



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**AUTOMATIZACIÓN DE PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS ACUÍCOLA**

**AINSA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL S.A.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**21251082 LEONEL ALEJANDRO FERNANDEZ BUESO**

**ASESOR:**

**ING. HEGEL LÓPEZ**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA;**

**MAYO, 2018**

## RESUMEN EJECUTIVO

AINSA Automatización Industrial S.A. es una empresa que se dedica a realizar proyectos de automatización industrial para otras empresas. Estos incluyen la elaboración de paneles de control, tableros de control para motores. AINSA ha realizado proyectos para empresas como Baprosa, CONHSA PAYSA, Aguazul, Caracol Knits, Aquafeed entre otros.

AINSA fue contratado por la empresa de alimentos balanceados para poder realizar la programación de toda la planta en modo manual y automático, con su sistema de monitoreo SCADA respetando todas las directrices brindadas por la planta.

La planta de procesamiento de alimentos balanceados acuícola, producidos para peces y camarones. Controlada por dos PLC Siemens 1500 y uso de Variadores de frecuencia y periferias lleva distintas etapas dentro del proceso como abastecimiento, consta de materia prima a granel, materia prima sacos y abastecimiento lípidos. El proceso empieza por la recepción de materia prima, donde se abastece como harina. soja, h. pescado, h. acemite esto son los macros ingredientes y son transportados hacia los silos diarios donde se almacenarán la materia prima. Los silos diarios son los almacenan la materia prima Macro y en la zona donde se encargan de enviar la materia prima pesadas de acuerdo con la formula a las moliendas. La molienda, son dos líneas de molienda 1 y 2 se encarga de mezclar materia prima gruesa y pasarlos a moler en dos etapas de molienda y son transportados las tolvas de dosificación. Dosificación, el material molido de acuerdo con una granulometría es llevada a la mezcladora donde se encargan de dosificar los lípidos como aceite de soja, pescado y agua de acuerdo con la formula, y después del tiempo de mesclado son transportados hacia la línea de pelletizado de destino. Proceso de pelletizado, consta de 2 líneas de pelletizado, el material formulado pasa por acondicionamiento donde se ingresa vapor directo al material y pasa a la prensa para sacar los pellets. Seguido por un post acondicionamiento para enfriarlo y al final embolsarlo en sacos de 25Kg.

La programación y SCADA de la planta actualmente se encuentra en puesta en marcha debido a que es un proceso extenso y tomando en cuenta los ajustes a realizar en distintas etapas del proceso para una mejor calibración.

## **ABSTRACT**

AINSA Automatización Industrial S.A. is a company that is dedicated to carrying out industrial automation projects for other companies. These include the development of control panels, control panels for motors. AINSA has carried out projects for companies such as Baprosa, CONHSA PAYSÁ, Aguazul, Caracol Knits, Aquafeed, among others. AINSA was hired by the feed company to be able to carry out the programming of the entire plant in manual and automatic mode, with its SCADA monitoring system respecting all the guidelines provided by the plant. The aquaculture feed processing plant, produced for fish and shrimp. Controlled by two Siemens 1500 PLCs and the use of frequency and periphery drives, it carries out different stages within the process as a supply, consisting of raw material in bulk, raw material sacks and supplying lipids. The process begins with the receipt of raw material, where it is supplied as flour. soybeans, h. fish, h. This is the macro ingredients and are transported to the daily silos where the raw material will be stored. The daily silos are stored by the Macro raw material and in the area where they are responsible for sending the raw material heavy according to the formula to the grinds. The grinding, are two milling lines 1 and 2 is responsible for mixing coarse raw material and pass them to grind in two stages of milling and transport the dosing hoppers. Dosing, the material ground according to a granulometry is taken to the mixer where they are responsible for dosing the lipids such as soybean oil, fish and water according to the formula, and after the mixing time they are transported to the pelletizing line of destination. Pelletizing process, consists of 2 lines of pelletizing, the formulated material goes through conditioning where steam is entered directly into the material and passes to the press to. Followed by a post conditioning to cool it and finally bag it in 25Kg bags. The programming and SCADA of the plant is currently in commissioning because it is an extensive process and considering the adjustments to be made in different stages of the process for better

# ÍNDICE

|  |          |
|--|----------|
| <b>I. Introducción.....</b>                | <b>1</b> |
| <b>II. Planteamiento del Problema.....</b> | <b>2</b> |
| 2.1 Antecedentes .....                     | 2        |
| 2.2 Definición del Problema .....          | 2        |
| 2.3 Preguntas de Investigación .....       | 3        |
| 2.4 Objetivos.....                         | 3        |
| 2.4.1 Objetivos Generales .....            | 3        |
| 2.4.2 Objetivos Específicos .....          | 3        |
| 2.5 Justificación .....                    | 4        |
| <b>III. Marco Teórico.....</b>             | <b>5</b> |
| 3.1 Alimentos.....                         | 5        |
| 3.1.1 Aceite de Pescado .....              | 6        |
| 3.2 Proceso.....                           | 10       |
| 3.3 Pelletizado.....                       | 13       |
| 3.4 Control Lógico Programable.....        | 16       |
| 3.4.1 Historia del plc.....                | 17       |
| 3.4.5 Salidas Analógicas .....             | 19       |
| 3.4.6 Salidas a Relé.....                  | 19       |
| 3.4.7 Salidas a Transistor:.....           | 20       |
| 3.4.8 Salidas a Triac:.....                | 20       |
| 3.4.9 Memoria .....                        | 20       |
| 3.4.10 Ventajas de los PLC.....            | 21       |
| 3.4.11 PLC Siemens CPU S7-1500.....        | 22       |
| 3.4.12 Lenguaje de Programación.....       | 23       |
| 3.4.12.1 Boléanos .....                    | 24       |
| 3.4.12.2 Temporizadores.....               | 25       |
| 3.4.12.3 Contadores .....                  | 26       |
| 3.5 Periferias .....                       | 29       |
| 3.5.1 Siemens ET-200 .....                 | 29       |
| 3.5.2 Modulo de periferia .....            | 30       |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.6 Modulo Siemens SIWAREX.....                | 32        |
| 3.7 Sensores.....                              | 33        |
| 3.7.1 Inductivo.....                           | 33        |
| 3.7.2 Sensor de Presión .....                  | 34        |
| 3.8 Actuadores.....                            | 35        |
| 3.8.1 Electroválvulas.....                     | 35        |
| 3.8.2 Motores de Inducción.....                | 36        |
| 3.9 Variador de Frecuencia .....               | 37        |
| 3.10 Soft Starter .....                        | 38        |
| 3.11 HMI.....                                  | 39        |
| 3.12 SCADA.....                                | 40        |
| 3.12.1 WinCC .....                             | 42        |
| 3.13 Comunicación atreves de Bus de Campo..... | 43        |
| 3.14 Formulas para Cálculos.....               | 45        |
| <b>IV. Metodología .....</b>                   | <b>46</b> |
| 4.1 Variables de investigación.....            | 46        |
| 4.1.1 Variables Independientes .....           | 46        |
| 4.1.2 Variables dependientes .....             | 46        |
| 4.2 Enfoque y Métodos.....                     | 46        |
| 4.3 Población y Muestra .....                  | 47        |
| 4.4 Técnicas e instrumentos aplicados.....     | 47        |
| 4.5 Materiales .....                           | 48        |
| 4.6 Fuentes de información.....                | 49        |
| 4.7 Cronograma de actividades.....             | 50        |
| <b>V. Resultados y Análisis.....</b>           | <b>51</b> |
| 5.1 Diseño de panel de control.....            | 51        |
| 5.2 Diseño del Scada.....                      | 59        |
| 5.2.1 Abastecimiento .....                     | 59        |
| 5.2.2 Silos Diarios.....                       | 60        |
| 5.2.3 Molienda 1 y 2 .....                     | 61        |
| 5.2.4 Dosificación.....                        | 62        |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.2.5 Prensa.....                             | 63        |
| 5.2.6 Línea.....                              | 64        |
| 5.2.3 Faceplate variadores de frecuencia..... | 65        |
| 5.3 Diseño de red.....                        | 66        |
| 5.3.1 PC Cliente.....                         | 67        |
| 5.4 Periferias.....                           | 67        |
| 5.4.1 ET-200.....                             | 67        |
| 5.4.2 Variador de Frecuencia.....             | 68        |
| 5.4.3 Soft Starter.....                       | 68        |
| 5.4.4 Presupuesto.....                        | 69        |
| <b>VI. Conclusiones.....</b>                  | <b>70</b> |
| <b>VII. Recomendaciones.....</b>              | <b>70</b> |
| <b>VIII. Trabajo Futuro.....</b>              | <b>71</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                      | <b>72</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                            | <b>74</b> |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 1: Aceite Lípidos.....                               | 5  |
| Ilustración 2: Aceite de Pescado .....                           | 6  |
| Ilustración 3: Aceite de Soja.....                               | 7  |
| Ilustración 4: Mold Zap.....                                     | 8  |
| Ilustración 5: Harina de Soja.....                               | 9  |
| Ilustración 6: Pellet .....                                      | 13 |
| Ilustración 7: Maquina Geelen .....                              | 14 |
| Ilustración 8: Tratamiento Térmico Eléctrico Geelen.....         | 15 |
| Ilustración 9: Relevador .....                                   | 17 |
| Ilustración 10: PLC Siemens S-7 1500.....                        | 22 |
| Ilustración 11: Esquema sencillo de un programa en escalera..... | 24 |
| Ilustración 12: Temporizador.....                                | 25 |
| Ilustración 13: Cronograma Temporizador .....                    | 26 |
| Ilustración 14: Contador.....                                    | 26 |
| Ilustración 15: Cronograma Temporizador .....                    | 27 |
| Ilustración 16: Siemens ET-200.....                              | 29 |
| Ilustración 17: Modulos ET-200 .....                             | 30 |
| Ilustración 18: Modulo Siemens SIWAREX.....                      | 32 |
| Ilustración 19: Sensor Inductivo .....                           | 33 |
| Ilustración 20: Sensor de Presión.....                           | 34 |
| Ilustración 21: Electroválvulas Neumáticas .....                 | 35 |
| Ilustración 22: Motor de Inducción.....                          | 36 |
| Ilustración 23: Variador de Frecuencia Siemens G120 PN .....     | 37 |
| Ilustración 24: Soft Starter Siemens.....                        | 38 |
| Ilustración 25: HMI Siemens .....                                | 39 |
| Ilustración 26: SCADA .....                                      | 40 |
| Ilustración 27: WinCC .....                                      | 42 |
| Ilustración 28: Campo de Bus Profinet .....                      | 43 |
| Ilustración 29: PLC Siemens S-7 1500.....                        | 51 |
| Ilustración 30: Interruptor 10A.....                             | 51 |
| Ilustración 31: Switch Siemens 16 puertos.....                   | 52 |
| Ilustración 32: Fuente Siemens SITOP 24VDC.....                  | 52 |
| Ilustración 33: Fuente 24VDC para S-7 1500.....                  | 53 |
| Ilustración 34: Portafusibles Siemens.....                       | 53 |
| Ilustración 35: Alimentación S7-1500 .....                       | 54 |
| Ilustración 36: Comunicación Profinet.....                       | 55 |
| Ilustración 37 :Alimentación de Fuente.....                      | 56 |

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 38: Alimentación Switch Siemens.....        | 57 |
| Ilustración 39: Panel de Control.....                   | 58 |
| Ilustración 40: SCADA Abastecimiento.....               | 59 |
| Ilustración 41: Silos Diarios.....                      | 60 |
| Ilustración 42: Molienda 1 y 2.....                     | 61 |
| Ilustración 43: Dosificación.....                       | 62 |
| Ilustración 44: Prensa.....                             | 63 |
| Ilustración 45: Línea.....                              | 64 |
| Ilustración 46: Faceplate Variadores de Frecuencia..... | 65 |
| Ilustración 47: Red.....                                | 66 |
| Ilustración 48: PC Cliente.....                         | 67 |
| Ilustración 49: Periferia.....                          | 67 |
| Ilustración 50: Variador de Frecuencia.....             | 68 |
| Ilustración 51: Soft Starter.....                       | 68 |
| Ilustración 52: Cableado de Panel.....                  | 74 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Contactos y bobinas .....       | 25 |
| Tabla 2: Tipo de Datos .....             | 28 |
| Tabla 3: Cronograma de Actividades ..... | 50 |
| Tabla 4: Presupuestos .....              | 69 |
| Tabla 5: Motores Tabla 1 .....           | 75 |
| Tabla 6: Motores Tabla 2 .....           | 76 |
| Tabla 7: Motores Tabla 3 .....           | 76 |
| Tabla 8: Motores Tabla 4 .....           | 77 |
| Tabla 9: Motores Tabla 5 .....           | 77 |
| Tabla 10: Motores Tabla 6.....           | 78 |
| Tabla 11: Motores Tabla 7.....           | 79 |
| Tabla 12: Motores Tabla 8.....           | 80 |
| Tabla 13: Motores Tabla 9.....           | 80 |
| Tabla 14 Motores Tabla 10.....           | 81 |
| Tabla 15: Motores Tabla 11 .....         | 82 |

## GLOSARIO

- **Cangilón:** Se denomina cangilón a la pieza de carga de los sistemas para transporte vertical de material a granel.
- **Estado Solido:** es un dispositivo interruptor electrónico que conmuta el paso de la electricidad cuando una pequeña corriente es aplicada en sus terminales de control.
- **Granel:** es un conjunto de bienes o materiales que se transportan sin empaquetar, ni embalar, en grandes cantidades.
- **Granulometría:** La medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios.
- **PLC:** controlador lógico programable, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos.
- **SCADA:** acrónimo de Supervisor Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

## I. INTRODUCCIÓN

La alta demanda de alimentos para peces y camarones en Centroamérica ha tenido un aumento considerable en la actualidad donde han surgido empresas quienes se dedican a producir estos para abastecer a Centroamérica.

El fin del proyecto es poder producir distintas recetas de concentrado pelletizado para peces y camarones con alta calidad de ingredientes dosificados de la manera más precisa brindando un excelente producto.

El proceso automatizado consiste en diferentes etapas comenzado por el abastecimiento donde, se transporta la materia prima a granel la cual es transportada hacia los silos diarios donde es almacenada para después pasar a la etapa de molienda donde se realiza la mezcla de la materia prima. Luego se transporta a la tolva de dosificación. Donde se dosifica aceites de soya, aceite de pescado y agua. Luego es transportada a la línea de pelletizado. En donde se suministra vapor y pasa al prensado para sacar los pellets, terminado el proceso ensacando el producto de 25kg.

Conservando la misma calidad y receta en sus productos, la empresa ha solicitado a la empresa AINSA Automatización Industrial S.A. a implementar un sistema totalmente automatizado en el cual puede brindar un control SCADA el cual a través de cálculos y programación nos brinda una precisión en cada receta cumpliendo con los estándares y directrices solicitados por la empresa.

La automatización aplicada a las plantas de alimentos balanceados pone en práctica el conocimiento en programación, mecánica, eléctrica y diseño mecatrónico. Se debe tener el conocimiento apropiado para seleccionar la instrumentación a utilizar, como también comprender el funcionamiento de esta.

Las plantas de alimentos balanceados usualmente requieren de un periodo extenso para finalización. Debido a esto, no se ha podido finalizar la puesta en marcha de la planta

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

La empresa de alimentos cuenta con una gran experiencia en el rubro sobre más de 30 años trabajando en alimentos balanceados para peces y camarones.

Quienes han tenido éxito en el área de los alimentos balanceados en todas sus plantas a nivel americano y debido a la buena calidad de su producto, considerando la alta demanda del mismo se montó una nueva planta en Honduras.

La planta cuenta con las obras civiles e instalaciones mecánicas y eléctricas. No cuenta con un programa capaz de llevar a cabo el proceso de la planta entera de dosificación de alimentos de forma automática ni manual. A Su vez también necesita el panel de control principal de la planta el cual se encargará de llevar todos los históricos recesar y base de datos que ha solicitado la empresa.

### **2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Las imprecisiones y las deficiencias en la flexibilidad de los sistemas de dosificación son las principales causas vinculadas con los altos costos operativos de la mayoría de los sistemas de producción de alimentos.

La empresa tiene la necesidad de un programa donde ellos puedan llevar el control completo de todas las recetas y de cada parte de la planta en ambos tipos de operaciones ya sea en modo manual o automático. Poder tener visualizaciones en tiempo real desde la sala de control con un sistema Video Wall para un mejor control y a su vez estar seguro de estar brindando un alto servicio en calidad y dosificación exacta.

El programa es de alta importancia sin el cual la misma no podría comenzar a producir.

Teniendo la planta en marcha pudiera abastecer a todos los clientes en el mercado centroamericano con el producto.

## **2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- ¿Qué procedimiento conlleva la mezcla de los alimentos para cada receta?
- ¿Cantidad de materia prima por ingresar?

## **2.4 OBJETIVOS**

Los objetivos sirven como una guía para la etapa de ejecución de las acciones. Son fuente de legitimidad: los objetivos justifican las actividades de todos los miembros de una empresa o un proyecto. Sirven para evaluar las acciones, la eficacia y productividad del equipo que conforma la empresa o que está a cargo del proyecto. (Diana de León, 2010)

### **2.4.1 OBJETIVOS GENERALES**

Desarrollar un sistema de automatización que cumpla con las necesidades del proceso de elaboración de alimentos acuícolas, cumpliendo los estándares de la empresa.

### **2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer parámetros y configuraciones de equipos variadores de velocidad, Soft Starter, Balanzas a nivel de Software y Hardware.
- Organizar y desarrollar programación para la automatización de los procesos de dosificación de líquidos y línea de pelletizado
- Establecer la parte Hardware y Software, sistemas SCADAS clientes y servidores redundantes

## 2.5 JUSTIFICACIÓN

Los proyectos de automatización brindan autonomía e independencia a los procesos. Esto permite que las tareas se realicen en un periodo de tiempo menor, aumentando la producción y ahorrando dinero en recursos que se necesitarían si se realizaran de forma manual. La automatización permite que, hasta cierto punto, los procesos se realicen sin la intervención del ser humano. De esta manera las empresas se ahorran costos en salarios, y también se reducen las posibilidades de que ocurran accidentes. Cabe mencionar que el error humano es eliminado cuando una tarea es realizada por una máquina autónoma, por lo cual se realizan operaciones con mayor precisión.

La empresa ha decidido de auxiliarse de empresas que se dedican a integrar equipo de automatización, en este caso AINSA, para realizar un proyecto que logre poner en marcha toda la planta en cada uno de sus distintos procesos a llevar implementando la tecnología más avanzada para dicho proceso y asegurando su alta calidad.

Es de una gran importancia para la empresa productora poder satisfacer la necesidad de sus clientes internacionalmente, brindando una medición precisa y nutrida con todos sus ingredientes vitales. Se pretende que el programa se lleve a cabo de la manera más eficiente y controlada. Para así no tener ningún problema en ninguna de sus líneas de procesos y que a la vez sea amigable con el usuario u operador quien controlara la maquina según la receta que se le asigne al lote de producto que se desea procesar.

El operador podrá visualizar si se ha detectado alguna falla en un sector específico de la planta ya sea un variador, motor, sensor u otro componente en avería.

### III. MARCO TEÓRICO

Son sistemas básicos de cultivo, donde el crecimiento de peces/camarones depende totalmente del consumo de animales vivos y plantas, presentes en forma natural dentro de los cuerpos de agua. (Campbell, 1985)

#### 3.1 ALIMENTOS



**Ilustración 1: Aceite Lípidos**

Fuente: SportLife

Los lípidos son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos. Dentro de ellos se encuentran las grasas, que se dividen en saturadas e insaturadas. Su estructura química varía y sus propiedades y funciones también dependiendo de los ácidos que contengan.

Podemos clasificar los alimentos según la abundancia relativa en cada uno de los tipos de grasas:

- Alimentos ricos en ácidos grasos saturados: Manteca, tocino, mantequilla, nata, yema de huevo, carne magra, leche, aceite de coco.
- Alimentos ricos en ácidos grasos monoinsaturados: Oleico (Omega 9): Aceites (de oliva, de semillas), frutos secos (cacahuètes, almendras), aguacate.

Ácidos grasos poliinsaturados condicionalmente esenciales:

-Pescado y aceite de pescado, algas, alimentos como lácteos enriquecidos en Omega3.

- Ácido araquidónico (Omega 6): grasa animal

- Ácidos grasos poliinsaturados esenciales:

- Alfa Linolénico (Omega 3): en aceites vegetales.

- Linoleico (Omega 6): aceites de maíz, girasol, soja, semilla de uva

### 3.1.1 ACEITE DE PESCADO



**Ilustración 2: Aceite de Pescado**

Fuente: Wikipedia

Los aceites de pescado son obtenidos a partir de los tejidos de algunas especies de peces. Para la alimentación humana se pueden obtener ya sea comiendo pescado o tomando suplementos.

