

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Diseño de sistema para mejoras en monitoreo IOT de desperdicios en
líneas de producción de envases metálicos.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Electricidad especialización Electrónica y
Automatización Industrial**

Presentado por:

Henry Gaston Grijalva Gutierrez

Jose Luis Quijije Moreira

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

A mi familia a quien le debo mucho, quien me vio en todo el transcurso de la carrera estudiar y trabajar para avanzar y culminar, y quienes fueron los que más creyeron en mí, en los momentos más difíciles.

José Luis Quijije Moreira

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me dio fuerzas y perseverancia en el transcurso de mi carrera, quien de él tuve y tengo todas las bendiciones que hacen que cada día siga adelante por el camino del bien.

A mi padre Hernán Quijije, quien de él tuve el apoyo tanto económico como moral y creyó en mí siempre y a quien le quedo eternamente agradecido.

A mi madre Azucena Moreira, quien siempre estuvo atenta a mí, quien a sus cuidados y atención siempre estoy en buena salud para afrontar cualquier obstáculo tanto físico como mental.

Agradezco a los profesores del área de Electrónica y Automatización, quienes, con experiencia, pasión y esmero, imparten las clases, y hacen llegar el interés de investigar y seguir aprendiendo sobre las bondades que ofrece la electrónica en la vida cotidiana hacia sus estudiantes.

José Luis Quijije Moreira

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado a mi familia
quienes vivieron cada día de mi progreso
aun en la distancia sin ellos nada hubiera
sido posible

A las personas que amo, cada una dio un
granito de arena para lograrlo.
Convirtiéndome en la persona que soy

Henry Gastón Grijalva Gutiérrez

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me dio fuerzas y perseverancia en el transcurso de mi carrera, quien de él tuve y tengo todas las bendiciones que hacen que cada día siga adelante por el camino del bien.

A mi padre Hernán Quijije, quien de él tuve el apoyo tanto económico como moral y creyó en mí siempre y a quien le quedo eternamente agradecido.

A mi madre Azucena Moreira, quien siempre estuvo atenta a mí, quien a sus cuidados y atención siempre estoy en buena salud para afrontar cualquier obstáculo tanto físico como mental.

Agradezco a los profesores del área de Electrónica y Automatización, quienes, con experiencia, pasión y esmero, imparten las clases, y hacen llegar el interés de investigar y seguir aprendiendo sobre las bondades que ofrece la electrónica en la vida cotidiana hacia sus estudiantes.

Henry Gastón Grijalva Gutiérrez

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponden conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Henry Gastón Grijalva Gutiérrez y José Luis Quijije Moreira damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Henry Gastón
Grijalva Gutiérrez

José Luis Quijije
Moreira

EVALUADORES

Alberto Damián Larco Gómez

PROFESOR DE LA MATERIA

Ronald David Solís Mesa

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Para el presente trabajo se da a conocer otro de los usos de la tecnología IoT (Internet of Things – Internet de las cosas) en el sector Industrial para el mejoramiento de tareas que son indispensable para los procesos productivos y la obtención de datos de manera exacta y en tiempo real, en este caso, la industria dedicada a la fabricación de envases metálicos utilizados para empaquetar y conserva los alimentos ha ido en aumento en los últimos años debido a que los envases son aptos para el reciclaje y ofrecen una protección al alimento en su interior de agentes externos, dicho crecimiento ha provocado la necesidad de monitorear sus líneas de producción con la finalidad de minimizar costos, aumentar la producción y tener una rápida comunicación a la hora de tomar decisiones.

Una de las principales características esta tecnología es que puede ser integrada en una misma red, logrando ser presentadas en una misma interfaz, diseñada para el entendimiento de las personas a quien van dirigidas, como son el personal de producción y supervisores de línea y mantenimiento.

Palabras Clave: Internet de las cosas; envases metálicos; tecnología; node red; producción-costos.

ABSTRACT

For this work, another of the uses of IoT technology (Internet of Things - Internet of things) in the Industrial sector for the improvement of tasks that are essential for production processes and obtaining data in an exact way is disclosed and in real time, in this case, the industry dedicated to the manufacture of metal containers used for packaging and preserves food has been increasing in recent years because the containers are suitable for recycling and offer food protection in Within its external agents, this growth has caused the need to monitor its production lines in order to minimize costs, increase production and have rapid communication when making decisions.

One of the main features of this technology is that it can be integrated into the same network, being able to be presented in the same interface, designed for the understanding of the people to whom they are addressed, such as production personnel and line and maintenance supervisors.

Keywords: *Internet of things; metal containers; technology; node network; production-costs.*

Contenido

EVALUADORES	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABLAS	13
ABREVIATURAS	13
1 INTRODUCCIÓN	14
1.1 Planteamiento del problema	14
1.1.1 Justificación del proyecto	14
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo general	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Alcance	15
2 METODOLOGÍA	17
2.1 Planteamiento del sistema.....	17
2.1.1 Equipos utilizados.....	17
2.1.2 Comunicación.....	20
2.2 Ubicación de Sensores en las Líneas de Producción	22
2.3 Asignación de Sensores en las Líneas de Producción	23
2.3.1 Ambiente donde funciona el sensor	23
2.4 Verificación de correcta comunicación entre PLC'S y sensores.....	24
2.4.1 Variables a medir.....	26
3 RESULTADOS Y ANALISIS	27

3.1	PROGRAMACIÓN	27
3.2	Bloques de programación	27
3.2.1	Bloque de Funciones.....	29
3.2.2	Funciones.....	30
3.2.3	Bloque de Datos	33
3.3	Bloques Node-Red.....	40
3.4	Dashboard	41
3.5	Análisis de Costos	42
3.6	Viabilidad Económica.....	42
4	Conclusiones y recomendaciones	43
4.1	Conclusiones	43
4.2	Recomendaciones	43
	ANEXOS	44
	BIBLIOGRAFIA	44

LISTA DE FIGURAS

- Figura # 2.1..... Sistema de monitoreo en Anillo.
- Figura #2.2..... Ubicación estratégica de sensor contador.
- Figura # 2.3..... Materiales tablero eléctrico.
- Figura#3.1..... Bloques FB sumador de pulsos.
- Figura #3.2..... Bloque Instancia contador.
- Figura#3.3..... Bloque de datos (Variables de cada sensor).
- Figura # 3.31..... Contador Up.
- Figura # 3.32..... Bloque Sumador de dos sensores en un mismo sector.
- Figura# 3.4..... Bloque Acumulador de dos Sumadores.
- Figura # 3.5..... Espejo Variables Sumador.
- Figura#3.6..... Espejo Variables Pulsos de Sensores.
- Figura#3.7..... Variables Bloque de Datos Pulsos de Sensores.
- Figura # 3.8..... Variables Bloque de Datos Acumulador de Pulsos.
- Figura # 3.9..... Interfaz Node-red.
- Figura # 3.10..... Interfaz Dashboard.

LISTA DE TABLAS

Tabla#3.1..... Costos Compontes para implementación

Tabla#3.2..... Costos Operacionales

ABREVIATURAS

IoT: Internet of things (internet de las cosas)

PLC: Programmable logic controller (Controlador lógico programable)

TIA PORTAL: Totally Integrated Automation (Automatización totalmente integrada)

CAPITULO 1

1 INTRODUCCIÓN

En la planta de envases metálicos, existe actualmente un sistema de monitoreo de productos llamada SHOPLOGIX, con sensores de presencia instalados al inicio de la línea y al final donde sale el producto terminado, integrado a una red con topología anillo, un PLC que procesa los pulsos de los sensores, y un servidor OPC QUE recopila toda la información y la almacena, su interfaz cuenta con información de paro y rechazos de las líneas de producción.

Este proyecto presenta una alternativa más de monitoreo, contabilizando el número de productos que pasan por cada sector de la línea de producción, para una mejor visión de los sectores en donde la eficiencia es baja, y poder tomar acciones de corrección para el mejoramiento continuo de las máquinas.

1.1 Planteamiento del problema

En el proceso productivo de la fabricación de envases metálicos se localizan varias líneas productivas, cada una automatizada con distintas etapas de tratamiento, es decir, de un tipo de materia prima se derivan diversos productos terminados, al existir rechazos estos son expulsados de la línea para su posterior reciclaje y reutilización sin embargo, debido a la producción en masa y a la antigüedad de las máquinas, se ha podido observar en los últimos años, los desperdicios y las fallas en el acabado del envase han aumentado a pesar de la continua automatización de procesos, provocando pérdidas que a gran escala de fabricación que con llevan a grandes valores monetarios, por ende, la falta de monitoreo dentro de las líneas de producción de dichos desperdicios no puede ser identificadas en tiempo y etapa de proceso.

1.1.1 Justificación del proyecto

Al lograr una habilitación de sensores ubicados estratégicamente en las líneas productivas, se podrá determinar con facilidad el tiempo y etapa del proceso donde se originaron los desperdicios, la señales emitidas por los sensores llegarán a un PLC el cual procesara las mismas para su posterior envío a la red, y con el uso del módulo SIMATIC IOT 2040, este dispositivo lleva los datos a la red para una mejor

representación de los mismos mediante tablero representativo (dashboards), donde el personal podrá identificar y monitorear la producción en todas sus etapas, permitiendo la obtención de datos, facilitando la toma de futuras decisiones desde un punto gerencial, además servirán para todo tipo de estudios estadísticos para la mejora continua.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar un sistema que permita el monitoreo y recopilación de datos de productos rechazados en las líneas de producción de envases metálicos, esto se realizará mediante el uso de PLC's y el módulo SIMATIC IOT, mediante programación, se proyectara la información a través de una interfaz gráfica que pueda ser interpretado por el personal, facilitando el trabajo de cuantificar las pérdidas y su representación monetaria.

