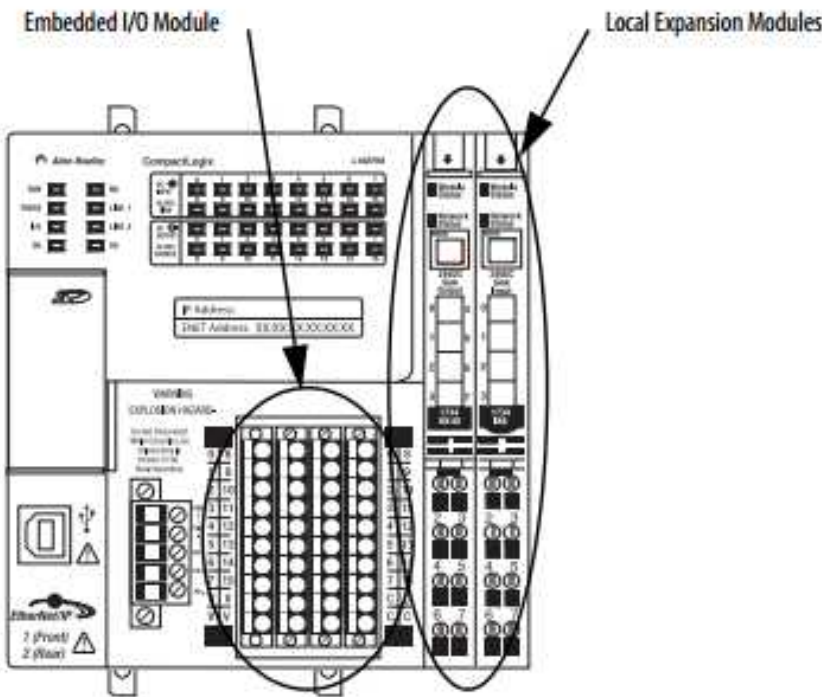
To use 1734 POINT I/O modules as local expansion modules, keep in mind the following:

- Local expansion modules must be installed in the same system as the CompactLogix 5370 L1 controller.
- The modules are installed to the right of the controller.
- The maximum number of local expansion modules available depends on the controller catalog of that system.

[Table 4](#) lists the number of 1734 POINT I/O modules the CompactLogix 5370 L1 controllers support. Each I/O module's minimum RPI is 1.0 ms and can be changed by 0.5 ms increments.

Table 4 - 1769-L16ER-BB1B, 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B Controllers - Local I/O Module Support

| Cat. No. | Local 1734 POINT I/O Modules Supported, max |
|------------------|---|
| 1769-L16ER-BB1B | 6 |
| 1769-L18ER-BB1B | 8 |
| 1769-L18ERM-BB1B | |



150Mbps Wireless N Access Point

TL-WA701ND

⦿ Features:

- Wireless speed up to 150Mbps
- Supports Access Point, Multi-SSID, Client, Universal/WDS Repeater, Bridge with AP operation modes
- Easily setup a WPA encrypted secure connection at a push of the WPS button
- Up to 30 meters (100 feet) of flexible deployment with included Power over Ethernet Injector
- Up to 4 SSIDs and VLAN support
- Backward compatible with 802.11b/g products
- 5dBi External detachable antennas allow for better alignment and stronger antenna upgrades