Los pescados que son especialmente ricos en los aceites que son beneficiosos para el organismo y son conocidos con el nombre de ácidos grasos omega-3 incluyen a la macarela o caballa, el atún, el salmón, el esturión, el mújol, la anchoa, las anchovetas, las sardinas, el arenque, la trucha.

Proporcionan alrededor de 1 gramo de ácidos grasos omega-3 en alrededor de 3,5 onzas (100 gramos) de pescado.



### 3.1.2 Aceite de Soja



**Ilustración 3: Aceite de Soja**

Fuente: allbiz

El aceite de soja es un aceite vegetal abundante en ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y omega 6. Por eso, es bueno para dietas ricas en carbohidratos y carnes rojas, para compensar. Se obtiene a partir de las semillas de esta legumbre, tiene una coloración ligeramente amarillenta y un sabor suave.

El aceite de soja es un aceite vegetal.

Se emplea mayoritariamente en la gastronomía y se puede encontrar en salsas para ensaladas y aceites para freír alimentos. Al tener en su composición tantos ácidos poliinsaturados es muy aconsejable guardarlo en la nevera y consumirlo cuanto antes. No se aconseja probarlo si tiene olor a rancio.

### 3.1.3 Mold Zap



**Ilustración 4: Mold Zap**

Fuente: Citri Fresh

Antifúngico para el almacenamiento de granos, alimentos balanceados e ingredientes susceptibles a contaminación por hongos.

Prevé que el producto sea contaminado por algún tipo de hongo que pueda infectar los granos o alimentos.

### 3.1.4 Harina de soja



**Ilustración 5: Harina de Soja**

Fuente: Dreamstime

La harina de soja se obtiene a partir de los granos de soja tostados y molidos muy finamente. La harina de soja es una rica fuente de proteínas, de hierro, de vitaminas B y de calcio. Esta harina da una textura y un sabor agradables a una variedad de productos.

La harina de soja está disponible en varias formas, una con grasas completas en la que se conservan todos sus aceites naturales y la otra en forma "desgrasada" en la que se eliminan todos los aceites durante el procesamiento. La harina de soja "desgrasada" nos proporciona un porcentaje ligeramente más alto de proteínas y de calcio. Ambos tipos de harinas de soja nos aportan beneficios para nuestra salud.

### 3.1.5 Harina de pescado

La harina de pescado es un producto obtenido del procesamiento de pescados, eliminando su contenido de agua y aceite.

Como ingrediente de alimentos para aves, aves ponedoras, cerdos, rumiantes, vacas lecheras, ganado vacuno, ovino, y animales acuáticos (camarón, pescado y otros), disminuyendo notablemente los costos de producción industrial de estos animales por su rápido crecimiento, su mejor nutrición, la mejora de la fertilidad y la notoria disminución de posibilidades de enfermedades.

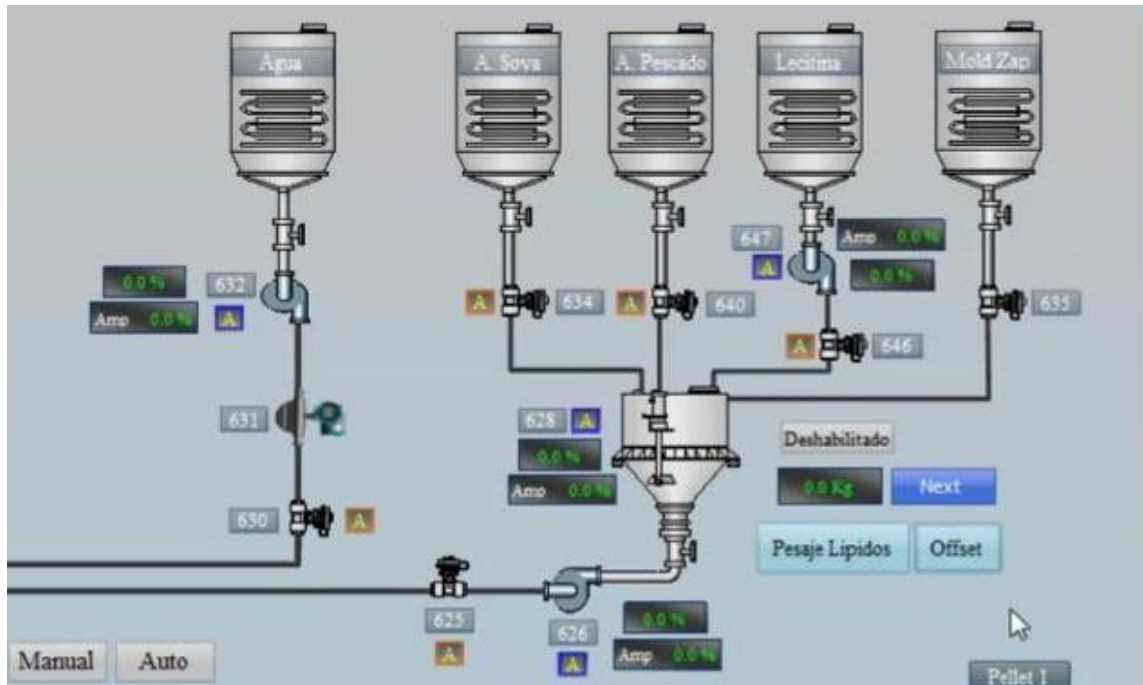
### 3.1.6 Acemite

Es una mezcla de cascara de molida de grano con la harina de trigo de manera molida y remojado. El pan está hecho a base de acemite y es derivada en otras harinas distintas a ella.

## 3.2 PROCESO

Juan Carrasco (2011) Afirma: "Siendo la gestión de procesos una gran palanca para el cambio, ésta debe estar enraizada en lo importante para la organización, reflejado en su plan estratégico"

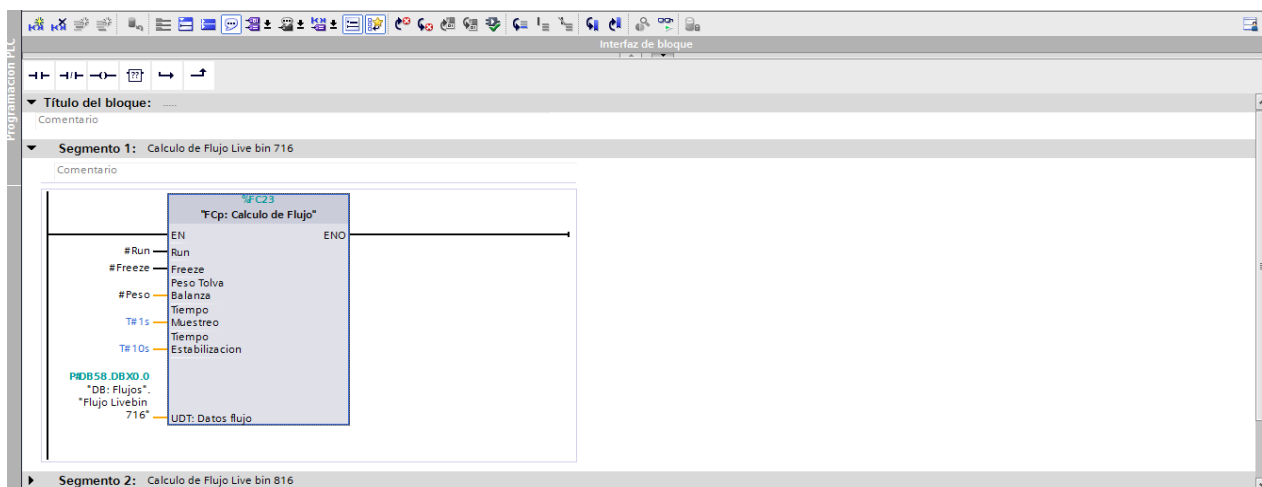
El proceso de la planta comienza en el área de abastecimiento, consta de materia prima a granel, materia prima sacos y abastecimiento lípidos. El proceso empieza por la recepción de materia prima, donde se abastece como harina. soja, h. pescado, h. acemite esto son los macros ingredientes y son transportados hacia los silos diarios donde se almacenarán la materia prima. Los silos diarios son los almacenan la materia prima Macro y en la zona donde se encargan de enviar la materia prima pesadas de acuerdo con la formula a las moliendas. La molienda, son dos líneas de molienda 1 y 2 se encarga de mezclar materia prima gruesa y pasarlos a moler en dos etapas de molienda y son transportados las tolvas de dosificación.



**Ilustración 6: Dosificación**

Fuente: Elaboración propia

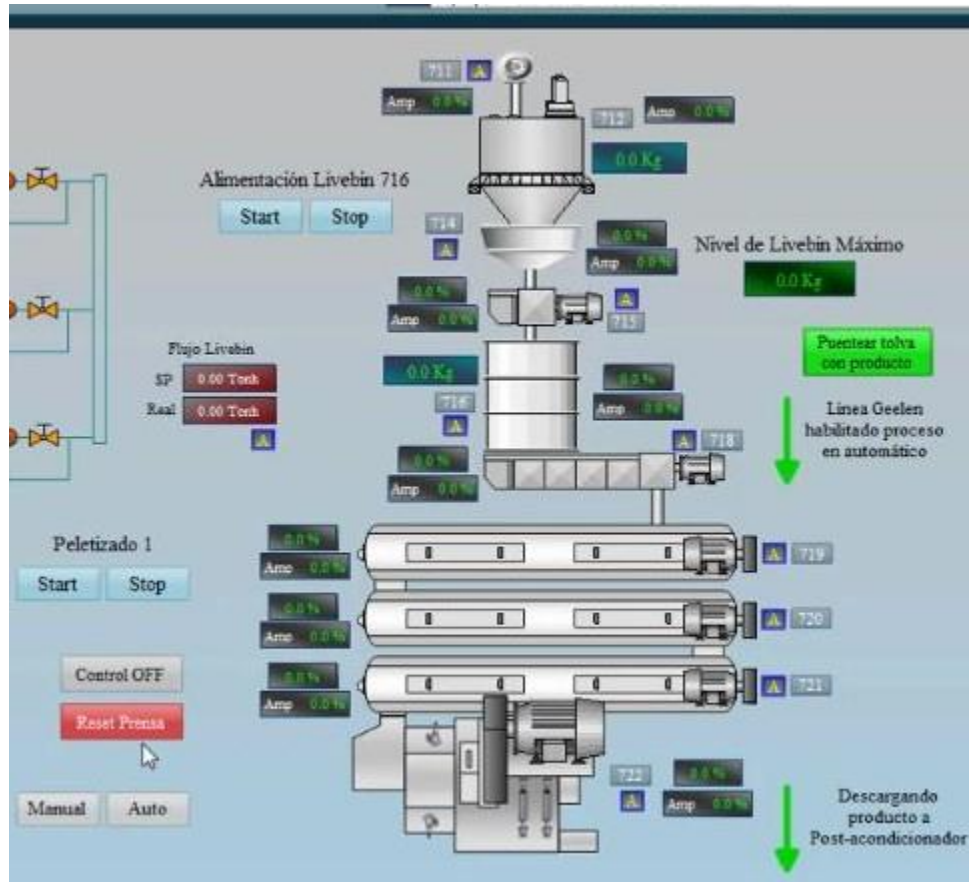
Dosificación, el material molido de acuerdo con una granulometría es llevada a la mezcladora donde se encargan de dosificar los lípidos como aceite de soja, pescado y agua de acuerdo con la formula, y después del tiempo de mesclado son transportados hacia la línea de pelletizado de destino.



**Ilustración 7: Bloque flujo**

Fuente: Elaboración propia

Proceso de pelletizado, consta de 2 líneas de pelletizado, el material formulado pasa por acondicionamiento donde se ingresa vapor directo al material y pasa a la prensa para sacar los pellets. Seguido por un post acondicionamiento para enfriarlo y al final embolsarlo en sacos de 25Kg



**Ilustración 8: Pelletizado**

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 PELLETIZADO



**Ilustración 9: Pellet**

Fuente: Agencia XL Pixel Publicidad

El proceso de peletización se define como el moldeado de una masa de pequeñas partículas (alimento en harina) en partículas más grandes o pellets, mediante procedimientos mecánicos, presión, calor y humedad (Falk, 1985).

La formación del pellet ocurre en el punto donde entran en contacto los rodillos y el dado o matriz de salida. Todas las demás actividades, tales como acondicionamiento, enfriamiento, etc., dan apoyo al punto de contacto (Behnke, 2010).

Históricamente las investigaciones se han concentrado en determinar los beneficios de utilizarlo versus alimentos en forma de harina.

La calidad es la durabilidad e integridad física del alimento pelletizado durante el manejo y transporte desde la fábrica hasta la granja con una generación mínima de fino y rotura.

### 3.3.1 Maquina Post-acondicionadora



**Ilustración 10: Maquina Geelen**

Fuente: Aquafeed

El Post Acondicionador fue diseñado para aumentar la calidad de los alimentos acuícolas pelletizado, como por ejemplo los alimentos para camarones. El alimento una vez pelletizado se mantiene en un ambiente de altas temperaturas, trayendo como resultado una mejora considerable en la gelatinización y estabilidad del agua. Al mismo tiempo se reduce la necesidad de utilizar costosos agentes aglutinantes, lo que permite una amortización de la inversión en el Post Acondicionador a corto tiempo.

El Post Acondicionador posee un trazado térmico eléctrico y una construcción de doble pared con aislamiento para asegurar la conservación de la energía. Además, la sección superior posee una inyección de vapor que aumenta temperatura del proceso rápidamente si es necesario.



El tiempo de retención se determina por la altura del sensor, el área de superficie del Post Acondicionador y los requisitos de diseño de los procesos locales. El sistema de descarga de la válvula giratoria robusta se activa mediante un sensor de nivel ajustable, el cual es impulsado por un cilindro hidráulico y una unidad de alimentación. Con el aporte de los principales fabricantes de alimentos para camarones, los ingenieros de Geelen Counterflow rediseñaron el Post Acondicionador, añadiendo nuevas funciones que hacen de esta versión MkII una versión más eficiente desde el punto de vista energético y más fácil de limpiar e inspeccionar.



**Ilustración 11: Tratamiento Térmico Eléctrico Geelen**

Fuente: Aquafeed

### 3.4 CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE

El PLC por sus siglas en Ingles (Programmable Logic Controller) es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo.

Un PLC realiza, entre otras, las siguientes funciones:

- Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
- Tomar decisiones en base a criterios pre programados.
- Almacenar datos en la memoria.
- Generar ciclos de tiempo.
- Realizar cálculos matemáticos.
- Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.
- Comunicarse con otros sistemas externos

Contreras (2009) afirma: "El uso de los PLC en los últimos años ha tenido un gran impacto en la industria. Gracias a los PLC se sustituyeron grandes gabinetes de relevadores por un solo dispositivo mejorando la organización de estos, costos y eficiencia".

Los PLC se distinguen de otros controladores automáticos, en que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros controladores (como por ejemplo un programador o control de la llama de una caldera) que, solamente, pueden controlar un tipo específico de aparato.

Además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina.

Se pueden modificar las instrucciones almacenadas en memoria, además de monitorizarlas.

INTRAVE (2015) afirma: "Un PLC es como un cerebro que acciona a otros componentes de su maquinaria para que ejecuten acciones que pudieran ser peligrosas o muy lentas al hacerlas manualmente".

### 3.4.1 HISTORIA DEL PLC

Cuando se empezaron a usar los relés en el control de procesos productivos, se comenzó a añadir lógica a la operación de las máquinas y así se redujo e incluso se eliminó la carga de trabajo del operador humano.

Los relés permitieron establecer automáticamente una secuencia de operaciones, programar tiempos de retardo, contar las veces que se producía un suceso o realizar una tarea en dependencia de que ocurrieran otras.

Los relés, sin embargo, tienen sus limitaciones: Tienen un tiempo limitado de vida, debido a que sus partes mecánicas están sometidas a desgaste, los conductores de corriente pueden quemarse o fundirse, y con ello puede provocarse una avería y tendrán que ser reemplazados.

Rodríguez (2013) afirma: "Un relé o un contactor es un interruptor automático; con él que podemos realizar diversas combinaciones y sus aplicaciones son múltiples. Las clases y características de los relés varían según la función a realizar y fabricante".



**Ilustración 12: Relevador**

Fuente: TME

José Carlos V. (2012) afirma: "Los módulos de entrada o salida son las tarjetas electrónicas que proporcionan el vínculo entre la CPU del controlador programable y los dispositivos de campo del sistema."

### 3.4.2 ENTRADAS DIGITALES

La unidad de entradas proporciona el aislamiento eléctrico necesario del entorno y adecua el voltaje de las señales eléctricas que recibe el PLC que provienen de los interruptores de los contactos. Las señales se ajustan a los niveles de voltaje que marca la Unidad Lógica. La información recibida en él es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo la programación residente.

Los módulos de entrada transforman las señales de entrada a niveles permitidos por la CPU. Mediante el uso de un acoplador óptico, los módulos de entrada aíslan eléctricamente el interior de los circuitos, protegiéndolo contra tensiones peligrosamente altas, los ruidos eléctricos y señales parásitas. Finalmente, filtran las señales procedentes de los diferentes sensores ubicados en las máquinas.

Najera (2013) nos dice que estas interfaces tienen la simple función de informar a la CPU, de la presencia o ausencia de señal, tensión o corriente, en un circuito, apertura o cierre de un contacto, pulsador, finales de carrera, etc.

### 3.4.3 SALIDAS DIGITALES

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

Los dispositivos de salida son aquellos que responden a las señales que reciben del PLC, cambiando o modificando su entorno.

Entre los dispositivos típicos de salida podemos hallar:

- Contactores de motor
- Electroválvulas

#### 3.4.4 ENTRADAS ANALÓGICAS

Estos módulos o interfases admiten como señal de entrada valores de tensión o corriente intermedios dentro de un rango, que puede ser de 4-20 mA, 0-5 VDC o 0-10 VDC, convirtiéndola en un número. Este número es guardado en una posición de la memoria del PLC.

Los módulos de entradas analógicas son los encargados de traducir una señal de tensión o corriente proveniente de un sensor de temperatura, velocidad, aceleración, presión, posición, o cualquier otra magnitud física que se quiera medir en un número para que el PLC la pueda interpretar. En particular es el conversor analógico digital.

#### 3.4.5 SALIDAS ANALÓGICAS

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o corriente.

Internamente en el PLC se realiza una conversión digital analógica (D/A), puesto que el autómata sólo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y en un intervalo determinado de tiempo (período muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico, como pueden ser las válvulas proporcionales, los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, los reguladores de temperatura, etc. Permitiendo al autómata realizar funciones de regulación y control de procesos continuos.

#### 3.4.6 SALIDAS A RELÉ

Es una de las más usuales. Con ellos es posible conectar tanto cargas de corriente alterna como continua. Suelen soportar hasta 2A de corriente. Una buena práctica en la instalación es verificar que la corriente máxima que consume la carga esté dentro de las especificaciones de la salida del PLC.

Los tiempos de conmutación de estos tipos de salidas llegan a los 10 ms. tanto para la conexión como para la desconexión. Algunas cargas son muy problemáticas, por ejemplo, las cargas inductivas, que tienen la tendencia a devolver corriente al circuito cuando son conectadas. Siendo la corriente estimada en unas 30 veces a la corriente de consumo nominal. Esto genera picos de voltaje que pueden dañar la salida a la que está conectada la carga. Para minimizar estos riesgos se utilizan comúnmente diodos, varistores u otros circuitos de protección. Los relés son internos al PLC. El circuito típico es el que se muestra en la figura de arriba. Cuando el programa active una salida, el PLC aplicará internamente tensión a la bobina del relé. Esta tensión hará que se cierren los contactos de dicho relé. En ese momento una corriente externa pasará a través de esos contactos y así se alimentará la carga. Cuando el programa desactiva una salida, el PLC desactiva la bobina abriendo así los contactos.

#### 3.4.7 SALIDAS A TRANSISTOR:

Sólo son capaces de operar con corriente continua, de baja potencia (hasta 0,5 A) Pero tienen tiempos de conmutación que rondan el milisegundo y una vida útil mucho mayor que la de los relés. En este tipo de salida el transistor es el encargado de conectar la carga externa cuando el programa lo indique.

#### 3.4.8 SALIDAS A TRIAC:

Manejan corrientes alternas. Al igual que los transistores, por ser semiconductores tienen una vida útil mucho mayor que la del relé, que es un elemento electromecánico.

#### 3.4.9 MEMORIA

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

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

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

#### 3.4.10 VENTAJAS DE LOS PLC

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos
- Mínimo espacio de ocupación
- Menor coste de mano de obra de la instalación
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar e indicar posibles averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.