1.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos por lograr en el desarrollo del proyecto son:

- Estudiar la problemática existente para el conteo adecuado de producto no conforme en las líneas de producción de envases metálicos.
- Orientar la adquisición de nuevos sensores dentro de la línea de producción de envases metálicos con la finalidad de contabilizar los productos que circulan en cada sector.
- Diseñar una interfaz gráfica mediante tableros representativos (dashboard) donde se proyectarán los valores cuantificados de los productos no conformes por horarios y estaciones en los cuales se concentran las fallas.

1.3 Alcance

Este proyecto abarcará a las diferentes problemáticas de monitoreo existentes en las líneas de producción de envases metálicos con la finalidad de desarrollar indicadores visuales (dashboards) que permitan una interpretación de la cantidad de productos no conformes por línea de producción, el censo de los mismos se

realizará mediante la instalación de 167 sensores ultrasónicos e inductivos que servirán como señales de entrada digitales en los PLC's S7 1200 que mediante módulo SIMATIC IOT permitirá subir los datos a la nube para su proyección mediante la creación de una interfaz gráfica (dashboard) estos serán visualizados tanto por los operadores en pantalla ubicadas en los cuartos de control como en la red para acceso de usuarios a nivel gerencia

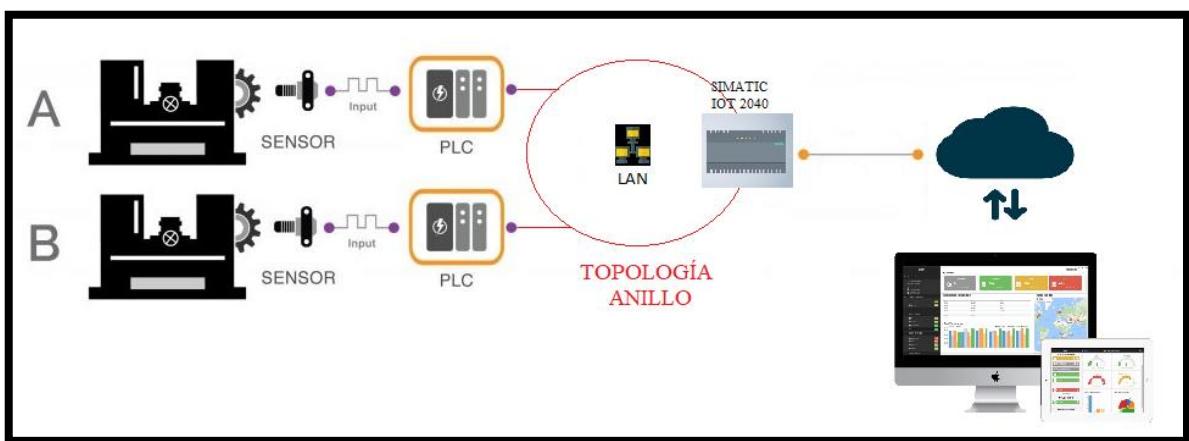
CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA

En este capítulo se describen cada una de las etapas del desarrollo del proyecto, aplicadas a todas las líneas de producción, donde se conseguirá una integración total formando un sistema que extraerá datos y los representará en una interfaz gráfica interpretable para el personal de producción.

2.1 Planteamiento del sistema

Para la funcionalidad del sistema de monitoreo será clave la instalación y reubicación de sensores fotoeléctricos e inductivos en las líneas de producción, estas señales serán procesadas mediante lógica programable en PLC's S7 1200 y mediante el módulo Simatic IOT de Siemens extraer los datos de conteo de rechazos de envases, interpretarlos y mostrarlos en la red mediante tableros de presentación (Dashboards). Este sistema es conectado en la red usando la topología anillo tal y como se muestra en la Figura 2.1.



FIGURA#2.1: Sistema de monitoreo en Anillo

2.1.1 Equipos utilizados

Para el conteo de productos, se necesitó la instalación de sensores en partes específicas de cada máquina donde el producto sea detectado y contabilizado en la programación.

En los lugares donde se pudo instalar el sensor lo más cercano al producto se instaló sensores inductivos, al contrario, en los lugares donde el sensor no se podía instalar lo más cercano al producto, se instaló sensores fotoeléctricos, por tener mayor alcance de detección.

2.1.1.1 Sensores Fotoeléctricos

Los sensores fotoeléctricos son aquellos que emiten una luz, esta puede ser óptica (luz visible) e infrarrojo (luz invisible), y se activan cuando la luz emitida es recibida por el receptor, convirtiéndola mediante un transductor en pulso eléctrico, teniendo como ventaja que tienen mayor rango de alcance y pueden detectar cualquier tipo de material.

Los tipos de sensores fotoeléctricos usados en este proyecto fueron los siguientes:

- Sensor Fotoeléctrico de herradura plástica (PLASTIC FORK PHOTOELECTRIC SENSOR ALLEN BRADLEY SERIE 45LSP-2LPA2-P4) [2]

Estos sensores tienen la particularidad de tener en un extremo de la herradura el emisor de luz y en el otro extremo el receptor, con esto tiene la ventaja de censar objetos pequeños con espacios entre cuerpos angostos (alrededor de 1mm), en este caso las tapas de bebidas.

- Sensor Fotoeléctrico Infrarrojo Cilíndrico (SENSOR PHOTOELECTRIC CILINDRIC ALLEN BRADLEY SERIE 42CM-D1MPAL-D4) [3]

Este sensor contiene en su mismo cabezal el emisor y el receptor de luz, y por su luz infrarroja, esta choca con cualquier cuerpo, donde el receptor recibe la luz y enviar el pulso de detección del objeto.

- Sensor óptico de barrera por reflexión con filtro polarizado (FOT REFLEX M18 METAL 4M PNP PEPPERL+FUCHS SERIE OBS4000-18GM60-E5-V1) [4]

El sensor óptico emite una luz de color rojo en su cabezal que, al chocar con un material refractivo o espejo, la luz regresa al emisor, activando un pulso que determina que un objeto ha pasado, este sensor envía pulso positivo

cualquier momento que no exista un cuerpo que esté sobreponiendo el espejo, es necesario que exista un espejo o material refractivo sobre el cabezal del sensor.

2.1.1.2 Sensores Inductivos

Los sensores inductivos tienen la ventaja que solo detectan cuerpos que sean metálicos, como estamos trabajando con envases metálicos, estos sensores serían los más apropiados, con la desventaja que son de muy corto alcance que van desde los 2mm hasta los 40mm.

Para el conteo de envases se están utilizando dos tipos de sensores inductivos que son los siguientes:

- Sensor Inductivo Tubular de 40mm de Largo alcance (LONG RANGE DC WORLDPROX INDUCTIVE SENSOR ALLEN BRADLEY SERIE 872C-N40NP30-D4). [5]

Una de sus características principales es su largo alcance al detectar objetos metálicos, tiene un diámetro de 30mm muy útil para censar láminas de hojalata.

- Sensor Inductive Tubular 8mm (Allen-Bradley 872C-D8NP18-D4 Inductive sensor, M18, PNP Normally open). [6]

Este sensor tiene un diámetro de 18mm con un alcance de 8mm puede activarse a grandes frecuencias, muy necesarias para bandas que puede transportar hasta 10 Envases por Segundo.

2.1.1.3 PLC S7 1200

El dispositivo modular SIMATIC S7-1200 es un controlador específicamente diseñado para tareas de automatización sencillas, pero de alta confiabilidad, ofreciendo a los profesionales una amplia selección de características técnicas entre las cuales destacan las siguientes [1]:

- Interfaz de comunicación Ethernet / PROFINET integrado.
- Entradas analógicas y digitales integradas.
- Bloques de función para control de ejes conforme a PLC open.
- Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic v13 para la configuración y programación no sólo del S7-1200, sino de manera integrada los paneles de la gama Simatic Basic Panels.

- Cabe resaltar que también puede equiparse hasta con tres módulos de comunicación (PROFIBUS Maestro/esclavo, Comunicación GPRS, AS-i y más sistemas) los cuales se colocan a la izquierda del controlador sin ningún problema.

2.1.1.4 Módulo Simatic IOT

SIMATIC IOT2040 posee una plataforma programación confiable, abierta para el almacenamiento, procesamiento y transferencia de datos en los entornos industriales. Constituye la pasarela idónea entre La Nube, los sistemas IT y de producción.

Como interfaz, puede ser utilizado en la transferencia de información en ambos sentidos, pudiendo ser también utilizada para la transferencia de análisis de datos desde La Nube a los sistemas de control de la producción. La posibilidad de utilizar distintos protocolos de comunicación, así como la utilización de distintos lenguajes de programación de alto nivel, permite soluciones personalizadas en base a la necesidad del cliente.

Características Generales

- Procesador de ahorro energético Intel Quark e interfaces integradas: Intel Quarkx1020 (+Secure Boot), 1 GB RAM, 2 x Ethernet, 2 x RS232/485, battery-backedRTC.
- Soporta lenguajes Yocto Linux.
- Ampliable con módulos Arduino y tarjetas miniPCIe.
- Programable desde varios lenguajes de alto nivel.
- Diseño compacto con montaje sobre carril DIN.
- Calidad SIMATIC. Robusto, fiable y duradera.