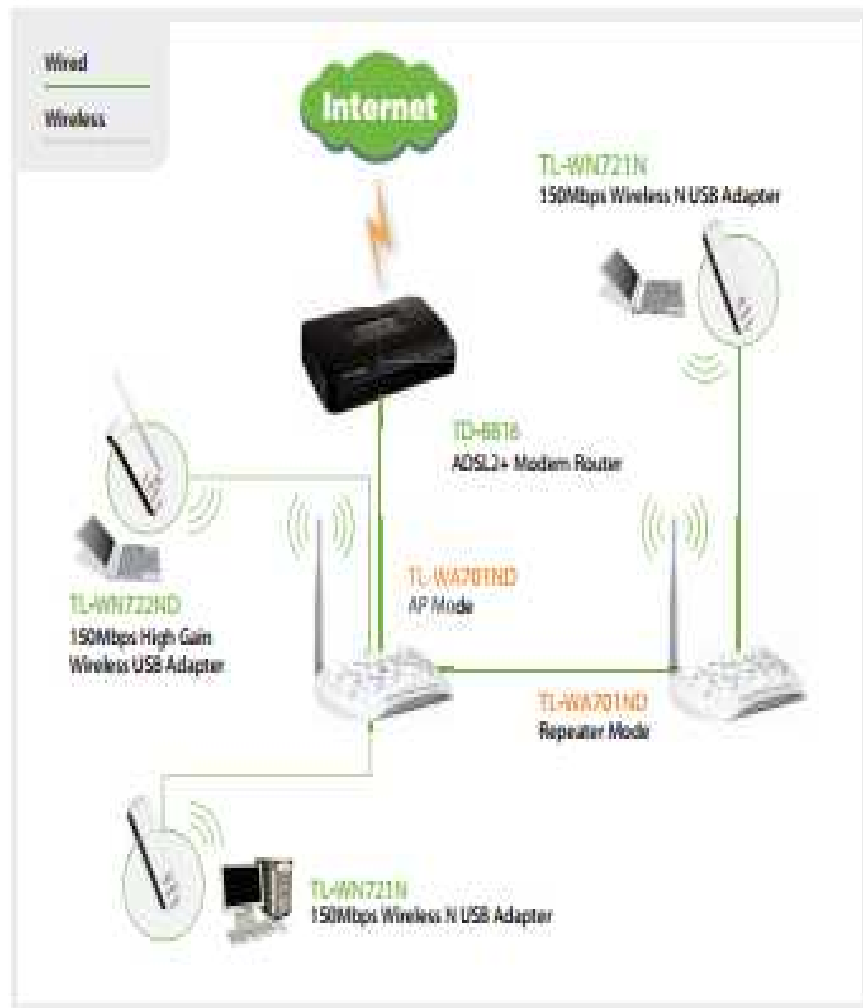
⦿ Description:

The TP-LINK Wireless N Access Point TL-WA701ND is designed to establish or expand a scalable high-speed wireless N network or to connect multiple Ethernet enabled devices such as game consoles, digital media adapters, printers, or network attached storage devices to a wireless network. It provides high-speed wireless performance for your network at 150Mbps. The AP supports a host of different functions that makes your wireless networking experience more flexible than ever before. Now, you can enjoy a better Internet experience when downloading, gaming, video streaming or with any other application that you may wish to use.

⦿ Specifications:

| HARDWARE FEATURES | |
|--------------------------|--|
| Interface | One 10/100Mbps Auto-Sensing RJ45 Port (Auto MDI/MDIX) |
| Button | WPS Button, Reset Button |
| External Power Supply | 9VDC / 0.6A |
| Antenna Type | 5dBi Detachable Omni Directional Antenna (RP-SMA) |
| WIRELESS FEATURES | |
| Frequency | 2.4-2.4835GHz |
| Wireless Standards | IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b |
| Signal Rate | 11n: Up to 150Mbps(dynamic) |
| | 11g: Up to 54Mbps(dynamic) |
| | 11b: Up to 11Mbps(dynamic) |
| EIRP | <20dBm (EIRP) |
| Reception Sensitivity | 135Mc: -69dBm@10% PER |
| | 54Mc: -73dBm@10% PER |
| | 11Mc: -85dBm@8% PER |
| | 6Mc: -89dBm@10% PER |
| | 1Mc: -90dBm@8% PER |
| Wireless Modes | AP Mode, Multi-SSID Mode, Client Mode, Repeater Mode (WDS / Universal), Bridge Mode |
| Wireless Security | SSID Enable/Disable, MAC Address Filter, 64/128/152-bit WEP Encryption, WPA/WPA2/WPA-PSK/WPA2-PSK (AES/TKIP) Encryption |
| Advanced Functions | Up to 30 meters Passive PoE is supported |
| OTHERS | |
| Certification | CE, FCC, RoHS |
| Dimensions (W x D x H) | 7.1 x 4.9 x 1.4 in.(181 x 125 x 36mm) |
| System Requirements | Microsoft Windows 98SE, NT, 2000, XP, Vista™ or Windows 7, MAC OS, NetWare, UNIX or Linux. |
| Environment | Operating Temperature: 0℃~40℃ (32℉~104℉) |
| | Storage Temperature: -40℃~70℃ (-40℉~158℉) |
| | Operating Humidity: 10%~90% non-condensing |
| | Storage Humidity: 5%~90% non-condensing |

Diagram:



Package:

- 150Mbps Wireless N Access Point
TL-WA701ND
- Power Injector
- RJ-45 Ethernet Cable
- Quick Installation Guide
- Power Adapter
- Resource CD

Related Products:

- 150Mbps Wireless N USB Adapter
TL-WN721N
- 150Mbps High Gain Wireless USB Adapter
TL-WN722ND
- ADSL2+ Modem Router
TD-8816