### 3.4.11 PLC SIEMENS CPU S7-1500



**Ilustración 13: PLC Siemens S-7 1500**

Fuente: TIA

La CPU 1515-2 PN tiene una memoria de programa de tamaño mediano y su rendimiento de programa se encuentra entre el de la CPU 1513-1 PN y la CPU 1516-3 PN / DP. La segunda interfaz PROFINET integrada de la unidad se puede utilizar para el aislamiento de la red. Además de las interfaces integradas, la CPU 1515-2 PN se puede ampliar con CM y CP. Como con todos los demás controladores S7-1500, Motion Control es una parte integral de la CPU; la CPU 1515-2 PN permite el control de hasta 20 ejes sin ningún módulo adicional.

Las características clave incluyen:

- Memoria



- Memoria de trabajo con 500 KB para el programa y 3 MB para los datos
- Hasta 32 GB de memoria de carga (a través de la tarjeta de memoria SIMATIC)

- Tiempos de procesamiento

- Operaciones booleanas: tiempo de ejecución de 30 ns
- Operaciones de Word: 36 ns tiempo de ejecución
- Operaciones de punto fijo: 48 ns tiempo de ejecución
- Operaciones de punto flotante: 192 ns de tiempo de ejecución

- Interfaces integradas

- 1 x interfaz PROFINET IO con conmutador de 2 puertos
- 1 x interfaz PROFINET

- Funciones tecnológicas

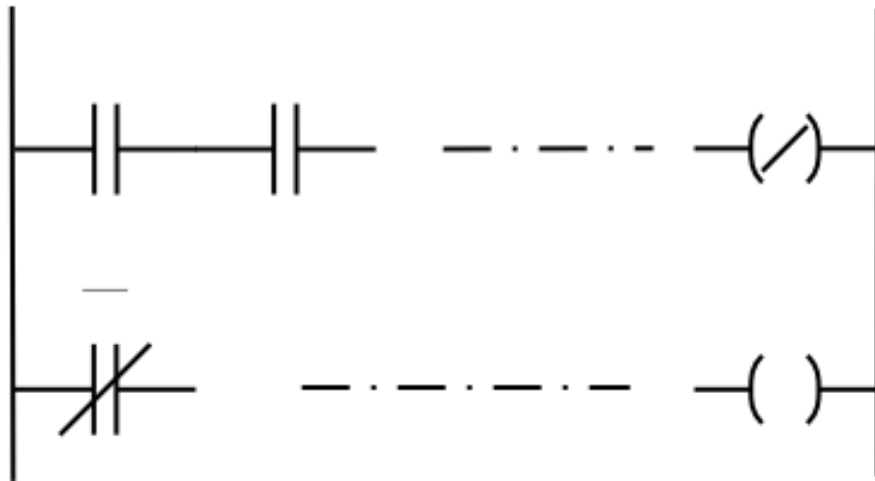
- Conexión de hasta 20 ejes a través de PROFIdrive o codificadores analógicos

### 3.4.12 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Básicamente se compone de dos barras, a la derecha el lado positivo y a la izquierda el lado negativo, entre estas dos barras se colocan contactos de los cuales unos serán sensores y a la derecha van todas las bobinas que usaremos para activar las salidas. José E. (2016)

El lenguaje Ladder, diagrama de contactos, o diagrama en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico o ingeniero eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

Sanz García (2015) afirma "Se trata de un lenguaje formado por un conjunto de bloques lógicos que se interconectan en cascada de forma similar a como se hace en electrónica digital".



**Ilustración 14: Esquema sencillo de un programa en escalera**

Fuente: Lenguajes de programación.

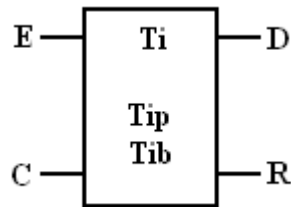
#### 3.4.12.1 BOLÉANOS

Se suele indicar mediante los caracteres B o M y tienen tanto bobinas como contactos asociados a las mismas de los tipos vistos en el punto anterior. Su número de identificación suele oscilar, en general, entre 0 y 255. Su utilidad fundamental es la de almacenar información intermedia para simplificar esquemas y programación.

Los bits de sistema son contactos que el propio autómatas activa cuando conviene o cuando se dan unas circunstancias determinadas. Existe una gran variedad, siendo los más importantes los de arranque y los de reloj, que permiten que empiece la ejecución desde un sitio en concreto y formar una base de tiempos respectivamente. Su nomenclatura es muy diversa, dependiendo siempre del tipo de autómatas y fabricante


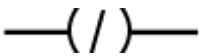
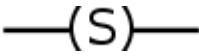
### 3.4.12.2 TEMPORIZADORES

El temporizador es un elemento que permite poner cuentas de tiempo con el fin de activar bobinas pasado un cierto tiempo desde la activación. El esquema básico de un temporizador varía de un autómatas a otro, pero siempre podemos encontrar una serie de señales fundamentales, aunque, eso sí, con nomenclaturas totalmente distintas.



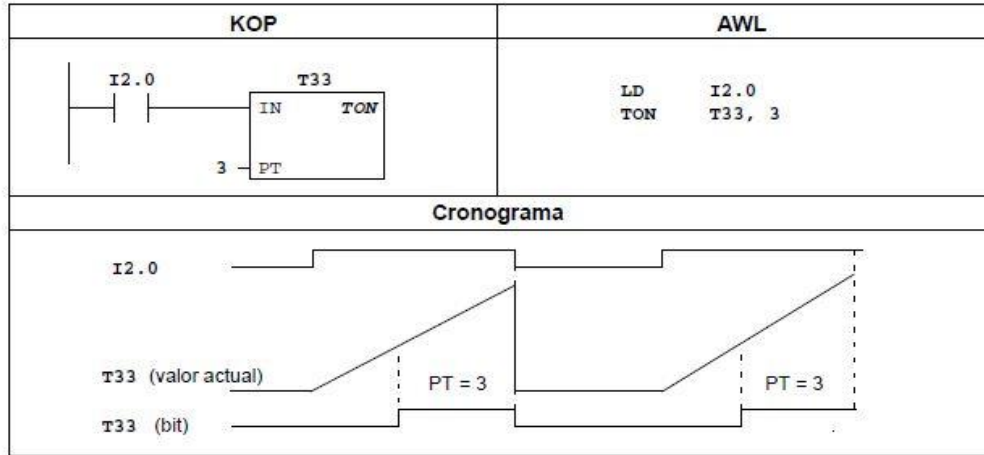
**Ilustración 15: Temporizador**

Fuente: Wikipedia

| Símbolo   | Nombre         | Descripción  |
|---|----------------|--|
|  | Contacto<br>NA | Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa; esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.  |
|  | Bobina<br>NC   | Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.                       |
|  | Bobina<br>SET  | Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y, usada junto con la bobina RESET, dan una enorme potencia en la programación. |

**Tabla 1: Contactos y bobinas**

Fuente: Wikipedia

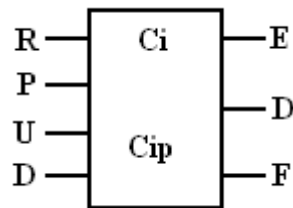


**Ilustración 16: Cronograma Temporizador**

Fuente: Wikipedia

### 3.4.12.3 CONTADORES

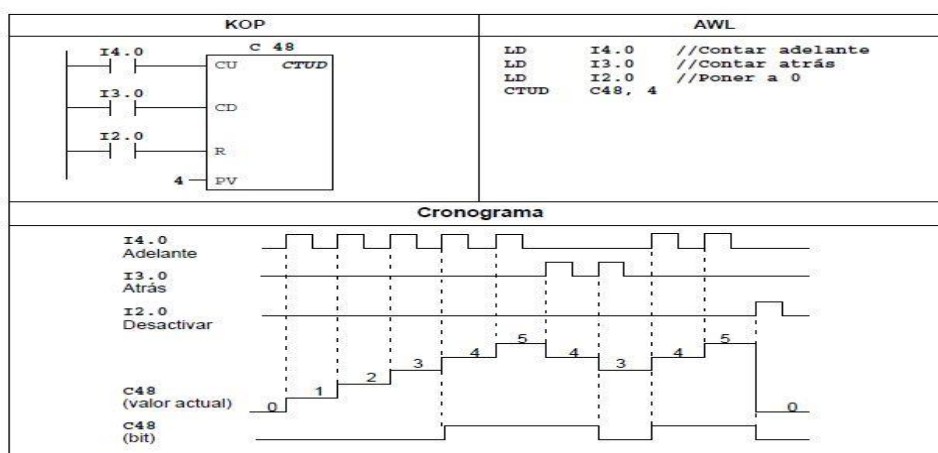
El contador es un elemento capaz de llevar el cómputo de las activaciones de sus entradas, por lo que resulta adecuado para memorizar sucesos que no tengan que ver con el tiempo pero que se necesiten realizar un determinado número de veces.



**Ilustración 17: Contador**

Fuente: Wikipedia

- Entrada RESET (R): Permite poner a cero el contador cada vez que se activa. Se suele utilizar al principio de la ejecución asignándole los bits de arranque, de modo que quede a cero cada vez que se arranca el sistema.
- Entrada PRESET (P). Permite poner la cuenta del contador a un valor determinado distinto de cero, que previamente se ha programado en Cip.
- Entrada UP (U): Cada vez que se activa produce un incremento en una unidad de la cuenta que posea en ese momento el contador.
- Entrada DOWN (D): Cada vez que se activa produce un decremento en una unidad de la cuenta que posea en ese momento el contador.
- Salida FULL (F): Se activa al producirse un desbordamiento del valor del contador contando en sentido ascendente.
- Salida DONE (D): Se activa cuando el valor del contador se iguala al valor preestablecido Cip.
- Salida EMPTY (E): Se activa al producirse un desbordamiento del valor del contador contando en sentido descendente.



**Ilustración 18: Cronograma Temporizador**

Fuente: Wikipedia

### 3.4.12.4 Tipo de Datos

| TIPOS DE DATOS SIMPLES | TAMAÑO DEL TIPO DE DATOS | DESCRIPCIÓN   | RANGO  |
|------------------------|--------------------------|---|--|
| BOOL                   | 1 bit                    | Valor booleano  | 0 a 1  |
| BYTE                   | 8 bits                   | Byte sin signo  | 0 a 255  |
| BYTE                   | 8 bits                   | Byte con signo (modo SIMATIC sólo para la operación SHRB)   | -128 a +127  |
| WORD                   | 16 bits                  | Entero sin signo  | 0 a 65.535   |
| INT                    | 16 bits                  | Entero con signo  | -32768 a +32767  |
| DWORD                  | 32 bits                  | Entero doble sin signo  | 0 a 4294967295   |
| DINT                   | 32 bits                  | Entero doble con signo  | -2147483648 a +2147483647                                      |
| REAL                   | 32 bits                  | Valor de 32 bits en coma flotante (IEEE)  | +1,175495E-38 a +3,402823E+38<br>-1,175495E-38 a -3,402823E+38 |
| STRING                 | 2 a 255 bytes            | Literal de constante ASCII almacenado en la memoria de la CPU como byte de longitud de 1 cadena seguido de bytes de datos ASCII | Caracteres ASCII 128 a 255                                     |

**Tabla 2: Tipo de Datos**

Fuente: tecnopl

## 3.5 PERIFERIAS

### 3.5.1 SIEMENS ET-200



**Ilustración 19: Siemens ET-200**

Fuente: Siemens

La periferia se nos hace de gran utilidad cuando tenemos una alta cantidad de señales por trabajar en distintos puntos de una planta, a ella se conectan todas las señales en sus respectivos módulos y con un cable Profinet o Ethernet Industrial se pueden transferir todos los datos hacia el PLC, sin necesidad de tirar cada cable o señal al PLC.

Sistema de periferia escalable en grado de protección IP20 para PROFINET.

Dimensiones compactas-Gran facilidad de uso gracias a bornes de inserción rápida y disposición de estos en columnas.

Posibilidad de combinar módulos de entrada o salida digitales y analógicos, más módulos en preparación.

Amplias funciones de sistema.

- Formación individual de grupos de carga como prestación del sistema (prescindiendo de módulos de potencia)
  - Cambio de módulos durante el funcionamiento (hot swapping).
  - Arranque posible con huecos en la configuración, para puesta en marcha parcial.
  - Cableado fijo con conexión multiconductor.
  - Soporte del sistema PROFIenergy para ahorrar energía.
  - Placa de características electrónica (datos I&M 0...3).
  - Todos los módulos de interfaz y de periferia soportan la actualización de firmware.
  - Control de configuración mediante software de usuario para configuración futura.
  - La posibilidad de utilizar hasta 64módulos de periferia dentro de una misma estación permite ahorrar módulos de interfaz y tiempo de instalación.
- Fácil adición de módulos sin necesidad de reconfigurar al final de la estación.

### 3.5.2 MODULO DE PERIFERIA



**Ilustración 20:Modulos ET-200**

Fuente: Siemen



Módulos de periferia Los módulos de periferia, que ofrecen 1, 2, 4, 8 ó 16 canales, permiten estructurar el ET 200SP de modo escalable y sin incurrir en costes excesivos. Se ofrecen varios módulos digitales y analógicos de entradas y salidas:

Función

Entrada digital DI 8x24 V DC

- . Entrada digital DI 16x24 V DC estándar
- . Salida digital DQ 4x24 V DC/2 A estándar
- . Salida digital DQ 8x24 V DC/0,5 A estándar
- . Salida digital DQ 16x24 V DC/0,5 A estándar

Función

Entrada analógica AI 4xI 2/4 wire estándar

- . Entrada analógica AI 4xU/I 2 wire estándar
- . Entrada analógica AI 4xRTD/TC 2/3/4 wire High Feature
- . Salida analógica AQ 4xU/I estándar

La gama SIMATIC ET 200 ofrece sistemas de periferia descentralizada (E/S remotas) muy diversos, tanto para soluciones en armario eléctrico o sin él, directamente en la máquina, así como para su uso en atmósferas potencialmente explosivas. La estructura modular permite escalar y ampliar los sistemas ET 200

La UCLM (2015) afirma "De hecho, a día de hoy, lo queramos o no, la inmensa mayoría de las empresas y compañías del planeta necesitan de la informática y de la programación para salir adelante".

### 3.6 MODULO SIEMENS SIWAREX



**Ilustración 21: Modulo Siemens SIWAREX**

Fuente: Siemens

SIWAREX WP231 es el primer sistema electrónico de pesaje para SIMATIC S7-1200, y por tanto se puede programar libremente en el TIA Portal.

La característica más sobresaliente de SIWAREX WP231 es su flexibilidad: el módulo no solo puede integrarse en SIMATIC, sino que también puede utilizarse sin CPU SIMATIC.

Las interfaces Ethernet y RS485 con protocolo Modbus permiten, entre otras cosas, la integración en distintos controladores. SIWAREX WP231 cuenta con cuatro entradas y salidas digitales y una salida analógica. Todas las entradas y salidas se pueden controlar tanto desde el sistema electrónico SIWAREX como a través de SIMATIC S7-1200.

Dispone de completas funciones de diagnóstico como, por ejemplo, el control de la evolución de peso (trace) o la vigilancia y señalización de valores límite.

La puesta en marcha se efectúa a través de la nueva SIWATOOL o de un panel HMI conectado directamente. La báscula está lista para el servicio en pocos minutos gracias al ajuste automático.

SIWAREX WP231 puede utilizarse en las siguientes aplicaciones de pesaje:

- Básculas no automáticas según OIML76
- Vigilancia del nivel de llenado de silos y tolvas
- Básculas de plataforma
- Pesaje en atmósferas potencialmente explosivas (en combinación con la interfaz Ex SIWAREX IS)

### 3.7 SENSORES

Ávalos (2012) afirma: "Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas."

#### 3.7.1 INDUCTIVO



**Ilustración 22: Sensor Inductivo**

Fuente: TME

Los sensores de proximidad inductivos sólo pueden detectar objetos metálicos. No detectan objetos no metálicos, tales como plástico, madera, papel y cerámica.

### 3.7.2 SENSOR DE PRESIÓN



**Ilustración 23: Sensor de Presión**

Fuente: Siemens

Los PLC pueden procesar señales analógicas solo de índole eléctrica. Si la variable de proceso que se desea tomar es una presión, esta se deberá convertir a una señal eléctrica mediante un dispositivo llamado transductor o trasmisor, para luego poder ser conectada a un PLC. (Daneri, 2008, p. 100)

Los sensores de presión o transductores de presión son muy habituales en cualquier proceso industrial o sistema de ensayo. Su objetivo es transformar una magnitud física en una eléctrica, en este caso transforman una fuerza por unidad de superficie en un voltaje equivalente a esa presión ejercida.

Los formatos son diferentes, pero destacan en general por su robustez, ya que en procesos industriales están sometidos a todo tipo de líquidos, existiendo así sensores de presión para agua, sensores de presión para aceite, líquido de frenos, etc.

Los sensores de presión responden a la presión de vacío perfecto (sensores de presión absoluta); a presión atmosférica (sensores de presión manométrica), o a la presión de un segundo sistema (sensor de presión diferencial), tal como la presión dentro de un serpentín.

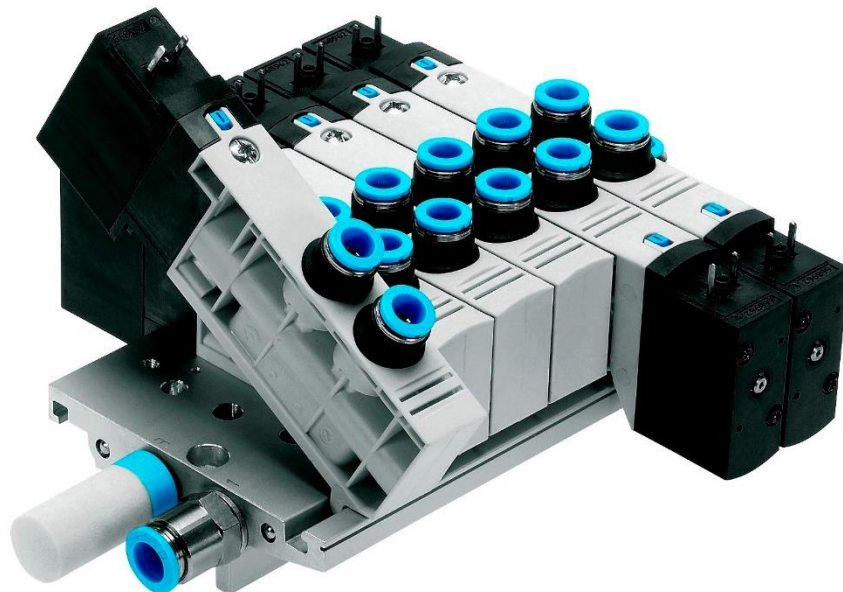
Los sensores de presión miden la presión de un gas o líquido

La presión puede ser generada por una ventiladora, una bomba o condensador, una caldera u otros medios.

### **3.8 ACTUADORES**

Vildosola (2015) afirma: "Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o "actuar" otro dispositivo mecánico".

#### **3.8.1 ELECTROVÁLVULAS**



**Ilustración 24: Electroválvulas Neumáticas**

Fuente: DirectIndustry

“Fuerza es el termino asignado a la interacción mecánica entre cuerpos. Una fuerza puede afectar tanto el movimiento como la deformación del cuerpo sobre el que actúa” (Pytel, 2012, p. 38).

Las electroválvulas o válvulas solenoides son dispositivos diseñados para controlar el flujo (ON-OFF) de un fluido. Están diseñadas para poder utilizarse con agua, gas, aire, gas combustible, vapor entre otros. Estas válvulas pueden ser de dos hasta cinco vías. Pueden estar fabricadas en latón, acero inoxidable o PVC. Dependiendo del fluido en el que se vayan a utilizar es el material de la válvula.

### 3.8.2 MOTORES DE INDUCCIÓN



**Ilustración 25: Motor de Inducción**

Fuente: DirectIndustry

Wildi, (2006). La curva de corriente-velocidad de un motor de inducción es una curva formada de V que tiene un valor mínimo la velocidad síncrona del motor. La corriente mínima es igual a la corriente magnetizaste.

El motor asíncrono o de inducción es un tipo de motor de corriente alterna en el que la corriente eléctrica del rotor necesaria para producir torsión es generada por inducción electromagnética del campo magnético de la bobina del estator. Por lo tanto un motor de inducción no requiere una conmutación mecánica aparte de su misma excitación o para todo o parte de la energía transferida del estator al rotor, como en los motores universales, motores DC y motores grandes síncronos.