2.1.2 Comunicación

PROFINET es el estándar abierto de Ethernet Industrial de la asociación PROFIBUS Internacional (PI) según IEC 61784-2 (Communication Profile Family 3 (PROFIBUS & PROFINET) – RTE communication profiles); y uno de los estándares de comunicación más utilizados en redes de automatización.

Partiendo de una conectividad básica, como es el cable Ethernet, y unas tramas de comunicaciones establecidas que correspondería a los niveles 1 y 2 del modelo OSI, PROFINET va incorporando nuevas funcionalidades denominadas “perfiles” de utilidad como ProfiSafe o ProfiEnergy, mediante una interpretación específica para cada caso de los datos transmitidos, modificando el nivel 7 (de aplicación). En el caso de Profisafe, se transmiten datos de seguridad (safety), y en el caso de ProfiEnergy, datos y comandos para el ahorro y control energético.

PROFINET en el nivel E/S pueden proporcionar las siguientes ventajas:

- Mejora la escalabilidad en las infraestructuras.
- Acceso a los dispositivos de campo a través de la red PROFINET al ser un protocolo que utiliza Ethernet en su comunicación facilita acceder a dispositivos de campo desde otras redes de una forma más fácil.
- Ejecución de tareas de mantenimiento y prestación de servicio desde cualquier lugar. Es posible acceder a dispositivos de campo mediante conexiones seguras como por ejemplo VPN para realizar mantenimientos remotos.

2.1.2.1 PORTAL DE AUTOMATIZACIÓN TOTALMENTE INTEGRADA (TIA Portal)

Portal de Automatización Totalmente Integrada reúne todas las herramientas de software de automatización dentro de un único entorno de desarrollo. Con el primer software de la industria con un solo entorno de ingeniería, TIA Portal supone un hito en el desarrollo de software. Un proyecto de software único para todas las tareas de automatización, en librerías claramente estructuradas se administran bloques de programa incluidos en el suministro o creados por el propio usuario, así como equipos y módulos ya configurados. Estos datos se pueden reutilizar en todo momento, ya sea dentro de un proyecto, en librerías locales o en librerías globales para todos los proyectos

2.1.2.2 Software NODE-RED

Node-RED es una herramienta de programación visual. Muestra visualmente las relaciones y funciones, y permite al usuario programar sin tener que escribir una lengua. Node-RED es un editor de flujo basado en el navegador donde se puede añadir o eliminar nodos y conectarlos entre sí con el fin de hacer que se comuniquen entre ellos, cada nodo es uno de los siguientes dos tipos: un nodo de inyección o un nodo de función. Los nodos de inyección producen un mensaje sin necesidad de entrada y lanzan el mensaje al siguiente nodo conectado a éste. Los nodos de función, por el contrario, tienen una entrada y realizan algún trabajo en él. Con una gran cantidad de estos nodos para elegir, Node-Red hace que el conectar los dispositivos de hardware, APIs y servicios en línea sea más fácil que nunca.

2.2 Ubicación de Sensores en las Líneas de Producción

La asignación de puntos estratégicos de cada sensor requiere de un recorrido a través de cada máquina, validando a través de la observación y las sugerencias del personal de planta (supervisores, mecánicos, eléctricos y operadores) los lugares donde hay más probabilidad de rechazo de envases, y donde el sensor no interfiera con el correcto proceso de producción, además de que el sensor no sea manipulable ni esté en contacto con ningún material ni producto (los sensores disponibles no son de contacto), como se puede visualizar en la FIGURA # 2.2 donde el sensor se encuentra en la parte intermedia de las bandas , donde contará todo lámina metálica que pase encima de él, sea este de formato pequeño o grande.

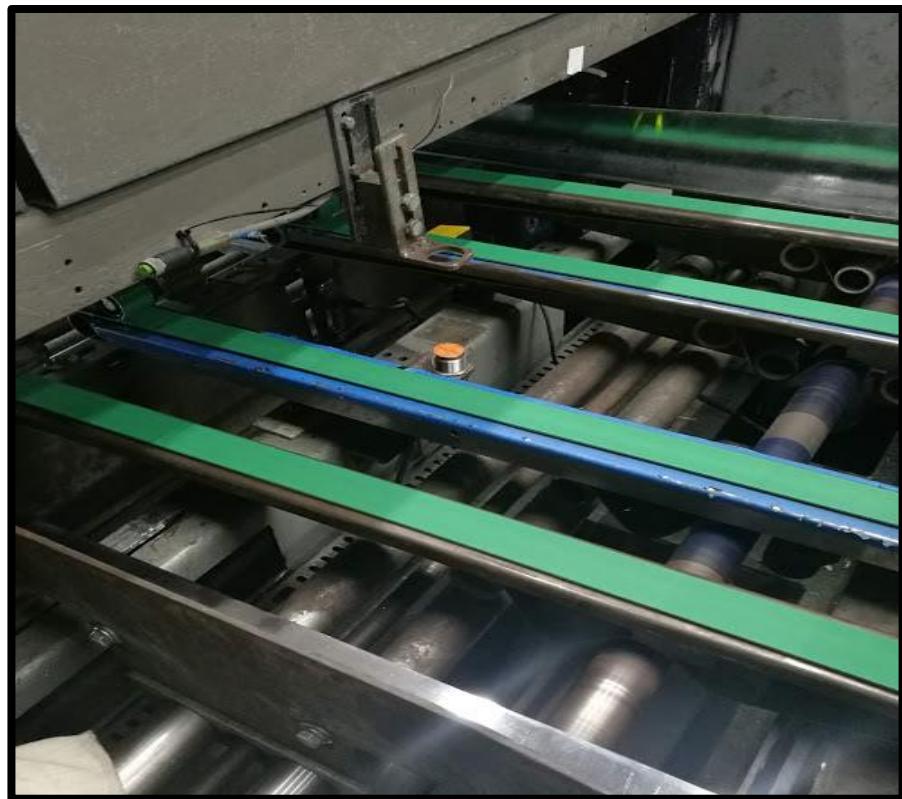


FIGURA #2.2 Ubicación estratégica de sensor contador

2.3 Asignación de Sensores en las Líneas de Producción

Mediante pruebas a lo largo de instalación de los sensores se espera observar una correcta adquisición de valores reales de los productos rechazados, seleccionando un sensor adecuado y calibrando la distancia de censado que dispone cada uno, sin embargo, otro parámetro que hay que tomar en consideración es el ambiente, ya que interfiere con el conteo si se selecciona el sensor equivocado.

2.3.1 Ambiente donde funciona el sensor

En este caso nos encontramos con dos tipos de ambientes que puede interferir con el correcto funcionamiento de los sensores:

Polvo:

Ciertas máquinas producen polvo por medio de soldado de metal, esto puede inferir en los sensores fotoeléctricos, ya que el emisor/receptor cuenta con un cabezal transparente, que con el tiempo es totalmente cubierto, evitando que el receptor le

llegue la luz del emisor, y no detecte el producto que tiene en el rango de distancia de censado.

Pintura:

Esto interfiere en el sensor Fotoeléctrico, cubriendo el cabezal de sensor, evitando la detección de envases.

Vibración:

Para este tipo de ambiente, se usa sensor Fotoeléctrico, ya que cuenta con mayor distancia, y la vibración no interfiere, a diferencia del sensor inductivo, que cuenta hasta tres veces por cada envase.

2.4 Verificación de correcta comunicación entre PLC'S y sensores.

Los PLC'S se comunican a través de cable de red, por toda la planta, conectándose entre sí, donde el SIMATIC IOT SIEMENS extrae estos datos, que vienen de los sensores contadores, por lo cual los PLCS deben estar correctamente instalados con sus respectivos módulos necesarios para la correcta comunicación entre sensor y el PLC, tal como se puede visualizar en la FIGURA # 2.3, el tablero del PLC#1.



FIGURA # 2.3 Materiales tablero eléctrico

Área de Corte

Una bobina es desenrollada pasando por una banda y cortada por una cizalla en partes rectangulares, luego pasa por una cámara infrarroja que inspecciona si la lámina tiene un desperfecto, si es el caso, se retira automáticamente a una apiladora de láminas rechazadas, y las láminas buenas son apiladas en la apiladora de láminas buenas.

Área de Litografía y Barnizado

En este proceso las láminas son impresas con tinta bajo el modelo de color CMAN (Cian, Magenta, Amarillo y Negro), varios rodillos empapados con uno de los colores CMAN contienen un marco diseñado que se sobreponen un color encima de otro, de un rodillo a otro con patrones específicos que formaran la imagen color y diseño esperado. Luego del proceso de litografía, las láminas son sometidas a una capa barnizado sanitario por medio de un rodillo, que protege el envase terminado de la agresividad del producto que ha de contener.

Por último, las láminas son secadas en un horno ubicados uno en cada línea a temperatura del rango de 192°C A 210°C, dependiendo del tipo de barniz aplicado a la lámina.

En la línea de producción las láminas pasan por una banda transportadora donde cada lámina pasa por varias cámaras de litografía que contienen varios rodillos por cámara (de 5 a 20 rodillos), luego pasa por la cámara de barnizado que contiene un rodillo, al final la lámina es puesta en una rejilla que entra por un horno de aproximadamente 30 metros de distancia y se desplaza a lo largo con una velocidad de 0.1 m/s, donde somete la lámina a altas temperaturas, al final las láminas son apiladas en un pallet para luego ser transportadas.

Área de Cizallas

Las láminas rectangulares son cortadas en tiras de 10x80 centímetros máximo, dependiendo del formato de envase. La máquina cizalladora corta las láminas y las

apila en una porta tiras que luego son trasladadas a otras líneas de producción para fabricación de envases.