Fraile Mora, (2008) Afirma:

La conexión en estrella se emplea cuando la maquina ha de conectarse a la tensión más elevada indicada en su placa de característica, utilizando la conexión en triangulo para la tensión más baja. (p. 291)

### 3.9 VARIADOR DE FRECUENCIA



**Ilustración 26: Variador de Frecuencia Siemens G120 PN**

Fuente: Siemens

Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA o micro drivers. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

### 3.10 SOFT STARTER



**Ilustración 27: Soft Starter Siemens**

Fuente: Youtube

Un arrancador suave o Soft Starter (en inglés), es un dispositivo electrónico que permite controlar el arranque y parada de motores de inducción, ayudando a proteger el motor y contribuyendo al ahorro de energía.

El arranque a plena tensión conlleva picos de tensión que pueden generar costes por sobrecarga de la red eléctrica y por los esfuerzos en los accionamientos mecánicos.

Los arrancadores suaves limitan la corriente y el par de arranque permitiendo ejercer un control de la tensión desde 0 hasta la nominal para el arranque y al revés para la parada. Regula el voltaje



de modo que el motor recibe primero una oleada de baja tensión, que va ascendiendo hasta que el motor empieza a girar, ahorrando en el desgaste y a menudo colaborando a que los componentes electrónicos duren más tiempo.

Mediante el control progresivo de la tensión de alimentación, se logra la adaptación del motor al comportamiento de la carga de la máquina accionada.

El arranque y parada suave cuida de los dispositivos y máquinas acopladas y proporciona un proceso productivo sin incidencias.

### 3.11 HMI



**Ilustración 28: HMI Siemens**

Fuente: RS Components

El Interfaz Hombre-Máquina (HMI) es el interfaz entre el proceso y los operarios; se trata básicamente de un panel de instrumentos del operario. Es la principal herramienta utilizada por operarios y supervisores de línea para coordinar y controlar procesos industriales y de fabricación. El HMI traduce variables de procesos complejos en información útil y procesable.

La función de los HMI consiste en mostrar información operativa en tiempo real y casi en tiempo real. Proporcionan gráficos de procesos visuales que aportan significado y contexto al estado del motor y de la válvula, niveles de depósitos y otros parámetros del proceso. Suministran información operativa al proceso, y permiten el controlar y la optimización al regular los objetivos de producción y de proceso.

Penin, (2007) Afirma: "Las herramientas de control y gestión de red deben utilizarse para identificar posibles amenazas a todos los niveles de red (ordenadores que quedan conectados después de la jornada de trabajo, líneas de comunicación accesibles fácilmente, conexiones mediante equipos remotos" (p.244).

### 3.12 SCADA

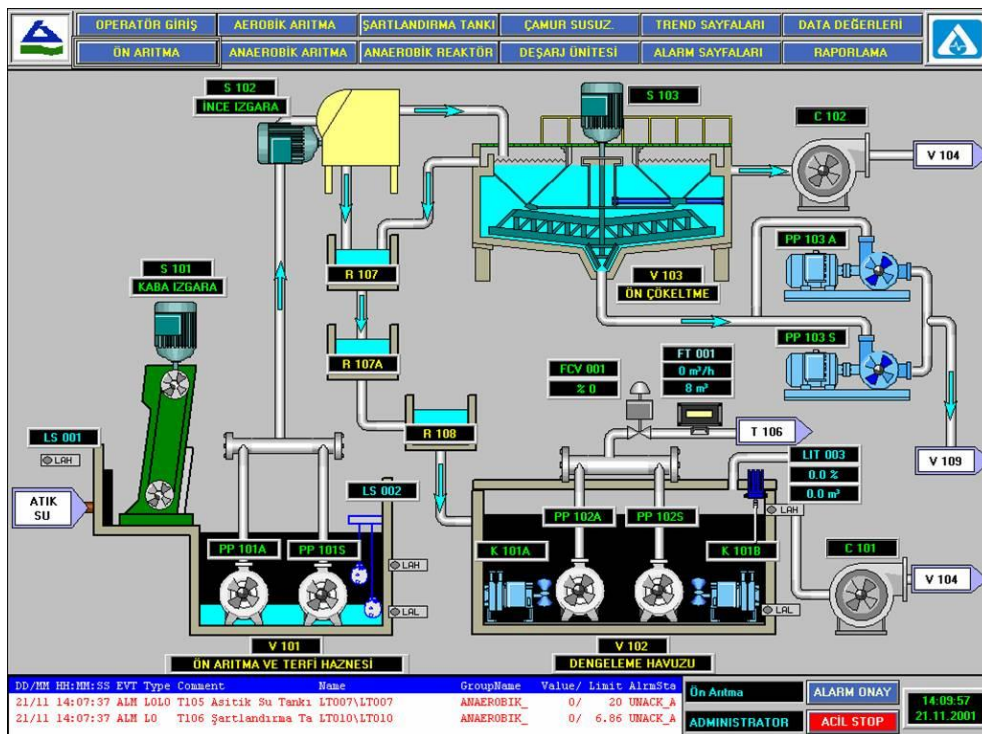


Ilustración 29: SCADA

Fuente: blogspot

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Es una aplicación software de control de producción, que se comunica con los dispositivos de campo y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Proporciona información del proceso a diversos usuarios: operadores, supervisores de control de calidad, supervisión, mantenimiento.

no es una tecnología concreta sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un "sistema" con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA. La aplicación puede estar un proceso de destilado petroquímico, un sistema de filtrado de agua, los compresores de un gasoducto o cualquier otra.

La automatización con SCADA es sencillamente un medio para llegar a un fin y no un fin por sí mismo. En última instancia, todos los negocios convergen en la necesidad de maximizar el rendimiento de los activos a través de la excelencia operativa. Para los fabricantes y para otras organizaciones industriales, seguir siendo competitivo significa encontrar constantemente caminos para que la planta funcione de forma más rápida y eficiente. Siempre existe la presión de aumentar la productividad, la eficiencia, la agilidad, la calidad y la rentabilidad, todo ello minimizando los costes.

Penin,(2007) Afirma: "Un monitor situado por debajo de la línea de visión permite una observación más relajada, los parpados se abren menos, hay menos evaporación, cuesta menos parpadear y los ojos se irritan menos" (p. 112).

El control directo lo realizan los controladores autónomos digitales y/o autómatas programables y están conectados a un ordenador que realiza las funciones de diálogo con el operador, tratamiento de la información y control de la producción, utilizando el SCADA.

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

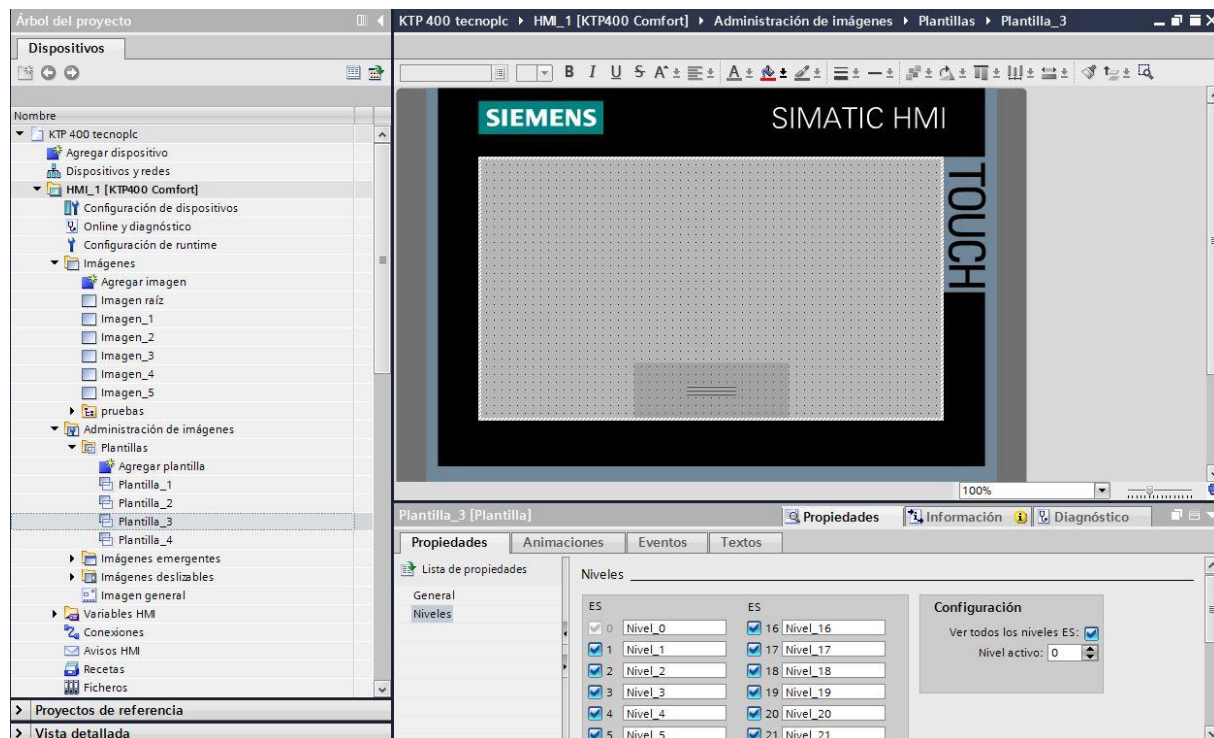
–Aimax, de Desin Instruments S.A.

–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.

### 3.12.1 WINCC



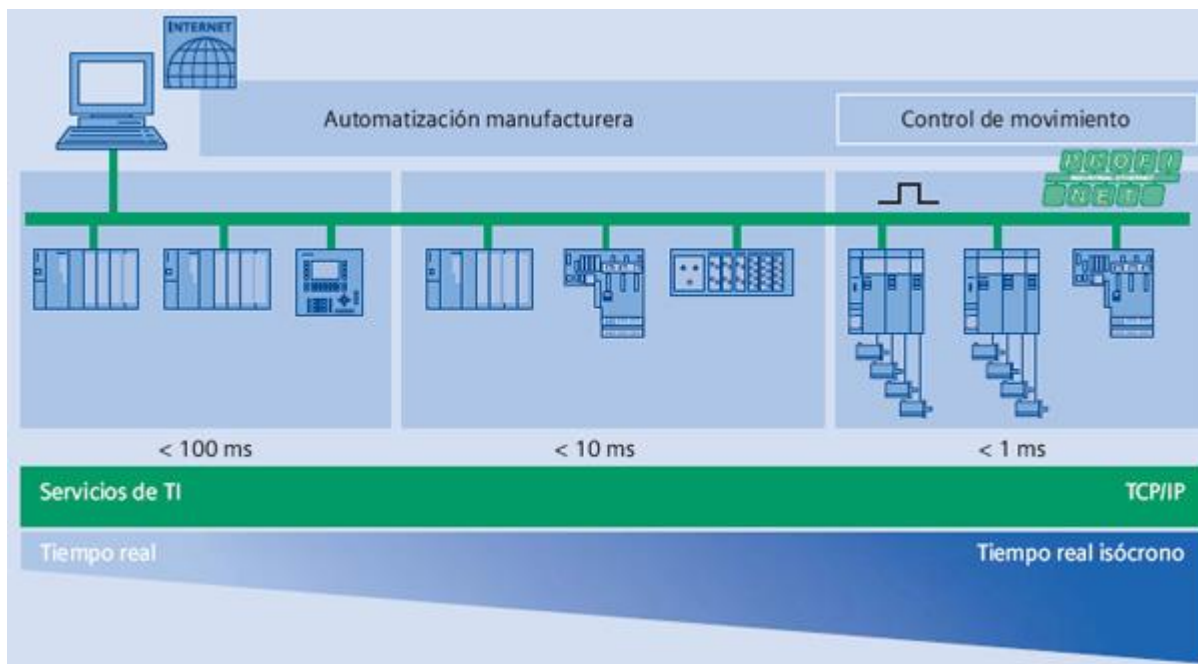
**Ilustración 30: WinCC**

Fuente: tecno plc

Penin, (2007) Afirma: “La ergonomía del software intenta resolver, o minimizar, los problemas debidos a las diferencias entre la lógica utilizada en el software y el razonamiento humano” (p.120).

SIMATIC WinCC es un sistema de visualización de procesos escalable y dotado de potentes funciones para la supervisión de procesos automatizados. WinCC aporta funcionalidad SCADA completa en Windows para todos los sectores, desde sistemas monopuesto hasta sistemas multipuesto distribuidos con servidores redundantes y soluciones para todos los lugares de la instalación con clientes web.

### 3.13 COMUNICACIÓN ATRAVÉS DE BUS DE CAMPO



**Ilustración 31: Campo de Bus Profinet**

Fuente: infoPLC

Penin, (2007) Afirma: "Los dispositivos con capacidad de ser terminales de bus se conectan al Bus Remoto. De esta manera se pueden crear ramificaciones del bus local con elementos de Entradas/Salidas, y unirlos al bus principal" (p. 302).

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

“Bus de campo” es el nombre de una familia de protocolos de red industriales utilizados para control distribuido en tiempo real, estandarizado como IEC 61158. Un sistema industrial complejo y automatizado — como las líneas de ensamble — usualmente requiere de un sistema de control distribuido — una organización jerárquica de controladores — para funcionar. En el nivel superior de esta jerarquía existe comúnmente una interfaz hombre-máquina (HMI), desde la cual el operador puede monitorear u operar el sistema. Ésta está típicamente ligada a una capa en los niveles medios de la jerarquía, constituida por controladores lógicos programables (PLC) a través de un sistema de comunicación que no es de tiempo crítico (por ejemplo, Ethernet). En el nivel más bajo de la cadena de control está el bus de campo que enlaza los PLCs a los componentes que realizan la tarea, como sensores, actuadores, motores eléctricos, luces de consola, interruptores, válvulas y contactores.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20 mA.

Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs/PACs, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus.

#### Tipos de Bus de campo

- AS-interface
- Ethernet POWERLINK
- Modbus
- Profibus
- Profinet

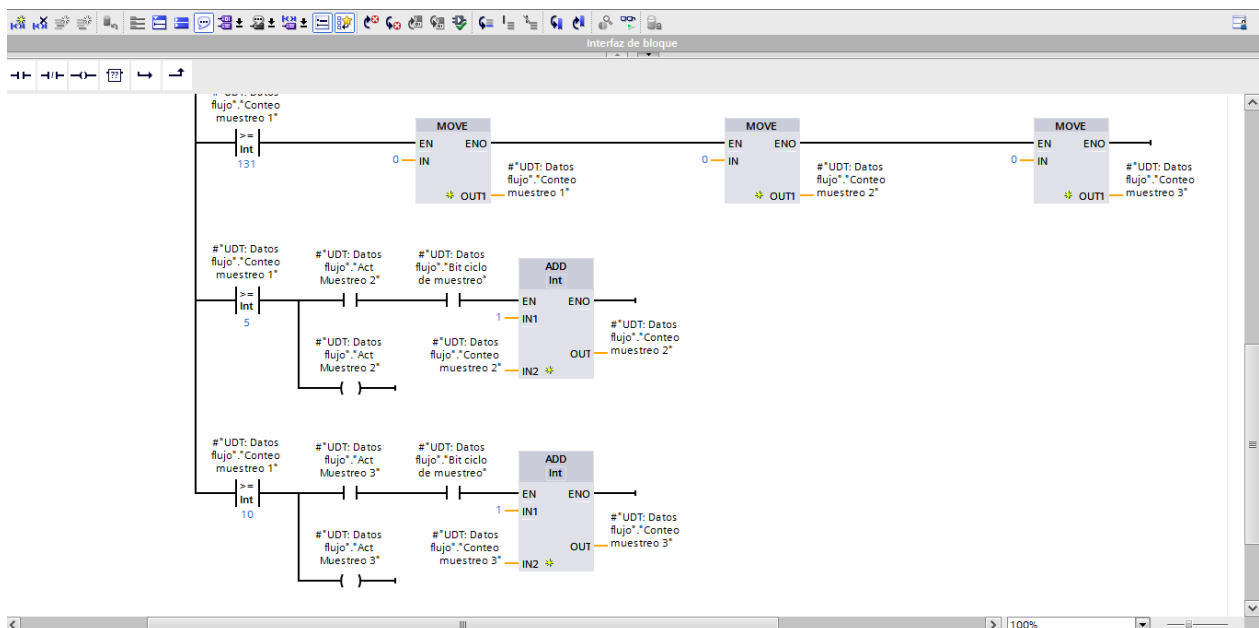
### 3.14 FORMULAS PARA CÁLCULOS

Para conseguir un rendimiento óptimo de las herramientas rotativas es muy importante trabajar con las r.p.m. adecuadas. Asimismo, por seguridad nunca se deben sobrepasar las r.p.m. máximas indicadas por el fabricante.

La fórmula para el cálculo de las r.p.m. es:

$$n = V / (d \times \pi)$$

Se utilizo un cálculo de pérdida de peso por flujo en la programación para la dosificación de los lípidos



**Ilustración 32: Calculo Lípidos**

Fuente: Elaboración propia

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**

Estas se pueden dividir en independientes y dependientes. La variable que manipula el experimentador recibe el nombre de variable independiente. El objeto, proceso o característica a estudiar y que modifica su estado con la modificación de la variable independiente se llama variable dependiente. (Echegoyen Olleta, 2012)

#### 4.1.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

- Peso
- Temperatura
- Tipo de producto

#### 4.1.2 VARIABLES DEPENDIENTES

- Cantidad de materia prima
- Acondicionamiento de los pellets
- Tiempo de proceso

### **4.2 ENFOQUE Y MÉTODOS**

El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, en una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema, o para responder a preguntas de investigación de un planteamiento del problema. (Tashakkori y Teddlie, 2003)

Durante el transcurso del proyecto se obtuvo la necesidad de implementar técnicas tanto cuantitativas como cualitativas. La técnica cuantitativa nos fue de mucha utilidad debido a la calibración de los módulos de pesaje ya que usábamos pesas patrón para su programación. De igual manera en las recetas que nos brindó la empresa, las cuales llevan una dosificación medida y calculada de alta precisión. La cual requiere varios cálculos de peso basados en las lecturas que



nos brindan las balanzas localizadas en cada tolva de distintos procesos a realizar para poder llevarlo todo controlado dentro de la programación.

La implementación de la técnica cualitativa también realizo en el proyecto en el momento de puesta en marcha de distintas etapas del proceso en las que conlleva a regulación de sensibilidad de los sensores, factores que no son medibles.

### **4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Haciendo uso de la técnica de la entrevista y estudio de mercado se pudo averiguar algunos datos estadísticos de la venta de alimentos para camarones y pescados en Centroamérica. Actualmente, la empresa provee su producto a distintos países del continente americano. En los cuales la demanda de los alimentos son altos.

Con la nueva planta de alimentos balanceados se podrá dar abasto y poder entregar su producto con menor tiempo de espera para sus clientes y obteniendo un menor costo de transporte.

Según el estudio del mercado realizado por la empresa en unos pocos años agrandaran la planta para una mejor producción y poder satisfacer de una manera más solvente el mercado.

### **4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS**

En lo referente a las técnicas de investigación, se puede manifestar que, son las diferentes formas en que una investigación puede llevarse a cabo. Es el conjunto de instrumentos y medios a través de los cual se efectúa el método y solo se aplica a una ciencia. (Ferrer, 2010)

En esta sección, se detallarán las técnicas utilizadas para recopilar la información necesaria para cumplir con los objetivos de la investigación. Las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

- Simulación
- Verificación de Señales
- La entrevista

En el sentido del investigador es la experiencia, o el proceso de mirar detenidamente, o sea, en sentido amplio, el experimento. (Manuel Ildelfonso Ruiz, 2012)

La simulación fue nuestra herramienta principal durante el desarrollo del proyecto. Cada programación realizada se iba comprobando su funcionamiento en el Simulador de Siemens PLCSIM. Para luego de tener todo el programa realizado poder cargarlo en los PLC y hacer ajustes necesarios para un funcionamiento óptimo de la maquinaria.

Durante la puesta en marcha se necesitó realizar la verificación de las señales para corroborar que todos los cableados realizados por los contratistas en la planta estuviesen correctos.

Avilez M (2009) dice que "Las entrevistas se utilizan para recabar información en forma verbal, a través de preguntas que propone el analista".

#### **4.5 MATERIALES**

Pérez Porto y Gardey (2010) afirman "Los recursos materiales, en definitiva, son los medios físicos y concretos que ayudan a conseguir algún objetivo".

Para la elaboración del panel de control de la planta de alimentos se encuentran los siguientes:

- PLC Siemens 1515
- PLC Siemens 1516
- Switch de comunicación Siemens con 16 puertos de red
- Fuente Siemens 24VDC de 10A
- 2 Fuente Siemens 24VDC para PLC 1500
- Interruptor termomagnético Siemens de dos polos
- Porta fusible Siemens
- Panel Central Siemens
- Canaleta
- 23 borneras Omron
- 4 puentes Omron

- 2 separadores de borneras
- Riel Din
- 2 rieles para PLC 1500
- Cableado eléctrico numero 16
- Cable Profinet
- Toma 110v para riel din

#### **4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Son todos los recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia. (Maria Silvestrini y Jacqueline Vargas 2008)

Las fuentes de información como manuales, guías o ejemplos son de extrema importancia al momento de realizar un proyecto ya que con cada uno de ellos podemos entender de qué manera funciona cada máquina o cada dispositivo a ser controlado. Tomando datos del fabricante como parámetros de operación para activar distintas funciones dentro de cada modo de operación del dispositivo.

Fuente utilizadas para realizar el proyecto:

- Manual de Tia Portal (configuración del PLC, modulo y periferias)
- Manual de Variador de Frecuencia G120 Siemens
- Manual de SIWAREX (control de peso)

**4.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

| Actividad   | Semana |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|
|   | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
| Visita Técnica                                    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Cotizaciones                                      |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Estudio de filosofías brindadas por empresa       |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Fabricación de panel de control                   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Instalación de panel                              |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Comunicación de Variadores de frecuencia PN       |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Programación de Pesajes                           |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Configuración de SIWAREX                          |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| SCADA Motores de área de dosificación             |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Investigación de Uso de bloques para Programación |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Implementación de bloques                         |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Programación y pantallas de variadores            |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| Puesta en marcha                                  |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |

**Tabla 3: Cronograma de Actividades**

Fuente: Elaboración propia

## V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 5.1 DISEÑO DE PANEL DE CONTROL

La empresa de alimentos solicitó la elaboración de la programación de la planta, SCADA y el panel de control, el cual se realizó de la manera en que la empresa lo solicitó. En la elaboración del panel de control se utilizaron dos PLC Siemens S7-1500 los cuales son el cerebro de toda la planta y controlan cada proceso a realizar.



**Ilustración 33: PLC Siemens S-7 1500**

Fuente: TIA

Interruptor termomagnético de dos polos marca Siemens de 10A utilizado para proteger la fuente 24VDC de los 110 VAC



**Ilustración 34: Interruptor 10A**

Fuente: MLV

Switch de comunicación Siemens con 16 puertos de red el cual es utilizado para comunicarse con todas las periferias alrededor de la planta



**Ilustración 35: Switch Siemens 16 puertos**

Fuente: Siemens

Fuente Siemens 24VDC de 10A quien energiza el Switch de comunicación



**Ilustración 36: Fuente Siemens SITOP 24VDC**

Fuente: MLA

Se utilizaron dos fuentes para energizar Los PLC1500



**Ilustración 37:Fuente 24VDC para S-7 1500**

Fuente: ReloPro

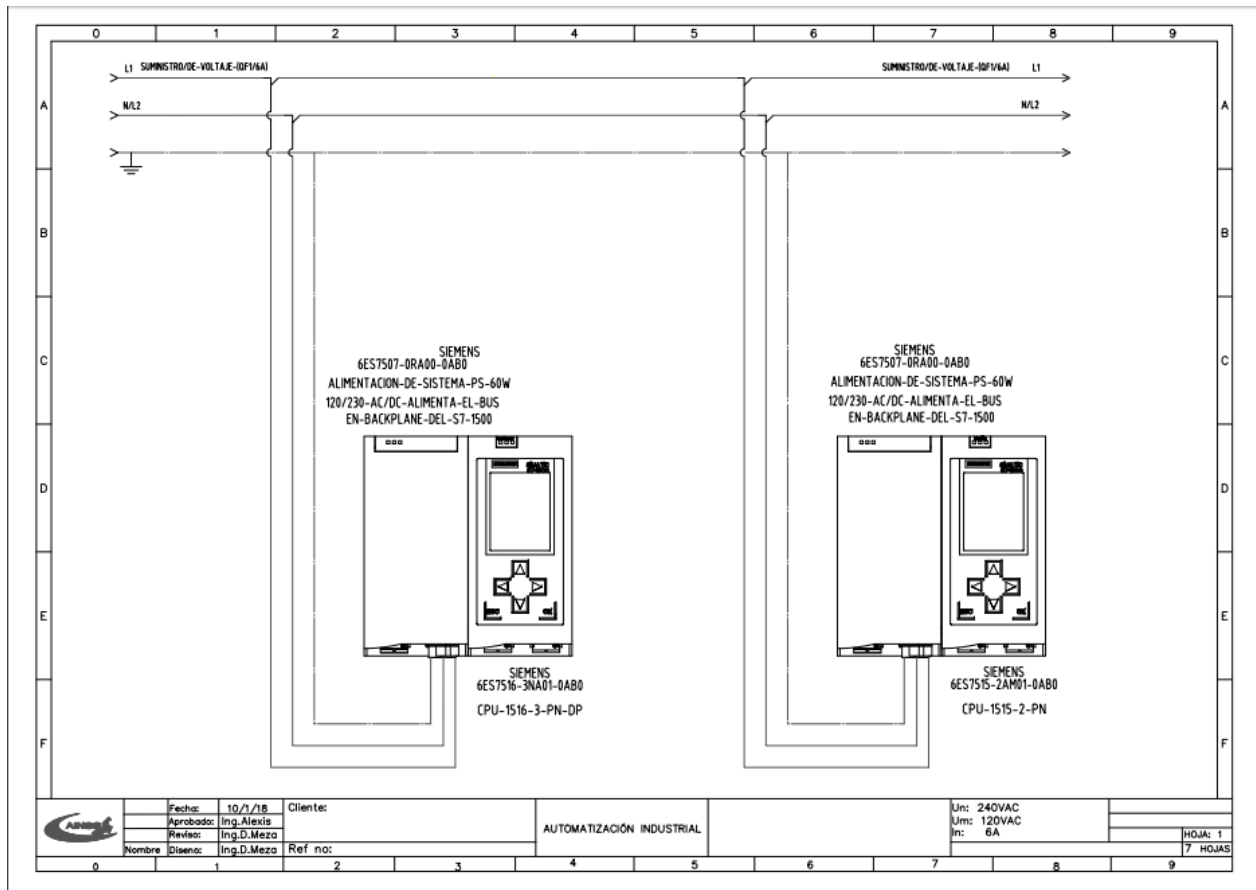
Protección utilizada para Switch de Fuente 24VDC



**Ilustración 38: Portafusibles Siemens**

Fuente: IE

# Planos de alimentación PLC S7-1500

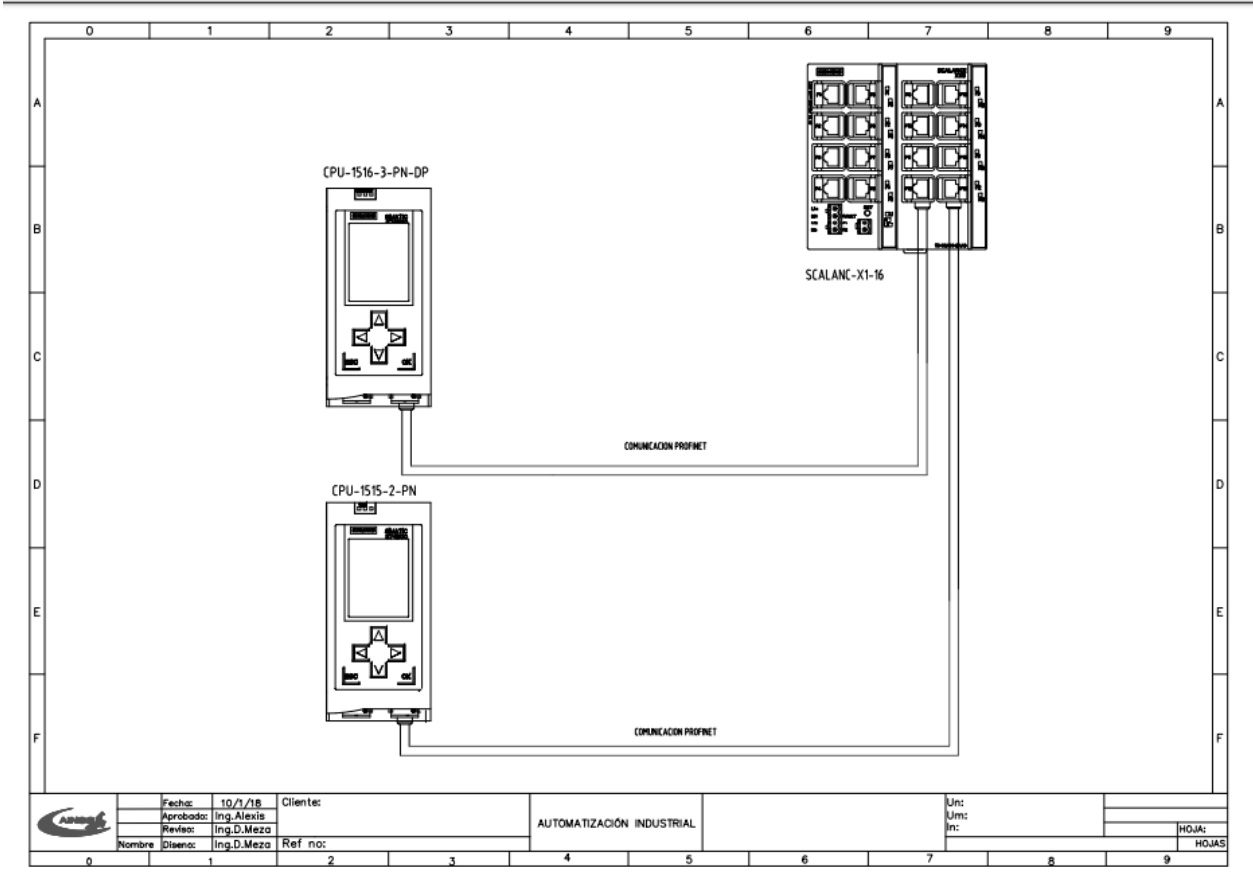


**Ilustración 39: Alimentación S7-1500**

Fuente: AINSA



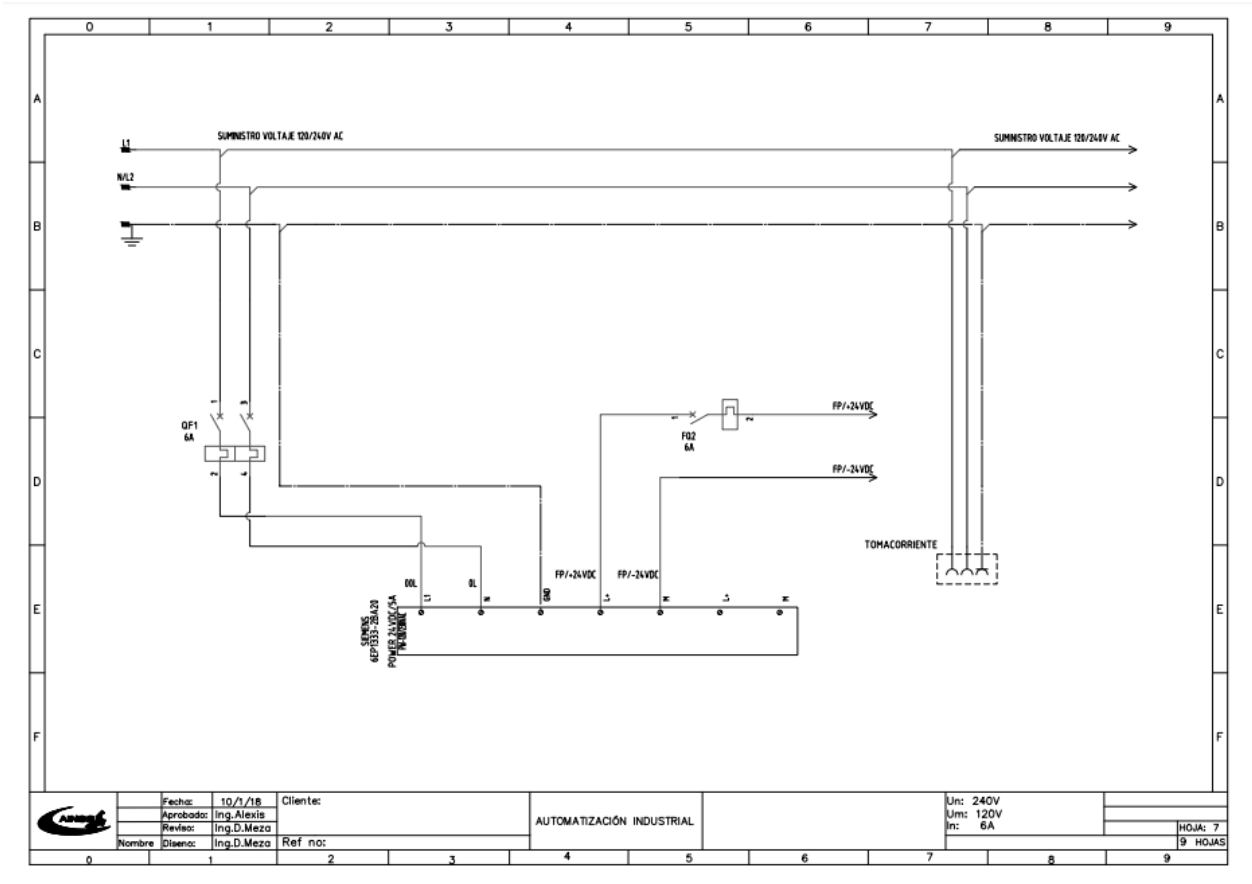
Plano de comunicación en red Profinet



**Ilustración 40: Comunicación Profinet**

Fuente: AINSA

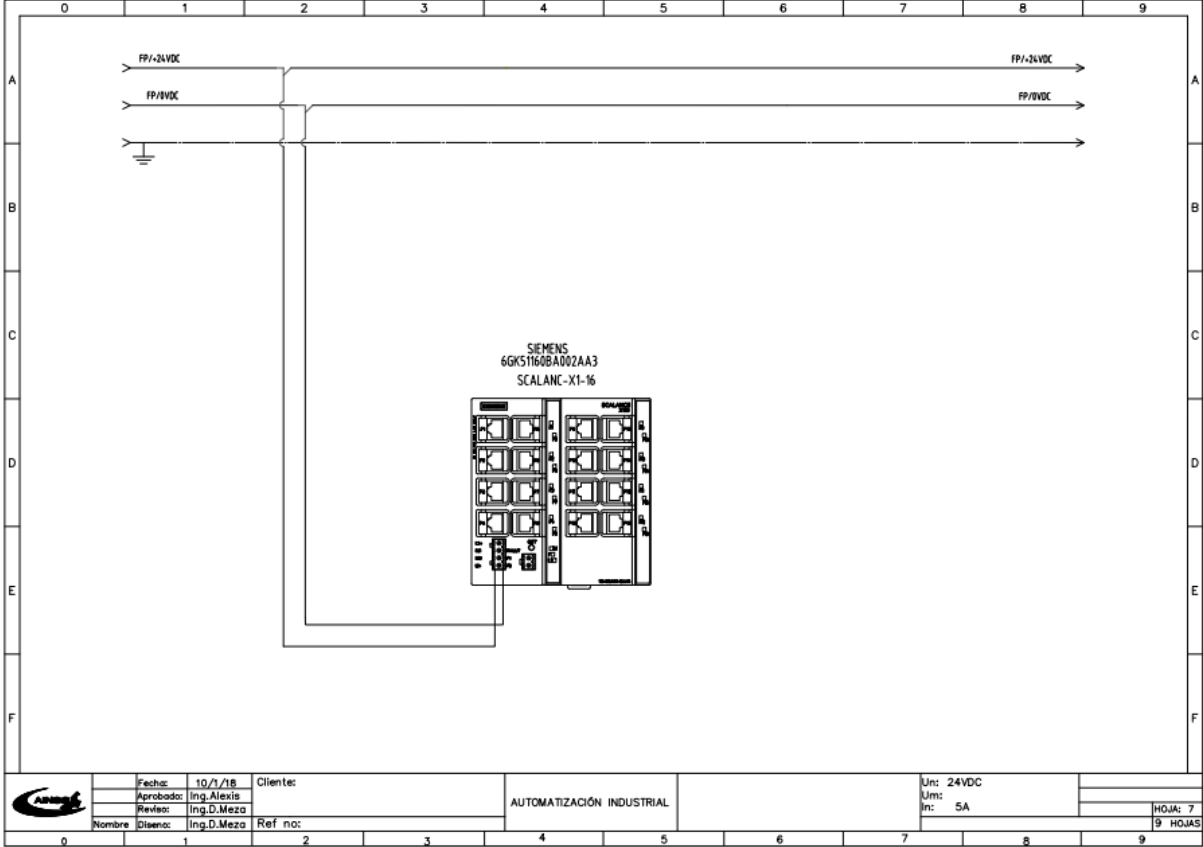
# Alimentación de Fuente Siemens



**Ilustración 41 :Alimentación de Fuente**

Fuente: AINSA

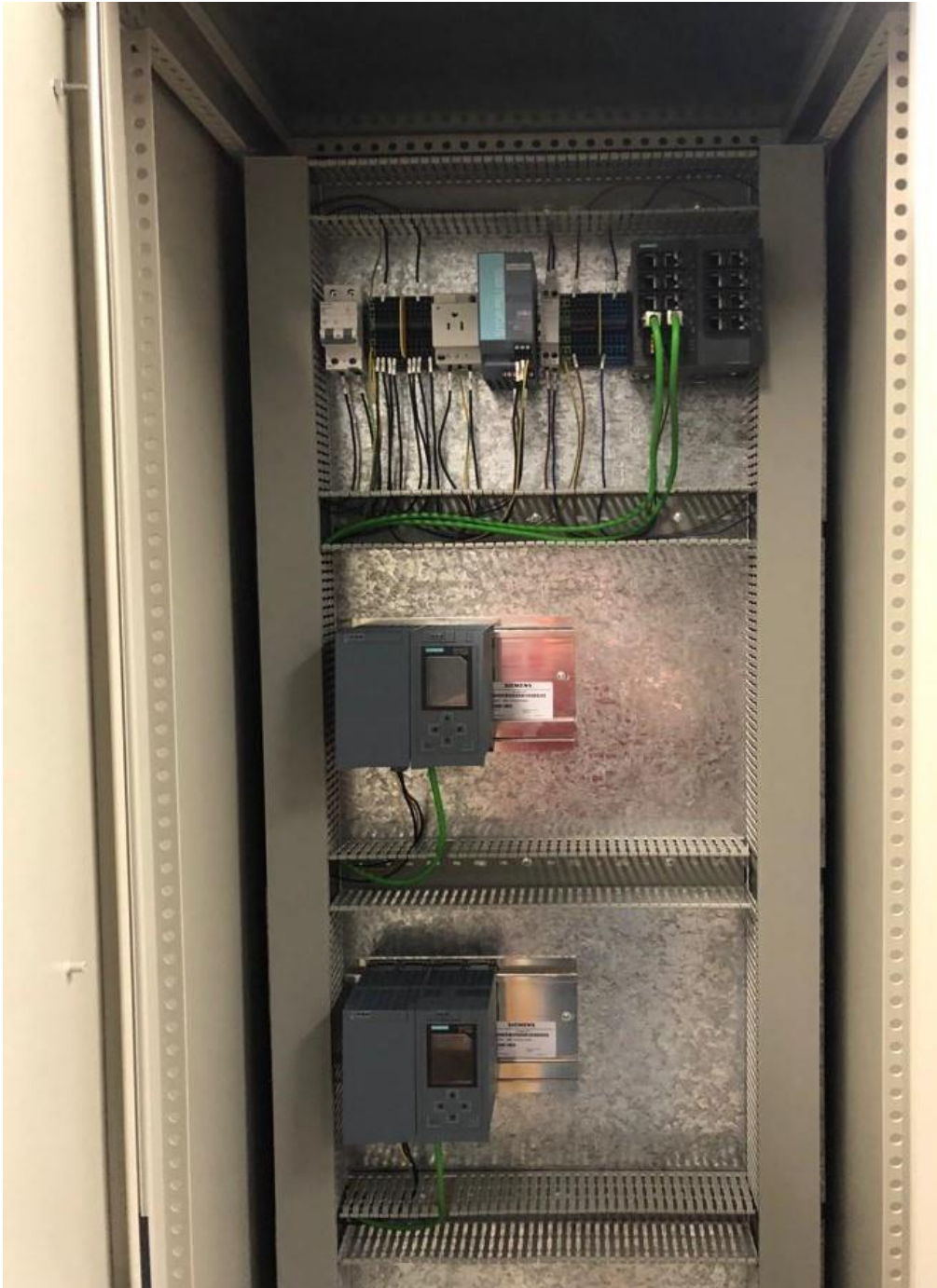
# Alimentación de Switch Siemens



**Ilustración 42: Alimentación Switch Siemens**

Fuente: AINSA

Panel de control donde se encuentran los cerebros de toda la planta y sus puertos de comunicación hacia las periferias.