Área de Soldadura

En la máquina de Soldadura donde se realizan envases de tres piezas , entran láminas rectangulares de 1.20x0.96 metros y son cortadas en cuatro tiras de 0.3x0.96 metros máximo, luego estas tiras son cortadas en cuerpos de 0.3x0.24 metros, dependiendo del formato de envase, pueden variar las dimensiones, luego entra a través de una banda transportadora a una máquina body maker (arma cuerpos) donde son dobladas formando un cilindro y los extremos se someten a soldadura eléctrica por su generatriz (hilo de cobre), cerrando el cilindro de manera forme un envase de lata, después entra por medio de una banda magnética a un horno con distancia de 10 metros a una velocidad de 0.5 metros / segundos.

Luego pasa por máquinas de acordonado donde se forman anillos transversales al cuerpo, para darle mayor resistencia radial, y celadoras donde forman pestañas en los extremos del cilindro, y posteriormente una máquina de prensado de tapa, donde se cierra un extremo del cilindro quedando así el envase terminado y llevado hacia la zona de paletizados, todo esto transportado por bandas magnéticas donde el envase no se mueve por la atracción magnética de la banda móvil.

2.4.1 Variables a medir

Existen distintos escenarios en los que un envase no está apto para ser comercializado, especialmente los envases que son utilizados para conservas y alimentos, que pasan por estrictos controles de calidad, realizados tanto de forma automática (máquina) como manual (personal).

2.4.1.1 Producto no conforme

Un envase no cumple un control de calidad, cuando está sucio por condiciones ambientales o externas, o el proceso de barnizado no fue el adecuado, quedando grumos o partes no barnizadas, las máquinas de inspección de envases utilizan una cámara infrarroja donde detectan el error, rechazan el producto y alertan al operador del rechazo obtenido con imágenes en pantalla, un ejemplo es la máquina Chromapulse de Pressco.

2.4.1.2 Tipos de fallas

Las fallas de fábrica de los envases pueden ser cuando los dobles de sus extremos están mal o el anillo u ondulación del envase es imperfecto, en esos casos el envase no cabe en la siguiente etapa de proceso, acumulando los demás envases de la banda transportadora, la máquina detecta por medio de un sensor que los envases no se mueven, deteniendo la banda transportadora automáticamente.

3 RESULTADOS Y ANALISIS

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del presente proyecto, de igual manera la programación realizada, tanto en el PLC, como en el NODE-Red, la forma de acceso de datos del PLC al Simatic Iot y sus diferentes configuraciones y algoritmos con sus respectivas variables, y la presentación del monitoreo de la producción de cada máquina (sensores de entrada y salida e intermedios) y los rechazos de sus productos.

3.1 PROGRAMACIÓN

3.2 Bloques de programación

El programa TIA PORTAL, herramienta para programar en el PLC S7-1200, se programó de manera estructurada, donde se usaron los siguientes tipos de bloques de programación:

FB (Bloque de Función),

FC (Función),

DB (Bloque de datos),

En el bloque FC se programaron los acumuladores en lenguaje Ladder (Escalera) como se observa en Figura#3.1 de los anexos, que contiene bloques de función (FB) sumador de pulsos, este bloque es una puede ser llamada una o más veces, en cada bloque FC.

El bloque FB tiene como variable global de ‘entrada de pulsos’, donde se insertan las variables de los pulsos del sensor, y de salida, ‘contador’, donde insertando una variable del bloque DB (Figura#3.2), las sumas de los pulsos son almacenados en las variables correspondientes. Estas variables son declaradas en otro bloque FC,

con otro nombre, llamado también espejo de variable, esto con la ventaja de poder cambiarlos directamente desde el programa y no en el PLC en caso de cambio de posición dentro de los módulos de entrada digitales del PLC.



Figura #3.2 Bloque Instancia contador

Las variables espejo pulsos, son almacenados en Bloque DB, uno para los espejos de las entradas de los pulsos, y otro para los espejos de variable contador, que son la suma de dichos pulsos, estos almacenan los cambios de cada variable en tiempo real. Estos pueden ser llamados varias veces ya que cada variable contiene una dirección específica, y pueden ser llamados en otra red remotamente, en este caso, estos datos son usados en el SIMATIC IOT.

The screenshot shows the SIMATIC Manager interface. On the left, a tree view lists various function blocks and data blocks. In the center, a data block table is displayed with the following data:

	Static	UDInt	0.0
1	CC02_S1E	UDInt	0.0
2	CC02_S2C	UDInt	4.0
3	CC02_S3C	UDInt	8.0
4	CC02_S4C	UDInt	12.0
5	LB01_S1C	UDInt	16.0
6	LB01_S2A	UDInt	20.0
7	LBX2_S1C	UDInt	24.0
8	LBX2_S2C	UDInt	28.0
9	LBX2_S3C	UDInt	32.0
10	LB03_S1C	UDInt	36.0
11	LB03_S2C	UDInt	40.0
12	LB03_S3C	UDInt	44.0
13	LB04_S1C	UDInt	48.0
14	LB04_S2C	UDInt	52.0

Figura#3.3 Bloque de datos (Variables de cada sensor)

3.2.1 Bloque de Funciones

3.2.1.1 Bloque SUM_SENSOR

Este bloque a sido programado con la finalidad de obtener un acumulado de los productos que sensa un sensor en su linea de produccion, cuenta con una entrada pulso con tipo de dato booleano que no es nada mas q la señal on/off que emite el sensor, el bloque también cuenta con un reseteo establecido apartir de una variable que guarda el valor de hora que representa un cambio de turno de trabajo (Figura #3.31).

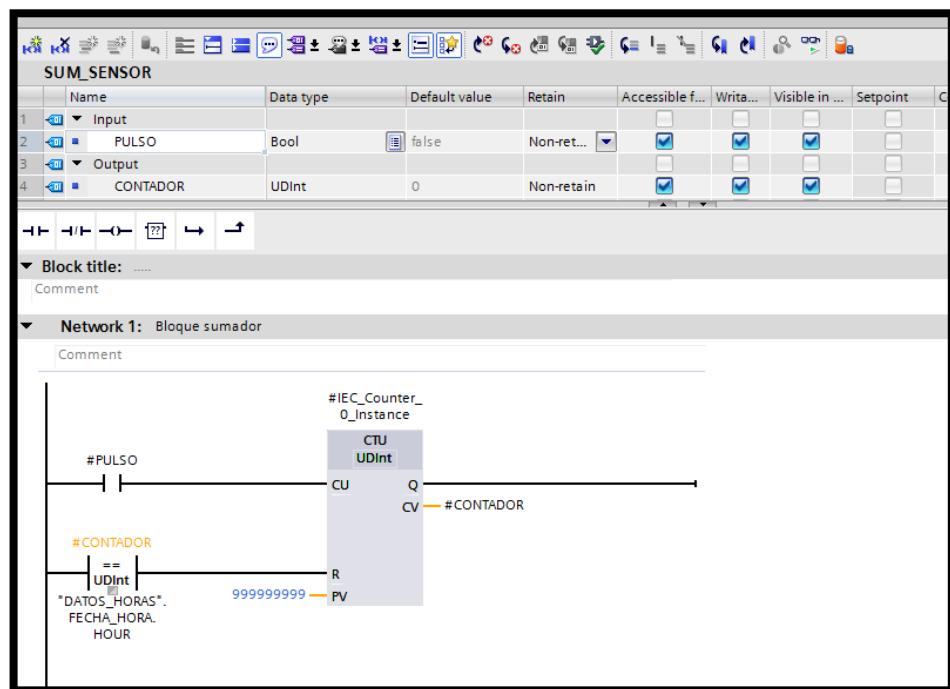


Figura # 3.31 Contador Up

3.2.1.2 Bloque SUM_DOBLE

Este bloque a diferencia del sumar los valores on/off de un sensor, lo hace con 2 simultaneamente para uso explicito de lineas que cuenta con desviaciones con procesos paralelos, el bloque también cuenta con un reseteo establecido apartir de una variable que guarda el valor de hora que representa un cambio de turno de trabajo (Figura # 3.32)

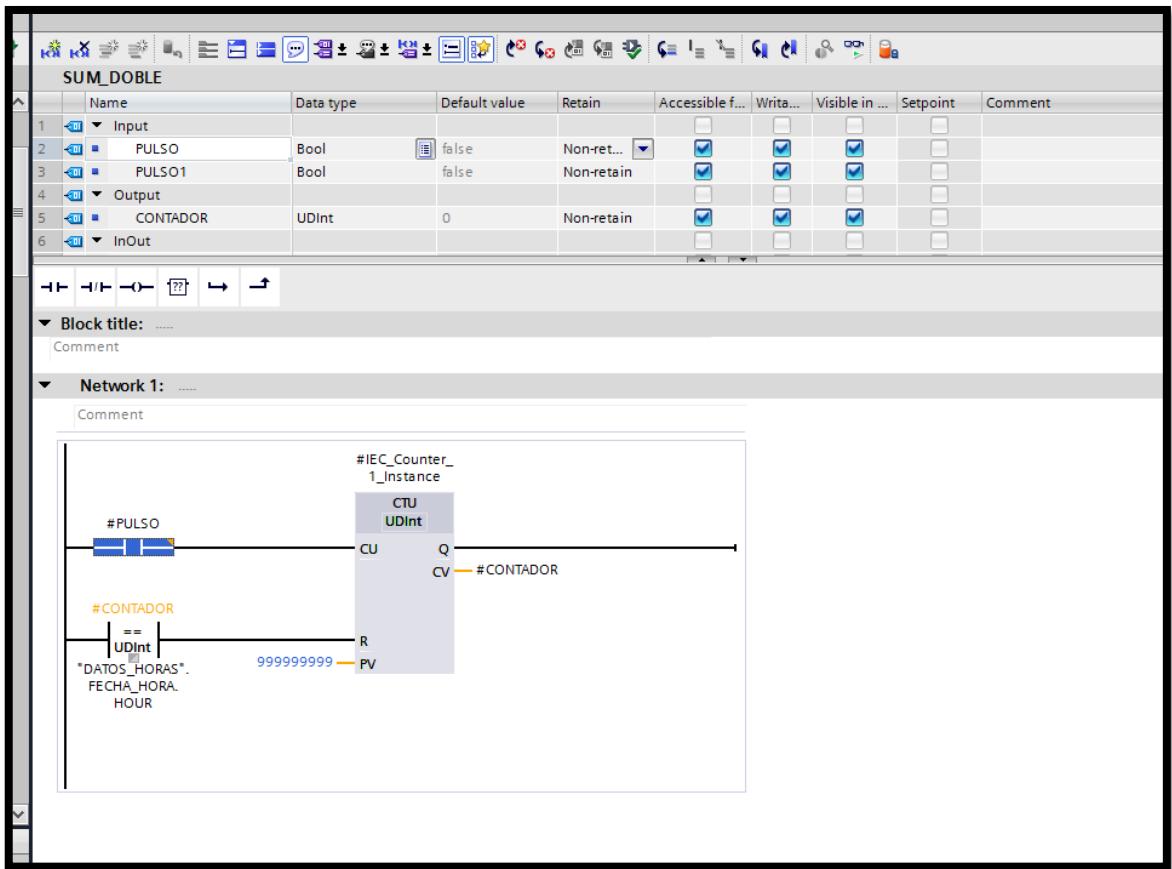
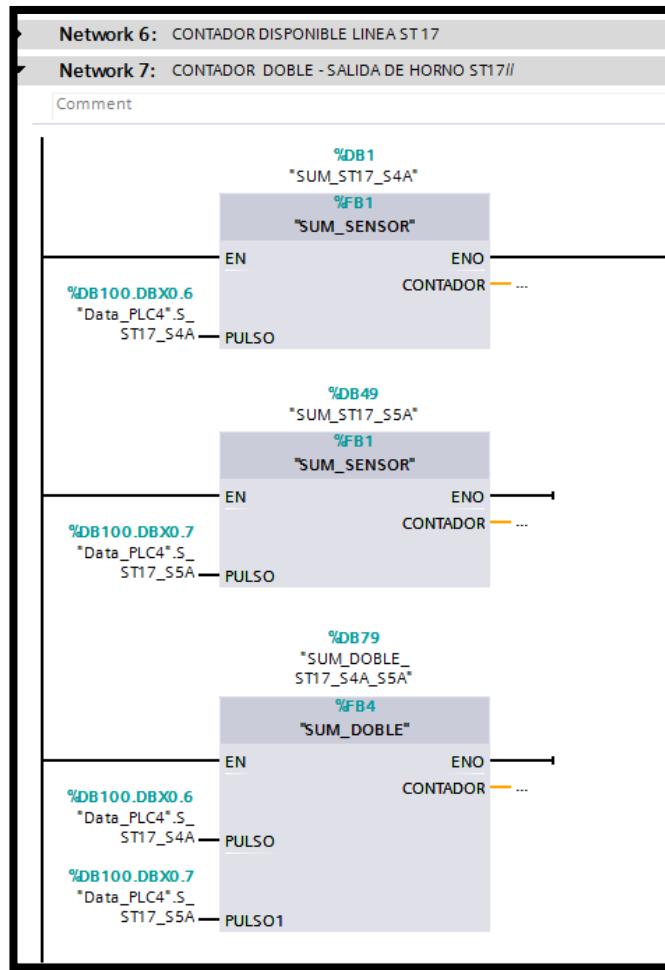


Figura # 3.32 Bloque Sumador de dos sensores en un mismo sector de línea

3.2.2 Funciones

3.2.2.1 Bloque ACC_SENSORES

En este bloque de funciones consta con funciones SUM_SENSOR y SUM_DOBLE para los sensores contabilizando así el numero total de productos que pasan por ellos, tomando en cuenta las configuraciones de cada linea y la distribucion de sensores en ellas (Figura#3.4).



Figura# 3.4 Bloque Acumulador de dos Sumadores

3.2.2.2 Bloque ESPEJOS_ACC

Como se puede ver en la Figura #5 todas las variables contador de los bloques suma son declarada con otro nombre, realizando espejo de cada uno (Figura #3.5).

```

1 // *****ESPEJOS DE ACUMULADORES DE PLC 6
2 //LINEA ST24
3 "ACC_PL4".ST24_S1A := "SUM_ST24_S1A".CONTADOR;
4 "ACC_PL4".ST24_S2A := "SUM_ST24_S2A".CONTADOR;
5 "ACC_PL4".ST24_S3A := "SUM_ST24_S3A".CONTADOR;
6 //LINEA ST17
7 "ACC_PL4".ST17_S1A := "SUM_ST17_S1A".CONTADOR;
8 "ACC_PL4".ST17_S2A := "SUM_ST17_S2A".CONTADOR;
9 "ACC_PL4".ST17_S2A_S3A := "SUM_DOUBLE_ST17_S2A_S3A".CONTADOR;
10 "ACC_PL4".ST17_S3A := "SUM_ST17_S3A".CONTADOR;
11 "ACC_PL4".ST17_S4A := "SUM_ST17_S4A".CONTADOR;
12 "ACC_PL4".ST17_S4A_S5A := "SUM_DOUBLE_ST17_S4A_S5A".CONTADOR;
13 "ACC_PL4".ST17_S5A := "SUM_ST17_S5A".CONTADOR;
14 "ACC_PL4".ST17_S6A := "SUM_ST17_S6A".CONTADOR;
15
16
17 //LINEA ST16
18 "ACC_PL4".ST16_S1A := "SUM_ST16_S1A".CONTADOR;
19 "ACC_PL4".ST16_S2A := "SUM_ST16_S2A".CONTADOR;
20 "ACC_PL4".ST16_S3A := "SUM_ST16_S3A".CONTADOR;
21 "ACC_PL4".ST16_S2A_S3A := "SUM_DOUBLE_ST16_S2A_S3A".CONTADOR;
22 "ACC_PL4".ST16_S4A := "SUM_ST16_S4A".CONTADOR;
23 "ACC_PL4".ST16_S5A := "SUM_ST16_S5A".CONTADOR;
24 "ACC_PL4".ST16_S4A_S5A := "SUM_DOUBLE_ST16_S4A_S5A".CONTADOR;
25 "ACC_PL4".ST16_S6A := "SUM_ST16_S6A".CONTADOR;
26
27 //LINEA ST21
28 "ACC_PL4".ST21_S1A := "SUM_ST21_S1A".CONTADOR;
29 "ACC_PL4".ST21_S2A := "SUM_ST21_S2A".CONTADOR;
30 "ACC_PL4".ST21_S3A := "SUM_ST21_S3A".CONTADOR;
31 "ACC_PL4".ST21_S4A := "SUM_ST21_S4A".CONTADOR;
32 "ACC_PL4".ST21_S5A := "SUM_ST21_S5A".CONTADOR;
33 "ACC_PL4".ST21_S6A := "SUM_ST21_S6A".CONTADOR;
34
35 //LINEA ST11
36 "ACC_PL4".ST11_S1A := "SUM_ST11_S1A".CONTADOR;
37 "ACC_PL4".ST11_S2A := "SUM_ST11_S2A".CONTADOR;
38 "ACC_PL4".ST11_S3A := "SUM_ST11_S3A".CONTADOR;
39 "ACC_PL4".ST11_S4A := "SUM_ST11_S4A".CONTADOR;

```

Figura # 3.5 Espejo Variables Sumador

3.2.2.3 Bloque ESPEJOS_DI

Representan los espejos realizados a cada uno de los pulsos que ingresan por los módulos de entradas digitales del PLC (Figura#3.6).

```

IF... CASE... FOR... WHILE... (*...) REGION
1 //*****ESPEJOS ENTRADAS DIGITALES*****
2 //*****LINEA ST24
3 "Data_PLC4".S_ST24_S1A := "PLC4_SM1";
4 "Data_PLC4".S_ST24_S2A := "PLC4_SM3";
5 "Data_PLC4".S_ST24_S3A := "PLC4_SM2";
6 //*****LINEA ST17
7 "Data_PLC4".S_ST17_S1A := "PLC4_SM13";
8 "Data_PLC4".S_ST17_S2A := "PLC4_SM4";
9 "Data_PLC4".S_ST17_S3A := "PLC4_SM12";
10 "Data_PLC4".S_ST17_S4A := "PLC4_SM10";
11 "Data_PLC4".S_ST17_S5A := "PLC4_SM11";
12 "Data_PLC4".S_ST17_S6A := "PLC4_SM9";
13 //*****LINEA ST16
14 "Data_PLC4".S_ST16_S1A := "PLC4_SM40";
15 "Data_PLC4".S_ST16_S2A := "PLC4_SM39";
16 "Data_PLC4".S_ST16_S3A := "PLC4_SM8";
17 "Data_PLC4".S_ST16_S4A := "PLC4_SM6";
18 "Data_PLC4".S_ST16_S5A := "PLC4_SM7";
19 "Data_PLC4".S_ST16_S6A := "PLC4_SM5";
20 //*****LINEA ST21
21 "Data_PLC4".S_ST21_S1A := "PLC4_SM15";
22 "Data_PLC4".S_ST21_S2A := "PLC4_SM16";
23 "Data_PLC4".S_ST21_S3A := "PLC4_SM14";
24 "Data_PLC4".S_ST21_S4A := "PLC4_SM18";
25 "Data_PLC4".S_ST21_S5A := "PLC4_SM19";
26 "Data_PLC4".S_ST21_S6A := "PLC4_SM17";
27 //*****LINEA ST11
28 "Data_PLC4".S_ST11_S1A := "PLC4_SM22";
29 "Data_PLC4".S_ST11_S2A := "PLC4_SM23";
30 "Data_PLC4".S_ST11_S3A := "PLC4_SM21";
31 "Data_PLC4".S_ST11_S4A := "PLC4_SM41";
32 "Data_PLC4".S_ST11_S5A := "PLC4_SM20";
33 "Data_PLC4".S_ST11_S6A := "PLC4_SM24";
34 //*****LINEA S003
35 "Data_PLC4".S_S003_S1A := "PLC4_SM25";
36 "Data_PLC4".S_S003_S2A := "PLC4_SM26";
37 "Data_PLC4".S_S003_S3A := "PLC4_SM27";
38 "Data_PLC4".S_S003_S4A := "PLC4_SM28";
39 "Data_PLC4".S_S003_S5A := "PLC4_SM29";
40 "Data_PLC4".S_S003_S6A := "PLC4_SM30";