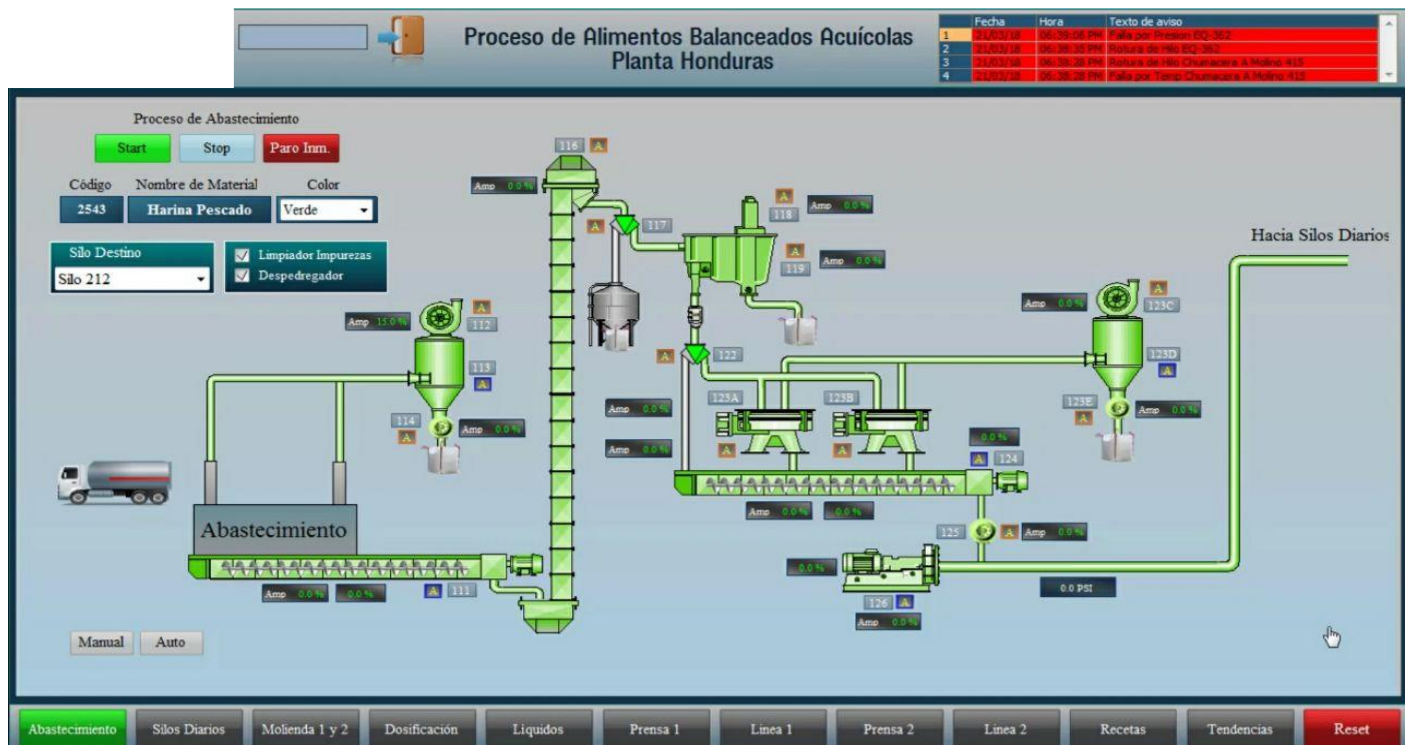
**Ilustración 43: Panel de Control**

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 DISEÑO DEL SCADA

En cada etapa del proceso que lleva la planta de alimentos balanceados se solicitó realizar un SCADA de todo el sistema y representando cuando un actuador ya sea motor, pistón, electroválvula este accionada, si está apagada, o representa algún tipo de falla.