```

Figura#3.6 Espejo Variables Pulsos de Sensores

3.2.3 Bloque de Datos

3.2.3.1 Bloque ACC_PLC4

Cada Variable espejo es almacenado en los bloque de datos, donde cada uno tiene su dirección y espacio de memoria, en este caso se puede ver en la Figura#3.7 las variables espejo de los contadores de cada sensor, estos pueden ser llamado dentro del programa en otro bloque, y fuera del PLC, en la misma red de manera remota.

The screenshot shows a software interface for managing PLC variables. The window title is "ACC_PLC4". The main area is a table with the following columns:

- Name
- Data type
- Offset
- Start value
- Retain
- Accessible f...
- Write...
- Visible in...
- Setpoint
- Comment

A section titled "Static" is expanded, showing a list of variables. The variables are organized into rows and columns, with some rows having numerical indices (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) and others being labeled entries. The "Data type" column for all entries is "UDInt". The "Offset" column contains values such as 0.0, 4.0, 8.0, 12.0, 16.0, 20.0, 24.0, 28.0, 32.0, 36.0, 40.0, 44.0, 48.0, 52.0, 56.0, 60.0, 64.0, 68.0, 72.0, 76.0, 80.0, 84.0, 88.0, 92.0, 96.0, 100.0, 104.0, 108.0, 112.0, 116.0, 120.0, 124.0, 128.0, 132.0, 136.0, 140.0, 144.0, 148.0, 152.0, and 156.0. The "Start value" column for most entries is 0.

Figura#3.7 Variables Bloque de Datos Pulsos de Sensores

3.2.3.2 Bloque Data_PLC4

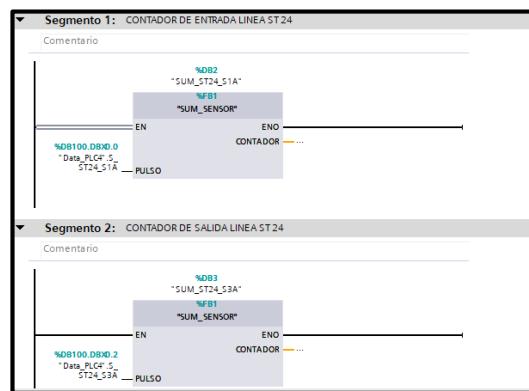
	Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Writ...	Visible in ...	Setpoint	Com...
1	S_ST24_S1A	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	S_ST24_S2A	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	S_ST24_S3A	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	S_ST17_S1A	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	S_ST17_S2A	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	S_ST17_S3A	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	S_ST17_S4A	Bool	0.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	S_ST17_S5A	Bool	0.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	S_ST17_S6A	Bool	1.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	S_ST16_S1A	Bool	1.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	S_ST16_S2A	Bool	1.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	S_ST16_S3A	Bool	1.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	S_ST16_S4A	Bool	1.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	S_ST16_S5A	Bool	1.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	S_ST16_S6A	Bool	1.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	S_ST21_S1A	Bool	1.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	S_ST21_S2A	Bool	2.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	S_ST21_S3A	Bool	2.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	S_ST21_S4A	Bool	2.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	S_ST21_S5A	Bool	2.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	S_ST21_S6A	Bool	2.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	S_ST11_S1A	Bool	2.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	S_ST11_S2A	Bool	2.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	S_ST11_S3A	Bool	2.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	S_ST11_S4A	Bool	3.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	S_ST11_S5A	Bool	3.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	S_ST11_S6A	Bool	3.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	S_SO03_S1A	Bool	3.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	S_SO03_S2A	Bool	3.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	S_SO03_S3A	Bool	3.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	S_SO03_S4A	Bool	3.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	S_SO03_S5A	Bool	3.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	S_SO03_S6A	Bool	4.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	S_SO03_S7A	Bool	4.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	S_SA14_S1A	Bool	4.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	S_SA14_S2A	Bool	4.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	S_SA14_S3A	Bool	4.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	S_SA14_S4A	Bool	4.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	S_SA15_S1A	Bool	4.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	S_SA15_S2A	Bool	4.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura # 3.8 Variables Bloque de Datos Acumulador de Pulso

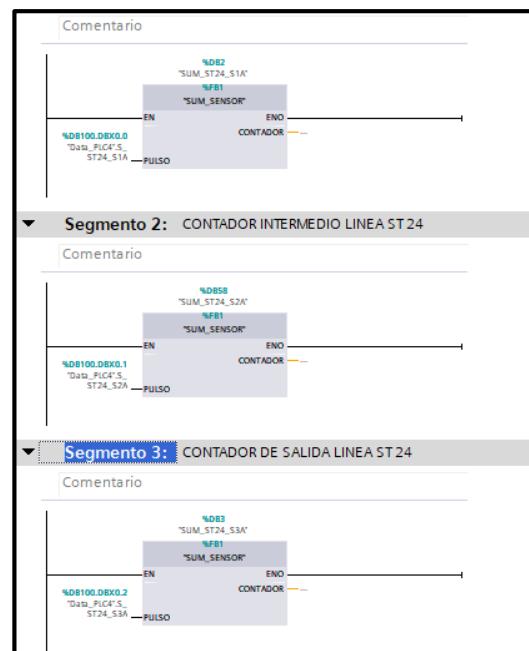
Bloques sumadores Intermedios

Para el análisis más detallado del número de productos que circulan entre la entrada y la salida de las líneas de producción, se habilitaron los sensores intermedios ya instalados FIGURA #3.2, por medio de Bloques FC, se realizó la programación Ladder correspondiente, donde los pulsos de los sensores se acumulan, sumando la cantidad de productos que atraviesan el sensor correspondiente al bloque.

Antes de realizar la programación de habilitación de estos acumuladores, no se tenía ningún acumulador de sensor intermedio ni pulsos, ni sensor instalado ni habilitado, solo acumulador de entrada y salida FIGURA#3.1, lo cual proporcionaba un pobre monitoreo de los datos, donde solo se podía calcular, si el sensor contaba o no.



FIGURA#3.1 Bloque Entradas y Salidas



FIGURA#3.2 Bloques Entradas, Salidas e Intermedios

El dashboard para este proceso típico de entrada materia prima, intermedio forma del producto y salida producto terminado, representamos el dashboard de tal manera como se presenta en la FIGURA#3.2.1.

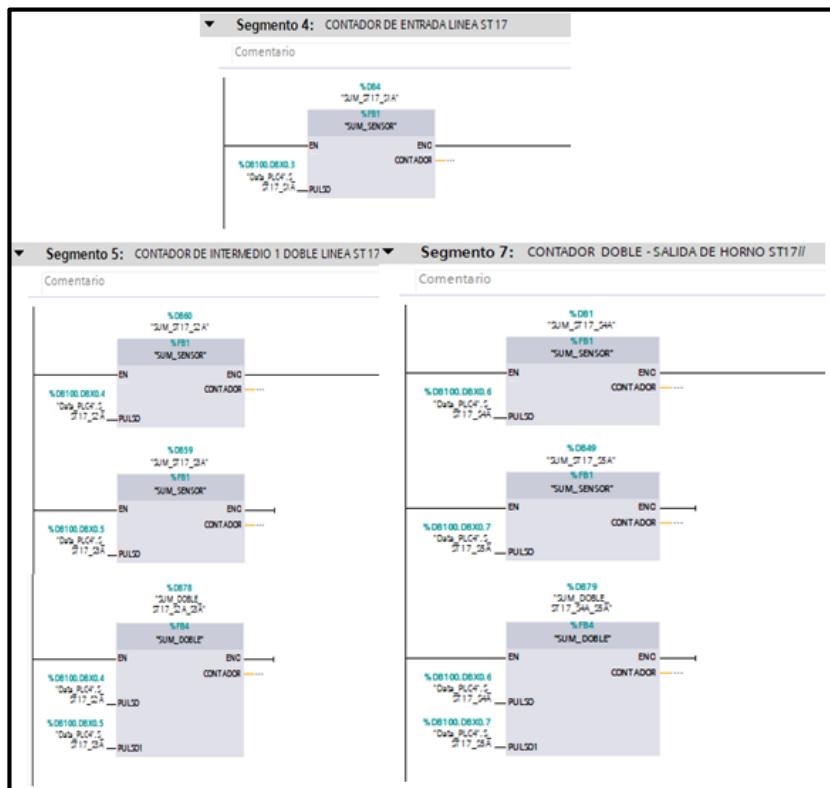


FIGURA#3.2.1 DASHBOARD PROCESOS TIPICO DE ENTRADA INTERMEDIO Y SALIDA

Bloques sumadores de doble banda

En ciertas líneas de producción, existen sectores donde la banda de transportación se divide en dos bandas, las cuales se dividían las transportación de una sola línea de productos a dos, esto conllevó a la instalación de dos sensores para un solo sector de doble banda.

Se habilitó el acumulador de este sector mediante dos sensores (sumador doble) como se puede apreciar en la FIGURA#3.3, para el mejor cálculo del monitoreo y simplificar el número de contadores que se visualizaran en el Dashboard(FIGURA#3.4).



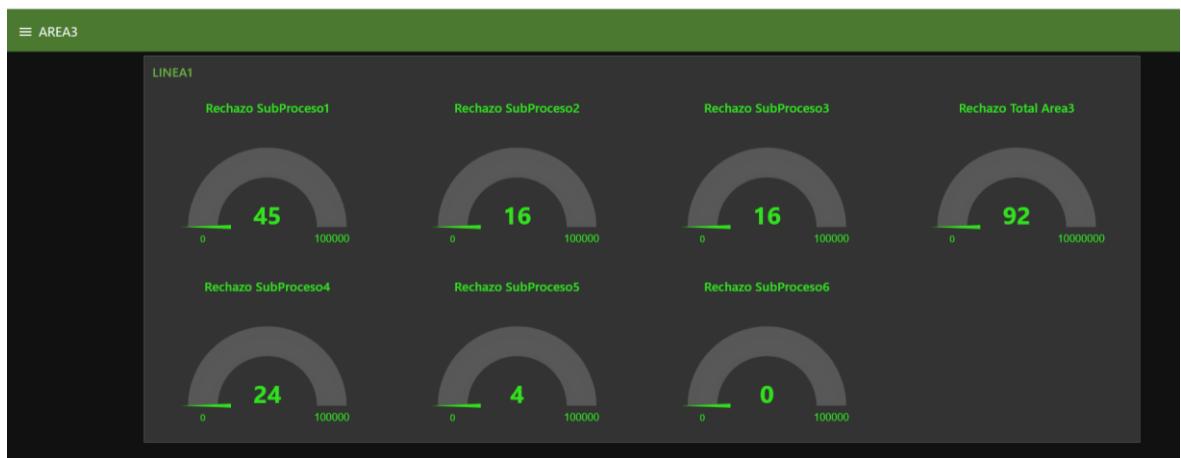
FIGURA#3.3 BLOQUE SENSORES DE LÍNEA BANDA DOBLE



FIGURA#3.4 DASHBOARD LINEA DE DOBLE BANDA TRANSPORTADORA

Máquinas de Varios Procesos

Para las líneas donde intervienen más de un proceso para obtener el producto terminado, se programaron más Gauges dentro del Dashboard(FIGURA#3.5), donde la una variable se resta con la otra que le sigue dentro del Tia Portal en lenguaje Ladder, para obtener los rechazos de cada uno de los sectores donde se desea monitorear la producción y ser visualizados en el dashboard.



FIGURA#3.5 Dashboard de máquina de varios procesos

Espejos de las Variables

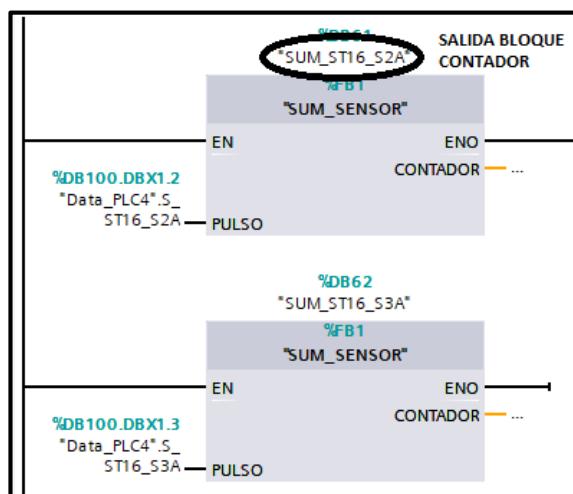
Para una mejor organización de las variables que van a ser extraídas por el Simatic IOT por medio de Node-red, se optó por utilizar lenguaje SCL, por medio del Bloque FC de la herramienta TIA Portal, esta opción es muy recomendable, ya que permite hacer una copia o espejos de las variables que estemos usando como se puede ver en la FIGURA#4.4, en este caso se extrae de la salida de los contadores (FIGURA#4.5), y ser llevadas a un Bloque de Datos (DB) tal como se aprecia en la FIGURA#4.6. Estos datos son los que van a ser extraídos hacia el dispositivo IOT, de una manera más ordenada, donde el programador puede cambiar las variables con solo utilizar los espejos, sin la necesidad de desconectar cables en el PLC.

```

1 // *****ESPEJOS DE ACUMULADORES DE PLC 6
2 //LINEA ST24
3 "ACC_PLC4".ST24_S1A := SUM_ST24_S1A".CONTADOR;
4 "ACC_PLC4".ST24_S2A := SUM_ST24_S2A".CONTADOR;
5 "ACC_PLC4".ST24_S3A := SUM_ST24_S3A".CONTADOR;
6 //LINEA ST17
7 "ACC_PLC4".ST17_S1A := SUM_ST17_S1A".CONTADOR;
8 "ACC_PLC4".ST17_S2A := SUM_ST17_S2A".CONTADOR;
9 "ACC_PLC4".ST17_S2A_S3A := "SUM_DOBLE_ST17_S2A_S3A".CONTADOR;
10 "ACC_PLC4".ST17_S3A := SUM_ST17_S3A".CONTADOR;
11 "ACC_PLC4".ST17_S4A := SUM_ST17_S4A".CONTADOR;
12 "ACC_PLC4".ST17_S5A := SUM_ST17_S5A".CONTADOR;
13 "ACC_PLC4".ST17_S4A_S5A := "SUM_DOBLE_ST17_S4A_S5A".CONTADOR;
14 "ACC_PLC4".ST17_S6A := SUM_ST17_S6A".CONTADOR;
15
16 //LINEA ST16
17 "ACC_PLC4".ST16_S1A := SUM_ST16_S1A".CONTADOR;
18 "ACC_PLC4".ST16_S2A := SUM_ST16_S2A".CONTADOR;
19 "ACC_PLC4".ST16_S3A := SUM_ST16_S3A".CONTADOR;
20 "ACC_PLC4".ST16_S2A_S3A := "SUM_DOBLE_ST16_S2A_S3A".CONTADOR;
21 "ACC_PLC4".ST16_S4A := SUM_ST16_S4A".CONTADOR.

```

FIGURA#4.4 ESPEJO DE VARIABLES



FIGURA#4.5 VARIABLE SALIDA CONTADOR

		Nombre	Tipo de datos	Offset
4	→[I]	ST24_S3A	UDInt	8.0
5	→[I]	ST17_S1A	UDInt	12.0
6	→[I]	ST17_S2A	UDInt	16.0
7	→[I]	ST17_S3A	UDInt	20.0
8	→[I]	ST17_S4A	UDInt	24.0
9	→[I]	ST17_S5A	UDInt	28.0
10	→[I]	ST17_S6A	UDInt	32.0
11	→[I]	ST16_S1A	UDInt	36.0
12	→[I]	ST16_S2A	UDInt	40.0
13	→[I]	ST16_S3A	UDInt	44.0
14	→[I]	ST16_S4A	UDInt	48.0

FIGURA#4.6 VARIABLE ESPEJO DE SALIDA DEL CONTADOR

3.3 Bloques Node-Red

Los datos de los contadores y los rechazos son extraídos desde el Bloque de Datos Db100, gracias a la librería S7, buscada y descargada desde la interfaz de diseño de Node-red. Conectado los PLC, dentro del anillo con el SIMATIC IOT, por medio de direcciones IP, con el nombre de la variable guardado en el Bloque de Datos, el conteo se actualiza en tiempo real, mostrando siempre los cambios que ocurran, en este caso el conteo de productos.

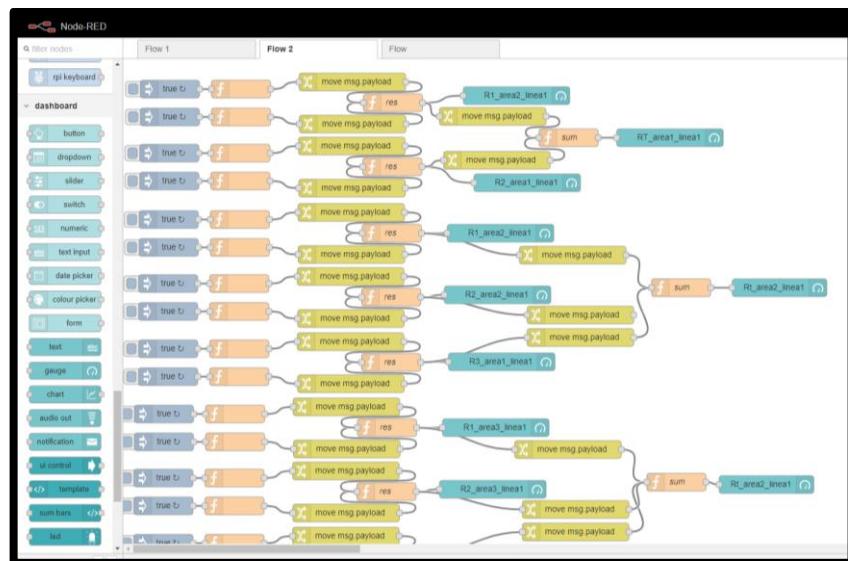


Figura # 3.9 Interfaz Node-red

3.4 Dashboard

Se realizó una mejora muy apreciable, tanto en diseño como en información que muestra el dashboard, donde en el Dashboard anterior, solo se indicaba el estado del sensor, mostrando si el pulso era positivo (ON) o negativo (OFF), como se puede apreciar en la FIGURA#4.5.