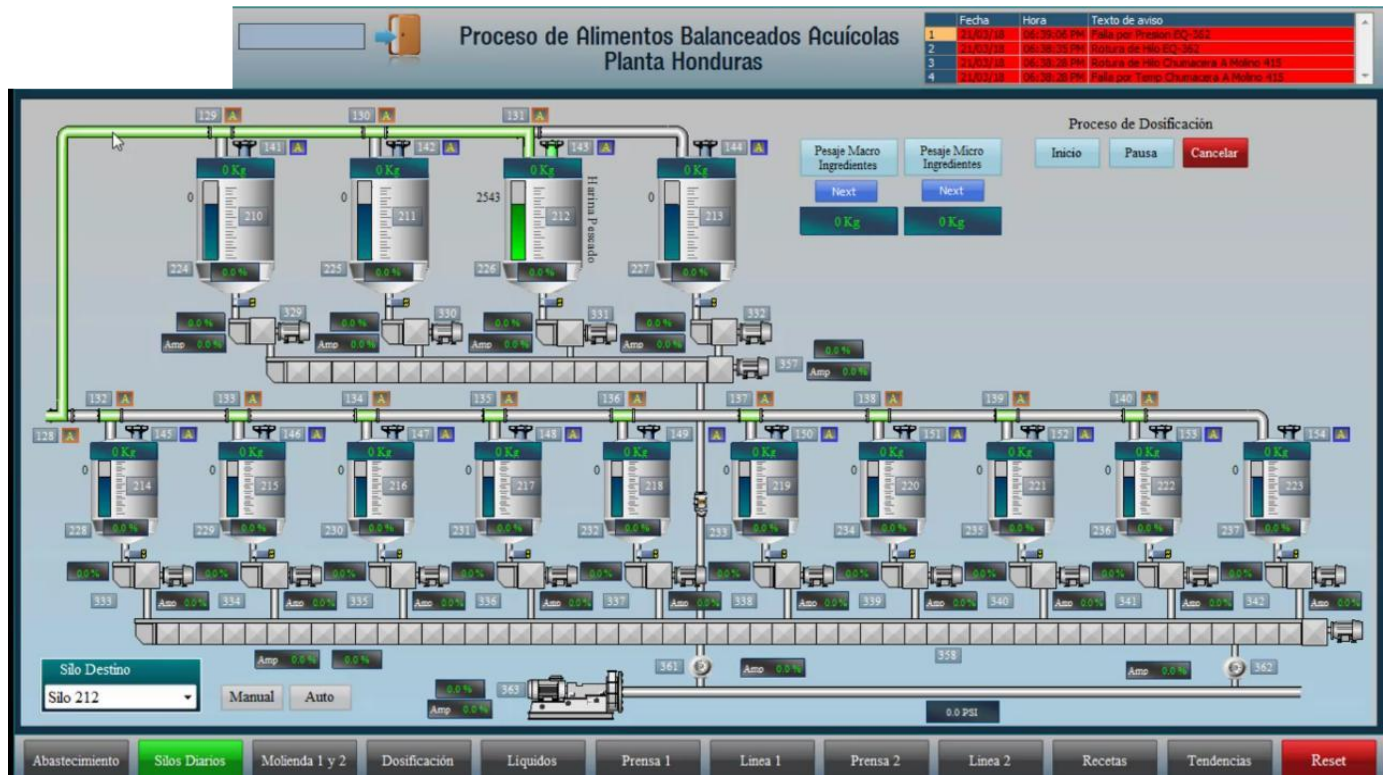
### 5.2.1 ABASTECIMIENTO



**Ilustración 44: SCADA Abastecimiento**

Fuente: Elaboración propia

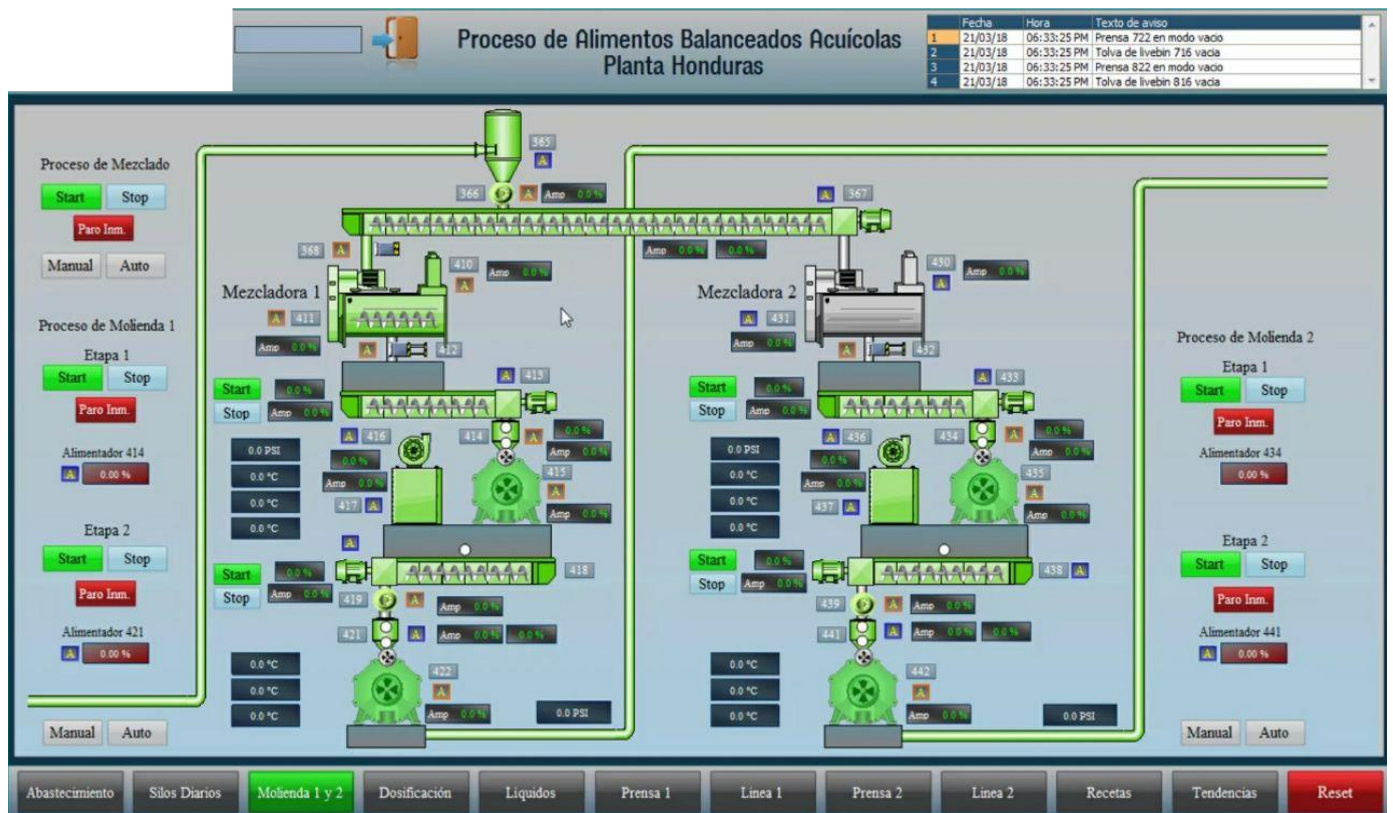
## 5.2.2 SILOS DIARIOS



**Ilustración 45: Silos Diarios**

Fuente: Elaboración propia

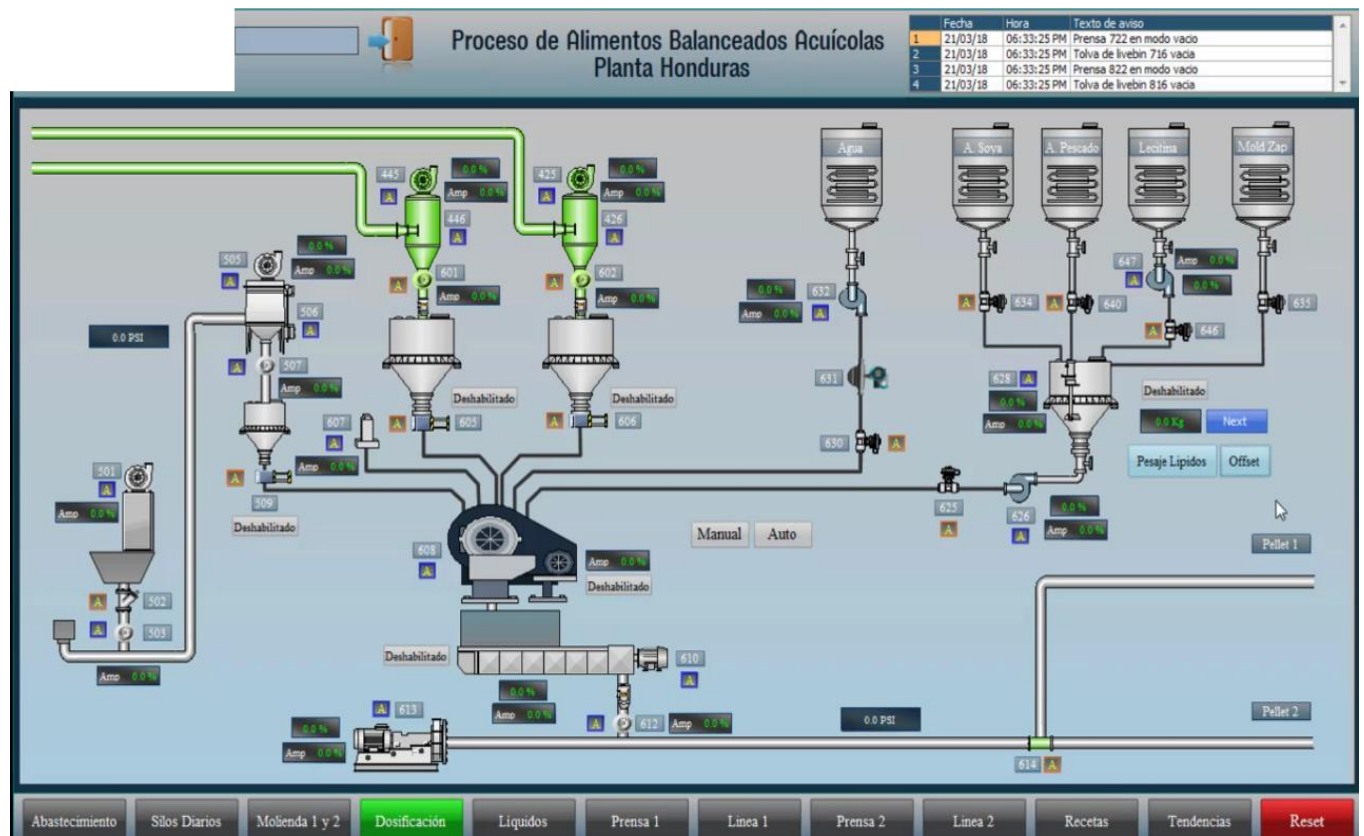
### 5.2.3 MOLIENDA 1 Y 2



**Ilustración 46: Molienda 1 y 2**

Fuente: Elaboración propia

## 5.2.4 DOSIFICACIÓN

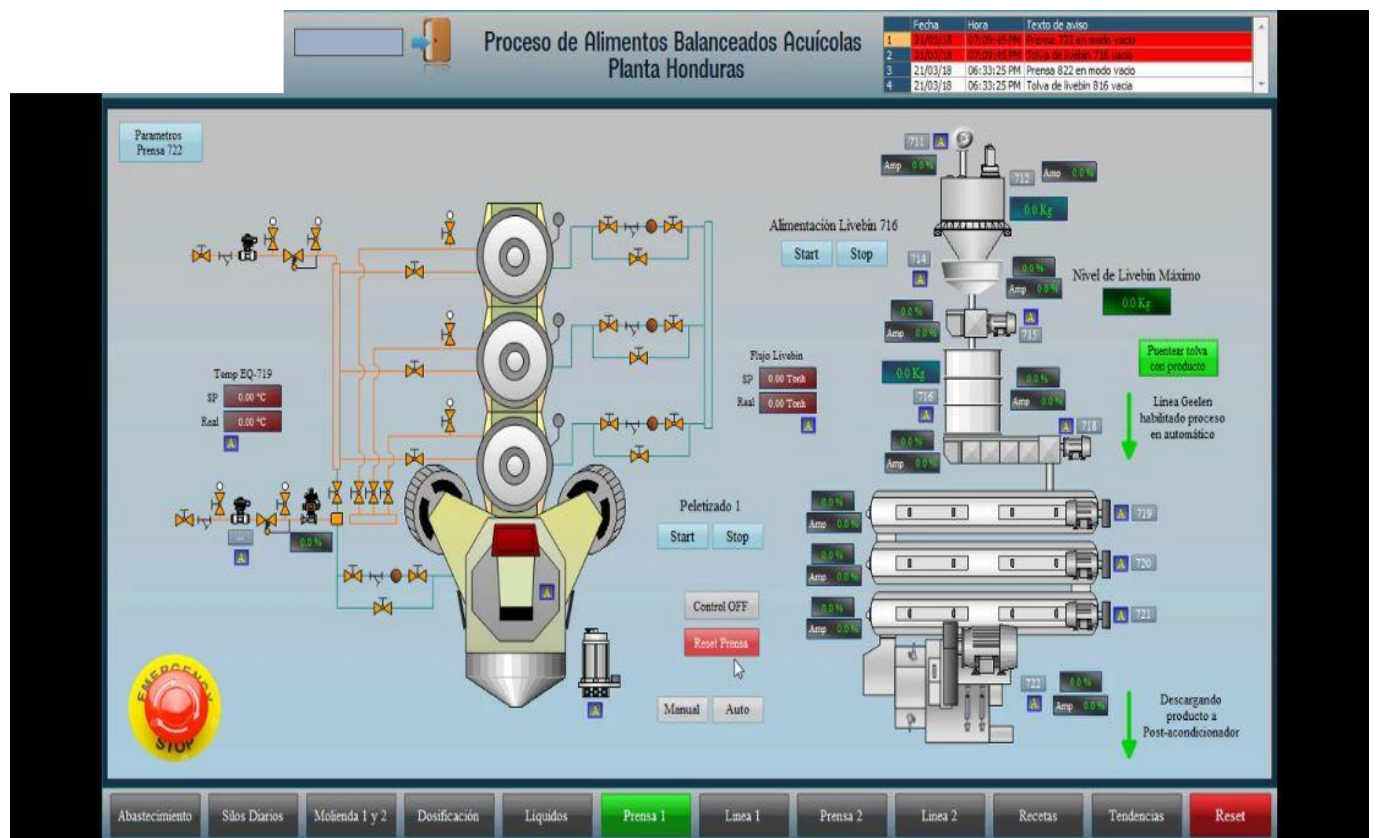


**Ilustración 47: Dosificación**

Fuente: Elaboración propia



## 5.2.5 PRENSA



**Ilustración 48: Prensa**

Fuente: Elaboración propia

## 5.2.6 LÍNEA

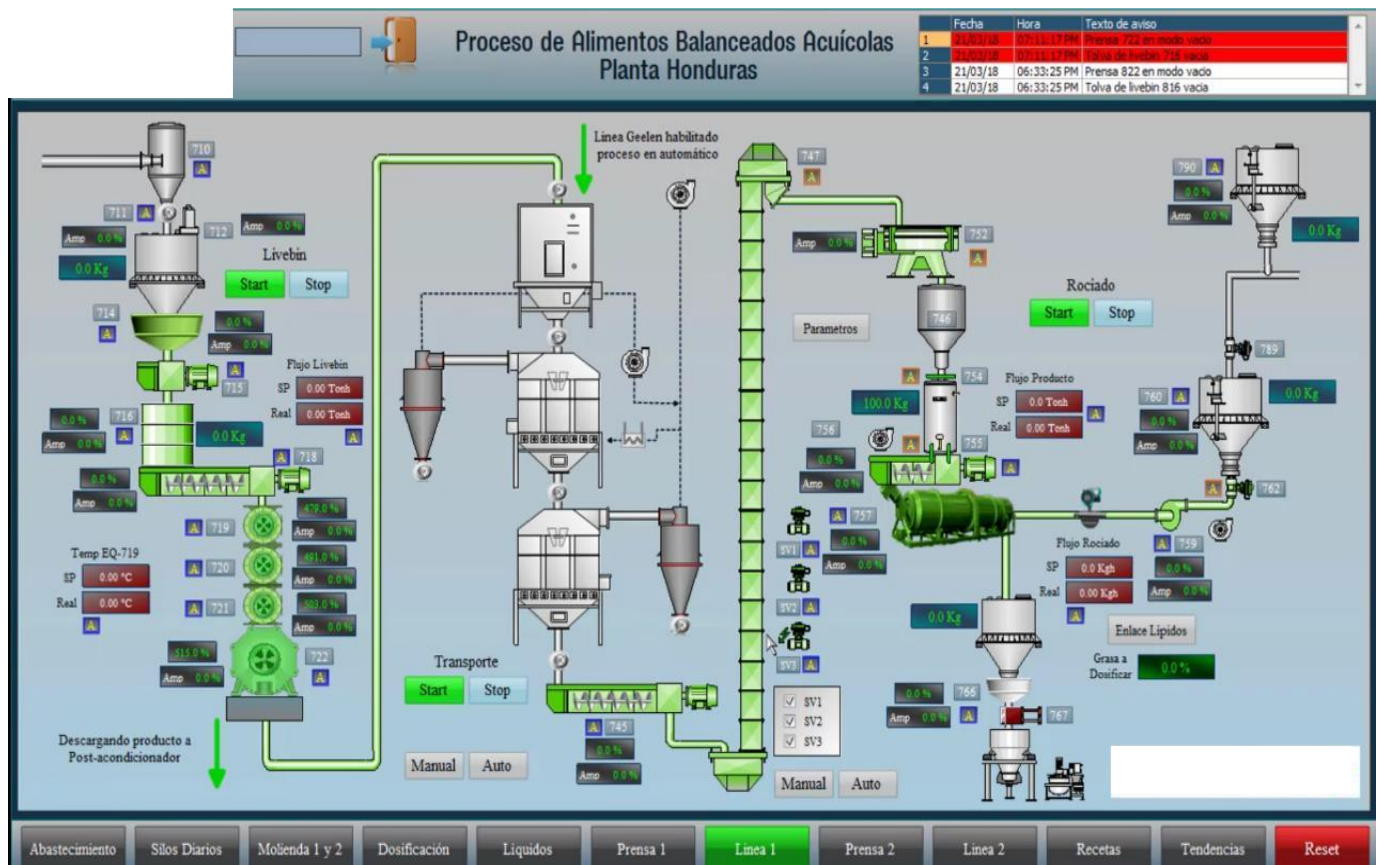
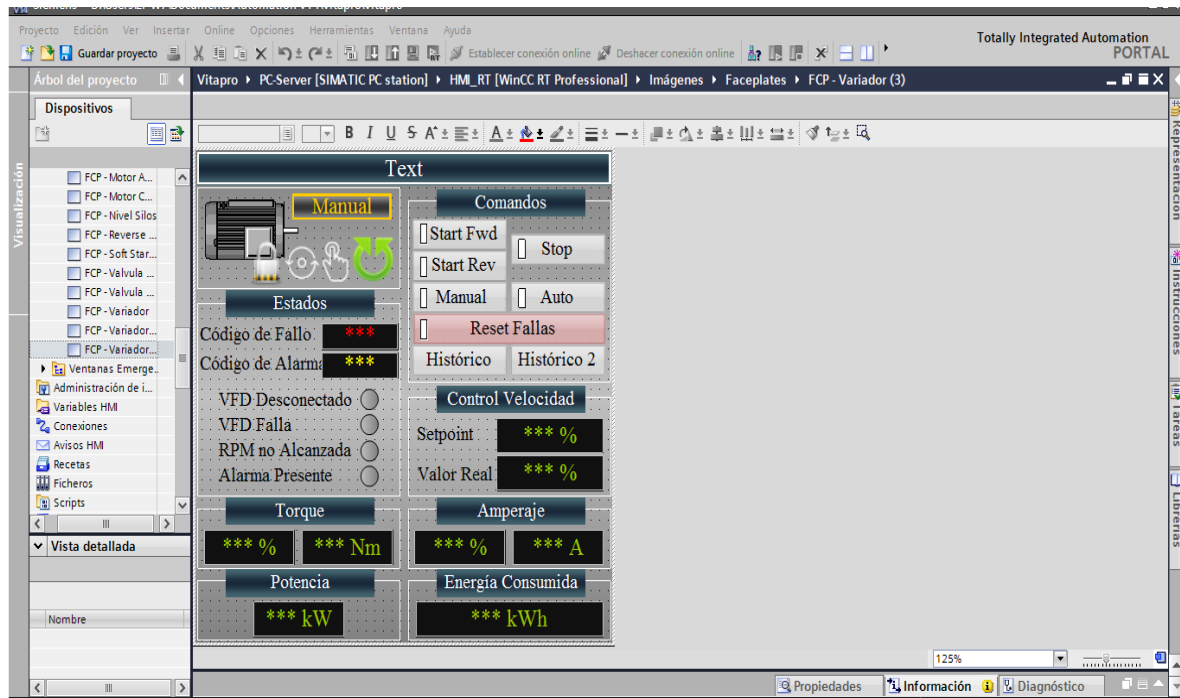


Ilustración 49: Línea

Fuente: Elaboración propia

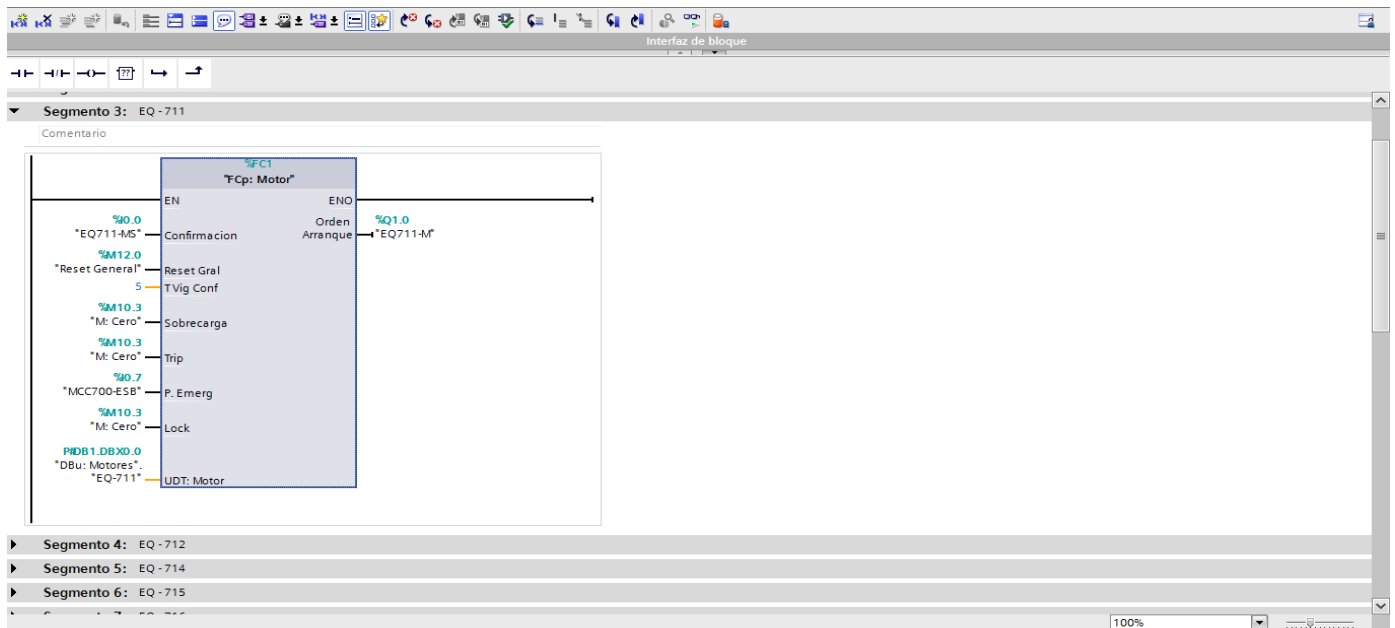
### 5.2.3 FACEPLATE VARIADORES DE FRECUENCIA

En la pantalla emergente de cada motor se podrá controlar cada movimiento por realizar. Se podrá visualizar su activación, desactivación, tipo de fallo, alarma. La Empresa solicitó tener un setpoint de velocidad en la cual el operador la puede elegir y visualizar si cumplió con su orden. Se podrá visualizar corriente, torque, potencia y potencia consumida por cada motor.



**Ilustración 50: Faceplate Variadores de Frecuencia**

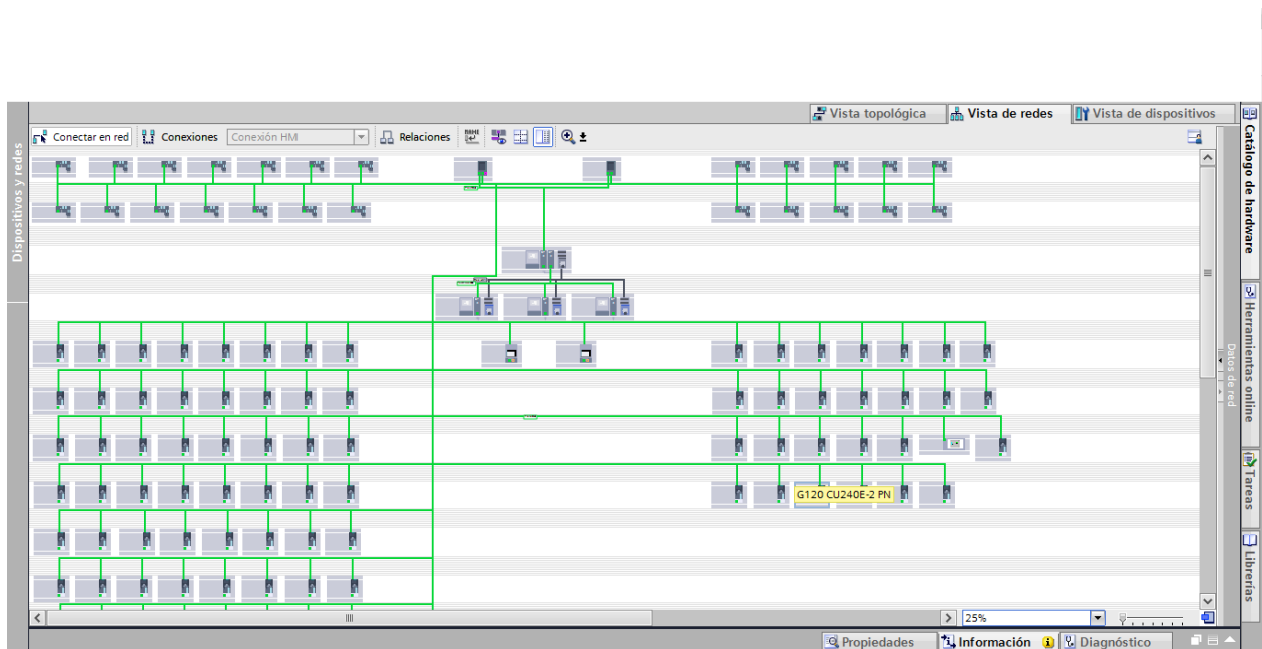
Fuente: Elaboración propia



**Ilustración 51: Bloque variador**

Fuente: Elaboración propia

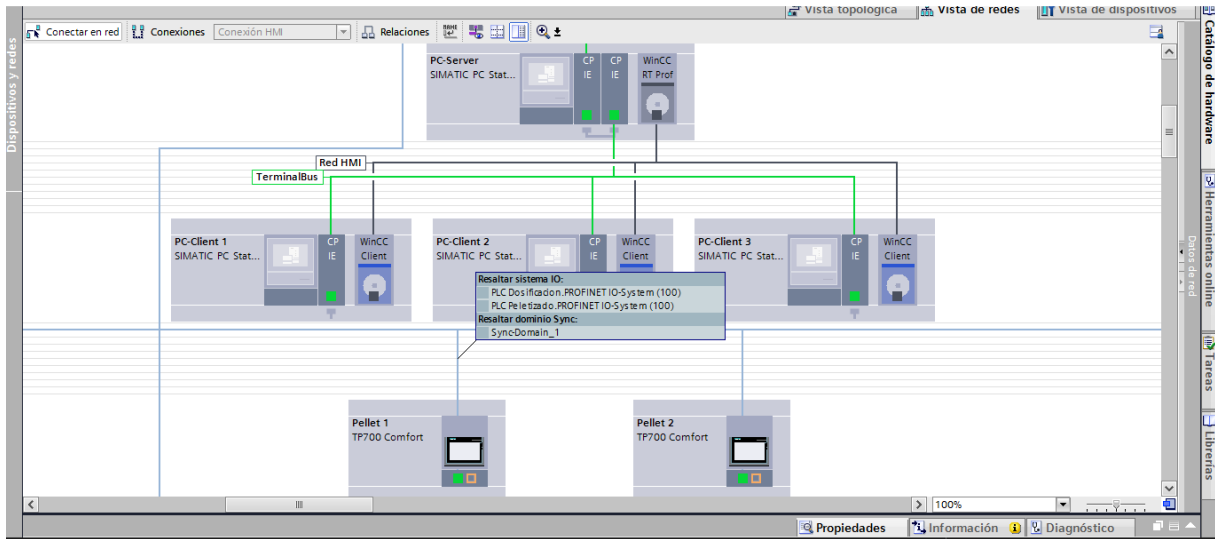
### 5.3 DISEÑO DE RED



**Ilustración 52: Red**

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.1 PC CLIENTE

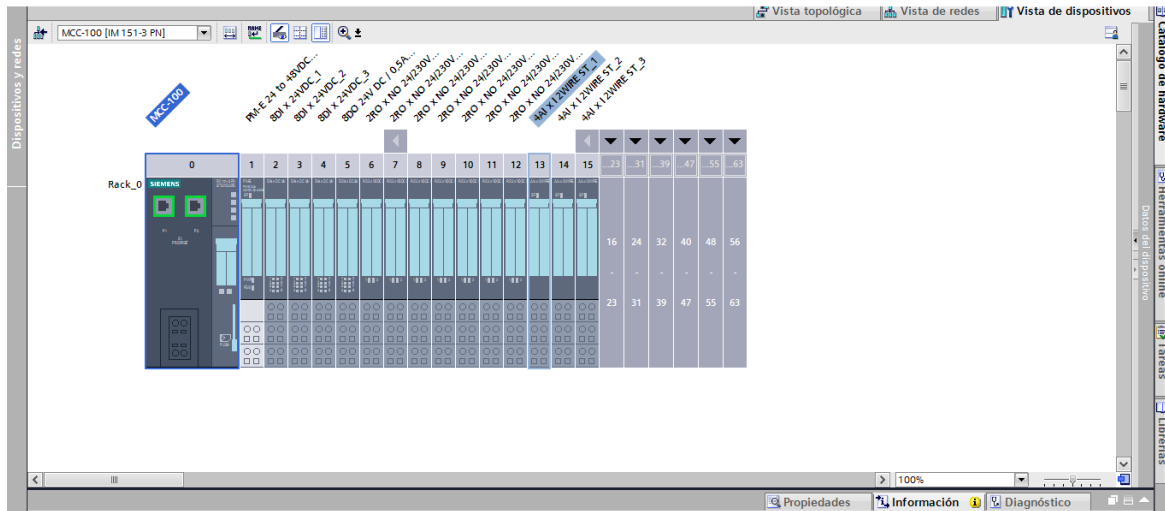


**Ilustración 53: PC Cliente**

Fuente: Elaboración propia

## 5.4 PERIFERIAS

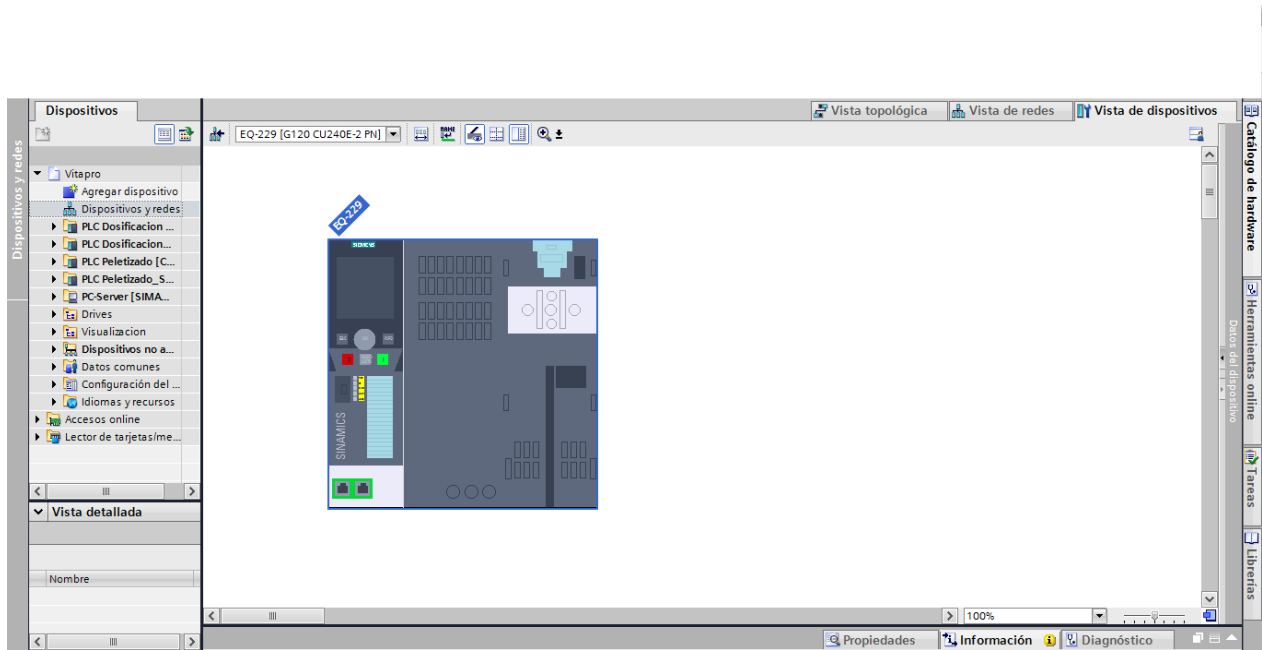
### 5.4.1 ET-200



**Ilustración 54: Periferia**

Fuente: Elaboración propia

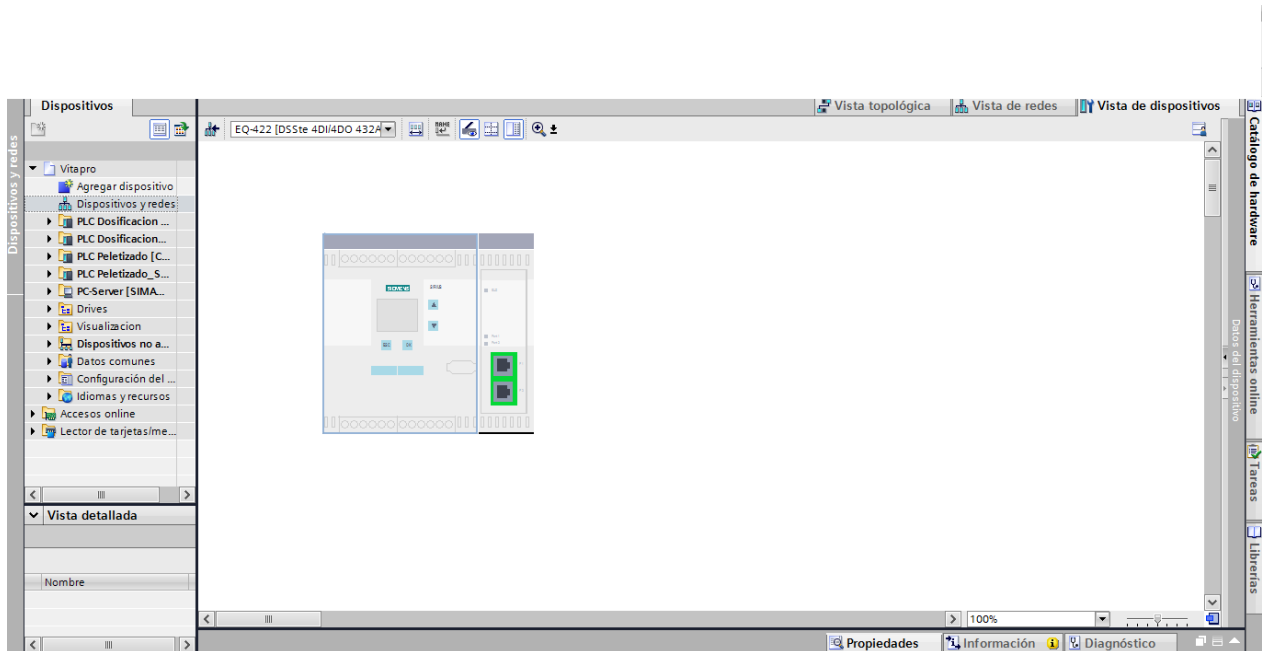
## 5.4.2 VARIADOR DE FRECUENCIA



**Ilustración 55: Variador de Frecuencia**

Fuente: Elaboración propia

## 5.4.3 SOFT STARTER



**Ilustración 56: Soft Starter**

Fuente: Elaboración propia

5.4.4 PRESUPUESTO

El presupuesto está dado por los componentes usados para la implementación de los PC Clientes, el SCADA, Licencias de Siemens, Programación y Panel de control con PLCs y Fuente

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| VIDEO WALL Y PCs      | 1,800,000 LPS        |
| LICENCIAS Y SOFTWARES | 1,500,000 LPS        |
| PROGRAMACIÓN Y SCADA  | 700,000 LPS          |
| PANEL DE CONTROL      | 430,000 LPS          |
| <b>TOTAL</b>          | <b>4,430,000 LPS</b> |

**Tabla 4: Presupuestos**

Fuente: Elaboración Propia

## **VI. CONCLUSIONES**

Ramírez Vilega (2015) afirma: "Las conclusiones de un trabajo son una sección o capítulo final, de reducidas dimensiones, donde el autor trata de sintetizar todo lo hasta allí expuesto de modo tal que resulten destacados los aspectos más importantes del desarrollo anterior".

- Se establecieron parámetros y configuraciones en su totalidad a variadores de Velocidad, Soft Starter, balanzas y módulos de pesaje
- Se organizó y desarrolló la programación de los procesos de dosificación de líquidos y línea de pelletizado, actualmente se está realizando puesta en marcha y ajustes para la automatización
- Se estableció en su totalidad la parte Hardware y Software, sistemas SCADAS clientes y servidores redundantes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **Para la empresa:**

- Diseñar un sistema de mantenimiento a toda la maquinaria para prolongar la vida útil de los mismos.
- Aumentar la cantidad de personal que tienen en el área de automatización para poder encontrar soluciones a los proyectos de manera más rápida.

### **Para la universidad:**

- Mejorar en áreas de programación
- Disponer de mayor instrumentación para practica en laboratorios
- Talleres de Seguridad Industrial



## **VIII. TRABAJO FUTURO**

Las plantas de alimentos balanceados usualmente requieren de un periodo extenso para finalización. Debido a esto, no se ha podido finalizar la puesta en marcha de la planta

La instrumentación propuesta actualmente sigue en trabajo en la planta. Se encuentran varios procesos y sensores sin ser calibrados para que su lectura sea correcta.

En panel de control ya fue entregado e instalado de manera éxitos. Variadores de frecuencia y Soft starters parametrizados y direccionados.

La programación y SCADA de la planta actualmente se encuentra en puesta en marcha debido a que es un proceso extenso y tomando en cuenta los ajustes a realizar en distintas etapas del proceso para una mejor calibración.

## BIBLIOGRAFÍA

- Rodríguez, M (2013): *Diferencia entre relés y contactores* obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/diferencia-reles-contactores/>
- Juan, C (2011): *Gestión de Procesos* (4. ed) Santiago, Chile
- Penin, A. R. (2007). *Sistemas SCADA* (2.<sup>a</sup> ed.). Barcelona, España: Marcombo, Ediciones Técnicas.
- Wildi, T. (2006). *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia* (6.<sup>a</sup> ed.). México: Pearson Education. Recuperado a partir de <https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=17>
- Pytel, A. (2012). *Ingeniería Mecánica Estática* (3.<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning Editores. Recuperado a partir de <https://bibliotecavirtual.cengage.com/books/236-ingenieria-mecanica-estatica>.
- Fraile Mora, J. (2008). *Máquinas eléctricas* (6a. ed.). Madrid, SPAIN: McGraw-Hill España. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/colecciones/detail.action?docID=3195345>
- Daneri, P. A. (2008). *PLC: automatización y control industrial*. Buenos Aires, ARGENTINA: Editorial Hispano Americana HASA. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/colecciones/detail.action?docID=3183744>
- Prieto, P. (2009): *Monográfico: Lenguajes de programación, Principios básicos de PLC* obtenido de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>
- Juan J., TIA (2014), CPU S7-1500 <http://www.totallyintegratedautomation.com/2014/07/cpu-1515-2-pn-cpu-1518-4-pndp-simatic-s7-1500-controller-family-now-available-2/>
- Siemens, ET-200

[http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores\\_modulares/controlador\\_distribuido/et200/pages/et200.aspx](http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_distribuido/et200/pages/et200.aspx)

- [www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-de-plcs-avanzado/item/660-estructura-de-un-plc-módulos-o-interfases-de-entrada-y-salida-es.html](http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-de-plcs-avanzado/item/660-estructura-de-un-plc-módulos-o-interfases-de-entrada-y-salida-es.html)
- - Keith C. Behnke, 2010.El arte del pelletizado.
- Pelletización y calidad del pellet  
[www.elsitioavicola.com/articles/2482/peletizacion-y-calidad-del-pelet/](http://www.elsitioavicola.com/articles/2482/peletizacion-y-calidad-del-pelet/)
- <https://beauty.biotrendies.com/aceites-vegetales/soja>
- "ENTRADAS Y SALIDAS DE UN PLC"  
<https://electrinblog.wordpress.com/2016/04/25/post-3/>
- "HMI SCADA"  
[www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-scada/](http://www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-scada/)
- "IHM SCADA"  
[www.uco.es/grupos/eatco/automatica/ihm/descargar/scada.pdf](http://www.uco.es/grupos/eatco/automatica/ihm/descargar/scada.pdf)
- <http://www.aquafeed.co/post-acondicionador-mkii-geelen-counterflow/>

## ANEXOS



**Ilustración 57: Cableado de Panel**

Fuente: Elaboración propia

| LINEA   | TAG      | DESCRIPCION                                   | EQUIPO                                   |
|---------|----------|---|--|
|         | MCC-100: |   |  |
| 100.303 | EQ-111   | Transportador de arrastre (Redler-Rastra)     | VSD - CT - FS-B                          |
| 100.316 | EQ-112   | Ventilador de filtro sopladores de polvo      | SOFT START - 220V CONTROL, 600V<br>POWER |
| 100.323 | EQ-114   | Esclusa rotativa                              | MSP - 1.1-1.6A                           |
| 100.33  | EQ-116   | Elevador de cangilones                        | MSP: 5.5 - 8.0 A                         |
| 100.337 | EQ-118   | Ventilador de limpiador de impurezas Escalpin | MSP: 2.2 - 3.2 A                         |
| 100.344 | EQ-119   | Limpiador de impurezas SCALPIN                | MSP: 2.2 - 3.2 A                         |
| 100.351 | EQ-120   | Magnetizador                                  | NO ELECTRICAL                            |
| 100.359 | EQ-123A  | vibrador descarga despedegradora DES-STONER   | MSP - 4.5-6.3A                           |
| 100.367 | EQ-123B  | vibrador descarga despedegradora DES-STONER   | MSP - 4.5-6.3A                           |
| 100.376 | EQ-123C  | Ventilador de filtro sopladores de polvo      | SOFT START - 220V CONTROL, 600V<br>POWER |
| 100.386 | EQ-123E  | Esclusa rotativa                              | MSP - 1.4-2.0A                           |
| 100.401 | EQ-124   | Tornillo Transportador                        | VSD - CT - FS-B                          |
| 100.408 | EQ-125   | Esclusa rotativa                              | MSP - 5.5-8.0A                           |

**Tabla 5: Motores Tabla 1**

Fuente: Empresa de Alimentos

|         |          |   |                  |
|---------|----------|---|------------------|
| 126.301 | EQ-126   | Ventilador centrifugo (Bomba soplante)    | VSD - VT - FS-F  |
|         | MCC-300: |   |                  |
| 300.303 | EQ-224   | Descargador Vibratorio                    | VSD - FS-A       |
| 300.31  | EQ-225   | Descargador Vibratorio                    | VSD - FS-A       |
| 300.317 | EQ-226   | Descargador Vibratorio                    | VSD - FS-A       |
| 300.324 | EQ-227   | Descargador Vibratorio                    | VSD - FS-A       |
| 300.338 | EQ-329   | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 300.353 | EQ-330   | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 300.368 | EQ-331   | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 300.383 | EQ-332   | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 300.398 | EQ-333   | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 300.413 | EQ-357   | Transportador de arrastre (Redler-Rastra) | VSD - CT - FS-D  |
| 300.419 | EQ-360   | Magnetizador                              | NO ELECTRICAL    |
| 300.421 | EQ-361   | Esclusa rotativa                          | MSP: 4.5 - 6.3 A |

**Tabla 6: Motores Tabla 2**

Fuente: Empresa de Alimentos

|         |        |                        |                 |
|---------|--------|------------------------|-----------------|
| 301.303 | EQ-228 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A      |
| 301.31  | EQ-229 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A      |
| 301.317 | EQ-230 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A      |
| 301.324 | EQ-231 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A      |
| 301.332 | EQ-232 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A      |
| 301.346 | EQ-333 | Tornillo de descarga   | VSD - CT - FS-C |
| 301.361 | EQ-334 | Tornillo de descarga   | VSD - CT - FS-C |
| 301.377 | EQ-335 | Tornillo de descarga   | VSD - CT - FS-C |
| 301.392 | EQ-336 | Tornillo de descarga   | VSD - CT - FS-C |
| 301.408 | EQ-337 | Tornillo de descarga   | VSD - CT - FS-C |

**Tabla 7: Motores Tabla 3**

Fuente: Empresa de Alimentos

|         |        |                        |            |
|---------|--------|------------------------|------------|
| 302.303 | EQ-233 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A |
| 302.31  | EQ-234 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A |
| 302.317 | EQ-235 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A |
| 302.324 | EQ-236 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A |
| 302.331 | EQ-237 | Descargador Vibratorio | VSD - FS-A |

**Tabla 8: Motores Tabla 4**

Fuente: Empresa de Alimentos

|         |        |   |                  |
|---------|--------|---|------------------|
| 303.31  | EQ-338 | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 303.325 | EQ-339 | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 303.34  | EQ-340 | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 303.355 | EQ-341 | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 303.37  | EQ-342 | Tornillo de descarga                      | VSD - CT - FS-C  |
| 303.386 | EQ-358 | Transportador de arrastre (Redler-Rastra) | VSD - CT - FS-D  |
| 303.392 | EQ-360 | Magnetizador                              | NO ELECTRICAL    |
| 303.394 | EQ-362 | Esclusa rotativa                          | MSP: 3.5 - 5.0 A |

**Tabla 9: Motores Tabla 5**

Fuente: Empresa de Alimentos

|         |             |   |  |
|---------|-------------|---|--|
| 363.301 | EQ-<br>363  | Ventilador centrifugo<br>(Bomba soplante)                   | VSD - VT - FS-F  |
| 400.302 | EQ-<br>410  | Filtro ventilador de<br>mesclador                           | MSP: 2.2 - 3.2 A   |
| 400.31  | EQ-<br>411  | Mesclador   | SOFT START - 30 KW, 220V CONTROL, 600V<br>POWER  |
| 400.322 | EQ-<br>413  | Tornillo de descarga de<br>mesclador                        | VSD - CT - FS-B  |
| 400.33  | EQ-<br>414  | Alimentador de molino de<br>martillos                       | VSD - FS-B   |
| 400.337 | EQ-<br>416  | Ventilador exhaustor de<br>filtro de molino de martillos    | VSD - VT - FS-D  |
| 400.345 | EQ-<br>418  | Tornillo de descarga de<br>tolva de molinos de<br>martillos | VSD - CT - FS-B  |
| 400.352 | EQ-<br>419  | Esclusa rotativa  | MSP: 3.5 - 5.0 A   |
| 400.36  | EQ-<br>421  | Alimentador de molino de<br>martillos                       | VSD - FS-B   |
| 415.011 | RSS-<br>415 | Molino de martillos 415                                     | SOFT START; 220V CONTROL, 600V RATING;<br>224KW; 385A; CLASS 30 STARTING 260A, 1 Start /<br>Hour |
| 422.011 | RSS-<br>422 | Molino de martillos 422                                     | SOFT START; 220V CONTROL, 600V RATING;<br>224KW; 385A; CLASS 30 STARTING 260A, 1 Start /<br>Hour |
| 425.003 | EQ-<br>425  | ventilador de succión                                       | VSD- VT - FS-E   |

**Tabla 10: Motores Tabla 6**

Fuente: Empresa de Alimentos



|         |            |   |  |
|---------|------------|---|--|
| 430.302 | EQ-<br>430 | Filtro ventilador de<br>mesclador                       | MSP: 2.2 - 3.2 A   |
| 430.31  | EQ-<br>431 | Mesclador   | SOFT START - 30 KW, 220V CONTROL, 600V POWER   |
| 430.322 | EQ-<br>433 | Tolva de descarga de<br>mesclador                       | VSD - CT - FS-B  |
| 430.33  | EQ-<br>434 | Alimentador de molino de<br>martillos                   | VSD - FS-B   |
| 430.337 | EQ-<br>436 | Ventilador exhaustor de<br>filtro de molino             | VSD - VT - FS-D  |
| 430.345 | EQ-<br>438 | Tornillo de descarga de<br>tolva de molinos             | VSD - CT - FS-B  |
| 430.352 | EQ-<br>439 | Esclusa rotativa  | MSP: 3.5 - 5.0 A   |
| 430.36  | EQ-<br>441 | Alimentador de molino de<br>martillos                   | VSD - FS-B   |
| 303.401 | EQ-<br>366 | Esclusa rotativa  | MSP: 3.5 - 5.0 A   |
| 303.416 | EQ-<br>367 | Transportador de arrastre<br>reversible (Redler-Rastra) | VSD - CT - FS-B  |
| 435.011 | EQ-<br>435 | Molino de martillos 435                                 | SOFT START; 220V CONTROL, 600V RATING;   |
| 442.011 | EQ-<br>442 | Molino de martillos 442                                 | SOFT START; 220V CONTROL, 600V RATING;<br>224KW; 385A; CLASS 30 STARTING 260A, 1 Start / |
| 445.003 | EQ-<br>445 | ventilador de succión                                   | VSD- VT - FS-E   |

**Tabla 11: Motores Tabla 7**

Fuente: Empresa de Alimentos

|         |          |   |  |
|---------|----------|---|--|
| 500.301 | EQ-501   | filtro de adición de micros.                  | MSP: 2.2 - 3.2 A                         |
| 500.308 | EQ-503   | HAND-ADDS Escluda rotativa                    | MSP: 3.5 - 5.0 A                         |
| 500.316 | EQ-505   | Ventilador de Succión                         | VSD - VT - FS-C                          |
| 500.323 | EQ-507   | Esclusa rotativa                              | MSP: 2.2 - 3.2 A                         |
|         | MCC-600: |   |  |
| 600.301 | EQ-601   | Esclusa rotativa                              | MSP: 3.5 - 5.0 A                         |
| 600.308 | EQ-602   | Esclusa rotativa                              | MSP: 3.5 - 5.0 A                         |
| 600.315 | EQ-607   | Filtro ventilador de mezclador                | MSP: 2.2 - 3.2 A                         |
| 600.323 | EQ-608   | Mesclador                                     | SOFT START - 220V CONTROL,<br>600V POWER |
| 600.335 | EQ-610   | Tornillo de descarga de tolva de<br>mezclador | VSD - CT - FS-B                          |
| 600.348 | EQ-612   | Esclusa rotativa                              | MSP: 4.5 - 6.3 A                         |

**Tabla 12: Motores Tabla 8**

Fuente: Empresa de Alimentos

|         |         |  |                 |
|---------|---------|--|-----------------|
| 613.301 | EQ-613  | Ventilador centrifugo (Bomba soplante) | VSD - VT - FS-F |
|         | MCC-660 |  |                 |
| 660.302 | EQ-626  | Bomba de tanque de líquidos            | VSD - VT - FS-C |
| 660.317 | EQ-628  | Mesclador de tanque de líquidos        | VSD - VT - FS-B |
| 660.332 | EQ-632  | Bomba de agua                          | VSD - VT - FS-C |
| 660.34  | EQ-635  | Bomba de aceite de soja                | VSD - VT - FS-C |
| 660.348 | EQ-641  | Bomba de aceite de pescado             | VSD - VT - FS-C |
| 660.356 | EQ-647  | bomba de lecitina                      | VSD - VT - FS-C |

**Tabla 13: Motores Tabla 9**

Fuente: Empresa de Alimentos

|         |         |   |                                |
|---------|---------|---|--------------------------------|
| 700.301 | EQ-711  | Esclusa rotativa                          | MSP: 3.5 - 5.0 A               |
| 700.308 | EQ-712  | Ventilador filtro de silo Prensa 1        | MSP: 2.2 - 3.2 A               |
| 700.316 | EQ-714  | Descargador Vibratorio                    | VSD - FS-A                     |
| 700.323 | EQ-716  | Cono de descarga rotativa del Live Bin    | VSD - CT - FS-C                |
| 700.331 | EQ-718  | Tornillo alimentador de prensa 1          | VSD - CT - FS-B                |
|         | MCC-722 |   |                                |
| 715.316 | EQ-715  | Tornillo alimentador a deposito Live Bin  | VSD - FS-B                     |
| 719.301 | EQ-719  | PRE-Acondicionador 1                      | VSD - CT - FS-C                |
| 720.301 | EQ-720  | PRE-Acondicionador 2                      | VSD - CT - FS-C                |
| 721.301 | EQ-721  | PRE-Acondicionador 3                      | VSD - CT - FS-C                |
| 722.303 | EQ-722  | Peletizadora 2411 (2 x 75 KW)             | VSD:: 480V-3ph-160 KW<br>FS-GX |
|         | MCC-750 |   |                                |
| 750.338 | EQ-745  | Transportador de arrastre (Redler-Rastra) | VSD - CT - FS-B                |
| 750.303 | EQ-747  | Elevador de cangilones                    | MSP: 7.5 - 9.5 A               |
| 750.309 | EQ-749  | Esclusa rotativa (no se utilizará)        | MSP: 3.5 - 5.0 A               |
| 750.316 | EQ-751  | Esclusa rotativa (no se utilizará)        | MSP: 3.5 - 5.0 A               |
| 750.323 | EQ-752  | Zaranda (Cribador)                        | MSP: 4.5 - 6.3 A               |
| 750.331 | EQ-766  | Descargador Vibratorio                    | VSD - FS-A                     |

**Tabla 14 Motores Tabla 10**

Fuente: Empresa de Alimentos

|         |         |   |                  |
|---------|---------|---|------------------|
| 760.305 | EQ-756  | Cinta transportadora                        | VSD - CT - FS-B  |
| 760.312 | EQ-756F | Ventilador de motor de cinta transportadora | MSP              |
| 760.319 | EQ-757  | DRUM COATER                                 | VSD - CT - FS-B  |
| 760.329 | EQ-759  | LIQUIDS PUMP                                | VSD - CT - FS-C  |
| 760.336 | EQ-759F | LIQUIDS PUMP COOLING FAN                    | MSP              |
| 760.343 | EQ-760  | LIQUIDS TANK BLENDER                        | VSD - CT - FS-C  |
| 800.301 | EQ-811  | ROTARY AIRLOCK                              | MSP: 3.5 - 5.0 A |
| 800.308 | EQ-812  | MIXER VENT FAN                              | MSP: 2.2 - 3.2 A |
| 800.316 | EQ-814  | VIBRATORY DISCHARGER                        | VSD - FS-A       |
| 800.323 | EQ-816  | ROTARY DISCHARGE CONE                       | VSD - CT - FS-C  |
| 800.331 | EQ-818  | DISCHARGE AUGER                             | VSD - CT - FS-B  |
| 815.316 | EQ-815  | Tornillo alimentador a deposito Live Bin    | VSD - FS-B       |
| 819.301 | EQ-819  | PRE-CONDITIONER 1                           | VSD - CT - FS-C  |
| 820.301 | EQ-820  | PRE-CONDITIONER 2                           | VSD - CT - FS-C  |
| 821.301 | EQ-821  | PRE-CONDITIONER 3                           | VSD - CT - FS-C  |
| 822.303 | EQ-822  | PELLET MILL 2411 (2 x 110 KW)               | VSD: G130 PM     |
| 850.303 | EQ-847  | Elevador de cangilones                      | MSP: 7.5 - 9.5 A |
| 850.323 | EQ-852  | SCREENER                                    | MSP: 4.5 - 6.3 A |
| 850.339 | EQ-866  | VIBRATORY DISCHARGER                        | VSD - FS-A       |
| 860.305 | EQ-856  | BELT CONVEYOR                               | VSD - CT - FS-B  |
| 860.312 | EQ-856F | BELT CONVEYOR COOLING FAN                   | MSP              |
| 860.319 | EQ-857  | DRUM COATER                                 | VSD - CT - FS-B  |
| 860.329 | EQ-859  | LIQUIDS PUMP                                | VSD - CT - FS-C  |
| 860.336 | EQ-859F | LIQUIDS PUMP COOLING FAN                    | MSP              |
| 860.343 | EQ-860  | LIQUIDS TANK BLENDER                        | VSD - CT - FS-C  |

**Tabla 15: Motores Tabla 11**

Fuente: Empresa de Alimentos