SZ01	SZ03	SZ04	SZ06	SZ07	SZ08	SZ09						
S_SZ01_S1B	0	S_SZ03_S1B	0	S_SZ04_S1B	0	S_SZ06_S1C	0	S_SZ07_S1B	0	S_SZ08_S1B	0	S_SZ09_S2C
S_SZ01_S2B	0	S_SZ03_S2B	0	S_SZ04_S2C	0	S_SZ06_S2B	0	S_SZ07_S2C	0	S_SZ08_S2C	0	S_SZ09_S2C
HOR_SZ01	0	HOR_SZ03	0	HOR_SZ04	0	HOR_SZ06	0			HOR_SZ08	0	HOR_SZ09

FIGURA#4.5 Dashboard estado de sensores

Diseñado específicamente para la visualización y monitoreo de rechazo en cada linea dentro de una area de produccion a su vez cuentan con subprocesos donde pueden generarse rechazos (Figura #3.10). Cabe recalcar que los diseños mostrados fueron realizados con la misma plataforma Node-red.

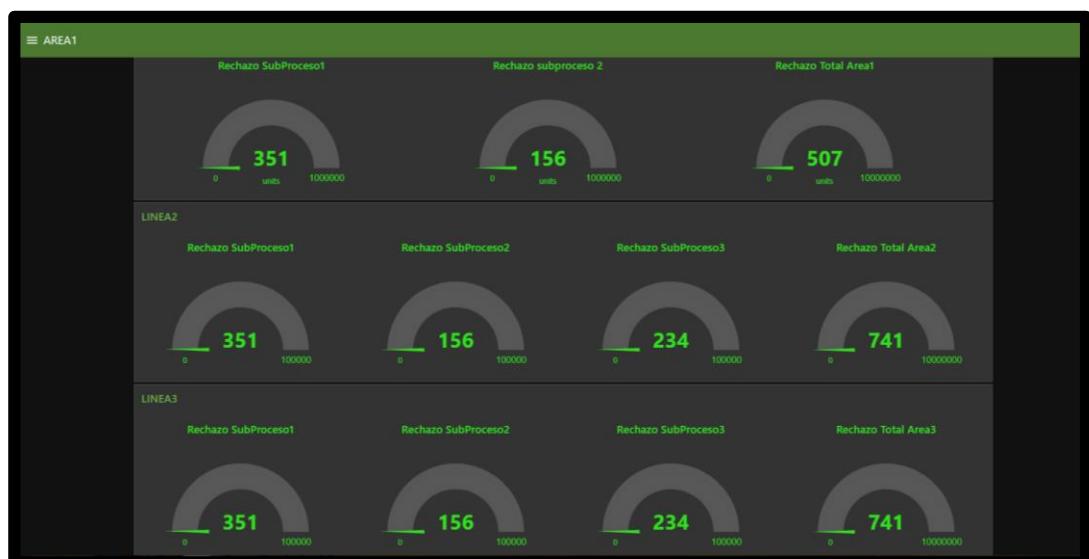


Figura # 3.10 INTERFAZ DASHBOARD

3.5 Análisis de Costos

Los costos que se indican a continuación comprenden los equipos necesarios para la implementación del presente proyecto, además eran los que se encontraban disponibles con lo que la empresa ya contaba para el desarrollo de este, sin embargo, existe un rubro por parte de nosotros donde también se invirtió a lo largo del desarrollo e implementación.

3.5.1 Costos Materiales por parte de la empresa

Descripción	Costos
Tableros Eléctricos y Materiales	\$17.400.00
Materiales cableado alimentación	\$9,500.00
Materiales para red anillo fibra óptica	\$18,300.00
Sensores	\$16,150.00
TOTAL	\$90,250

Tabla#3.1 Costos Compontes para implementación

3.5.2 Costo de implementación del proyecto

Descripción	Costos
Transporte	\$90
Instalación de sensores	\$2,500.00
Ingeniería	\$1,600.00

Tabla#3.2 Costos Operacionales

3.6 Viabilidad Económica

Con el incremento de la eficiencia de la producción y la optimización de recursos y teniendo en consideración los focos de productos de no calidad, cumpliendo con los planes de mejora sobre ellos, se proyecta un ahorro del 10% de uso de línea, lo que conlleva a ahorro en gastos de energía y mano de obra, gas y materia prima, se estima un tiempo de retorno de inversión no mayor a dos años, traídos al valor actual con una tasa de interés del 10%.

Incursionar en la tendencia de la Industria 4.0, crea un nicho de confianza, no solo en el personal interno, sino también en los clientes y proveedores, creando las puertas al crecimiento y competitividad de la empresa.

4 Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

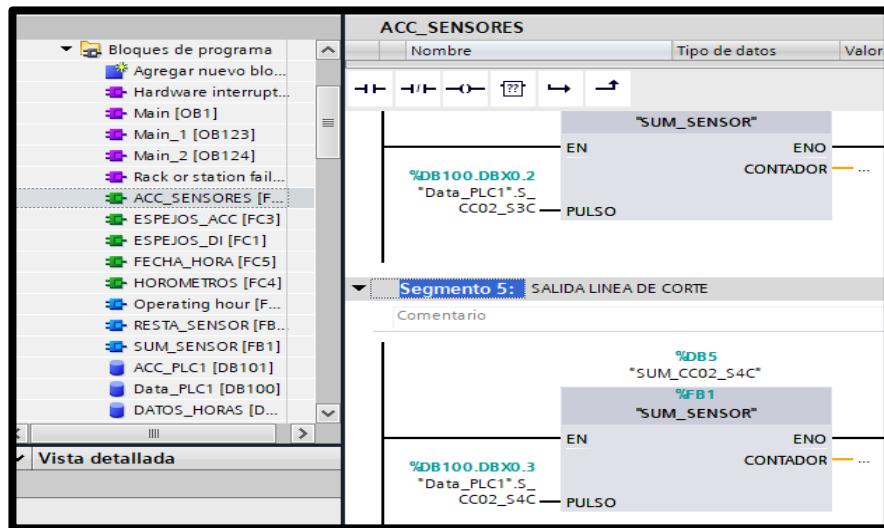
- La tecnología IoT (internet de las cosas) además de ser útil en la vida cotidiana, también tiene un gran uso en el sector industrial, en este caso en la captura, de datos convertidos en información utilizado para el monitoreo de productos.
- El monitoreo de productos en tiempo real permite que los plazos de entrega de reportes producción sea bastante ágil y oportuna, con datos confiables y seguros, gracias a la recopilación continua de datos por turno trabajo.
- La plataforma Node-Red al ser una herramienta de programación visual, facilita la interpretación del programa que se está desarrollando, mediante la librería S7 y dashboard, permite convertir los datos en información útil confiable en tiempo real.
- Los sensores instalados a lo largo de las líneas detectan si la línea está en producción o no, al observar en los indicadores del dashboard que el conteo está congelado o no hay suma de productos en los diferentes sectores de la línea.

4.2 Recomendaciones

- Asegurarse que el filtro de los módulos de entrada para la recepción de datos al PLC, esté configurada con la velocidad que pasa el producto a través del sensor.
- Utilizar variables espejos como buenas prácticas de programación para la declaración de los datos enviados a través de la red, esto facilita en caso de cambiar las entradas de los módulos del PLC.

- El Simatic IOT debe estar conectado con una dirección IP fija para la entrada a la interfaz Node-red, no se puede acceder si no se cuenta con la IP establecida para dicho dispositivo.
- Identificar las direcciones de cada uno de los datos que procesa el PLC para ser utilizadas en el Simatic IOT, con el fin de evitar presentar mal la información del monitoreo.

ANEXOS



Figura#3.1 Bloques FB sumador de pulsos

BIBLIOGRAFIA

[1]Manual de sistema S7-1200 de AUTOMATIZACIÓN SIEMENS: MANUALES DE SISTEMA S7-1200. Disponible en
https://relepro.com/blog/11_AUTOMATIZACION-SIEMENS-MANUALES-DE-SISTEMA.html (visitada el 23.06.2019).

[2]https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/45lp-in001_-en-p.pdf (visitada el 23.06.2019).

[3]https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/42cm-in001_-en-p.pdf (visitada el 23.06.2019).

[4]<https://www.tme.eu/es/details/obs4000-18gm60e5v1/sensores-fotoelectricos-estandar/pepperl-fuchs/obs4000-18gm60-e5-v1/> (visitada el 23.06.2019).

[5]https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/872c-pp002_en-p.pdf (visitada el 23.06.2019).

[6]https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/prox-td001_en-p.pdf (visitada el 23.06.2019).

IoT2040-Primeros-pasos-programacion de SIEMENS disponible en
<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/IoT2040-Primeros-pasos-programacion.pdf> (visitada el 25.06.2019).

Node-Red documentación de NODE-RED disponible en <https://nodered.org/docs/> (visitada el 26.06.2019).