



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“RESTAURACIÓN DEL PANEL DE CONTROL Y SISTEMA
ELÉCTRICO DE UNA MÁQUINA EXTRUSORA DE ALIMENTOS”

INFORME DE MATERIA INTEGRADORA

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

WASHINGTON ALEXIS MORENO SANTOS

FRANKLIN CESAR RAMÍREZ BAQUERIZO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Nuestros sinceros agradecimientos están dirigidos hacia todos los profesores de ESPOL, quien, con su ayuda desinteresada, nos brindaron sus conocimientos, pero muy cercana a la realidad de nuestras necesidades. A los tutores del proyecto de materia integradora, los cuáles plasmaron nuestros resultados investigativos en diseños atractivos y de gran realce para el éxito del proyecto. A nuestras familias por siempre brindarnos su apoyo, tanto sentimental, como económico. Pero, principalmente nuestros agradecimientos están dirigidos Dios sin el cual no hubiésemos podido salir adelante. Valiéndonos de su promesa Josué (1:9) “Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas.”

WASHINGTON ALEXIS MORENO SANTOS

Mi más sincero agradecimiento a la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas por dar la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación e implementar en su laboratorio la puesta en marcha de la máquina extrusora de alimentos, así mismo a cada uno del personal docente que presta servicio para esta entidad de la ESPOL por guiar este proyecto hacia un bien común en dicha máquina.

FRANKLIN CESAR RAMIREZ BAQUERIZO

DEDICATORIA

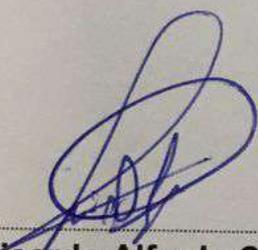
Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mis padres, mi hermana y esposa. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres y hermana, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. A mi esposa quien a depositado su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad, mi compañera inseparable de cada jornada. Ella representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio mostrándome su apoyo. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amos con mi vida.

WASHIGTON ALEXIS MORENO SANTOS

Este proyecto va dedicado a Dios por las bendiciones que derrochó sobre mí para cumplir este sueño que hoy es una realidad, dedicado a mis padres porque de ellos también es el esfuerzo, mis hermanos que me apoyaron día a día en este proceso, a mis abuelitos, compañeros y a cada uno de mi familia que de una u otra manera aportaron con su apoyo incondicional para lograr este éxito.

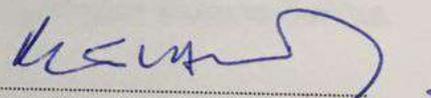
FRANKLIN CESAR RAMIREZ BAQUERIZO

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



Mgtr. Ricardo Alfredo Cajo Díaz.

PROFESOR EVALUADOR

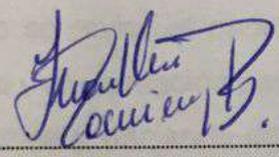


MSc. Holger Ignacio Cevallos Ulloa.

PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Franklin Ramírez Baquerizo.



Washington Moreno Santos.

RESUMEN

El presente proyecto de materia integradora consistió en la restauración del panel y sistema eléctrico de la máquina extrusora de alimentos, así como la elaboración de manuales de operación y mantenimiento de la planta.

En vista de que la máquina se encontró con un tiempo de inactividad de aproximadamente dos años y sin ningún conocimiento de los problemas con los que contaba ya que no existía ninguna evidencia de las mismas o de cómo funcionaba la planta se procedió a separar por etapas para revisarla las cuales fueron: panel eléctrico, máquina extrusora y supervisor.

Al inicio se revisó el panel eléctrico verificando la alimentación trifásica con la que contaba y alimentación para cada uno de sus componentes, verificando el estado de los mismos y haciendo un chequeo de sus conexiones con la ayuda de los planos eléctricos, se revisó también los contactores, controladores, drivers, relés y temporizadores que se encontraban dentro del panel, identificando cada uno para el proceso de extrusión.

Para luego verificar el estado de la máquina extrusora con cada uno de sus motores a los cuales también se verificó su estado realizándoles un mantenimiento preventivo, el cual consistía en la limpieza, revisión de sus conexiones y aceite, para los que contaban con sistema de engranes para reducción de velocidad. Posteriormente se procedió a realizar su conexión con el panel eléctrico identificando la vinculación de cada parte de la máquina con el panel, conociendo así el proceso correcto de producción de la extrusión de alimentos.

Posterior a ello se revisó el supervisor el cual al inicio no se podía tener acceso ya que la licencia había caducado y por motivos de ser un programa desactualizado se procedió a establecer la instalación del mismo software con el que constaba la máquina y así actualizar la licencia, consecuentemente se identificó la llave de acceso al programa Modbus.exe el cual genera una llave digital para acceder a Wonderware programa de InTouch con el cual se realiza la supervisión.

El siguiente problema era la comunicación del panel y máquina con el supervisor. Lo cual se pudo obtener con el convertidor moxa, dando finalmente la comunicación en tiempo real entre ellos.

Finalmente se encontró con el inconveniente de obtener la materia prima para trabajar con la máquina extrusora de alimentos, el cual era el gritz de maíz, debido a la baja demanda de producción de cereales dentro del país es un producto que no se elabora por la complejidad de su proceso de obtención, lo que nos ayudó a ampliar el campo de materia prima y trabajar con productos granulados similar como es la maicena. Obteniendo así el producto deseado cambiando parámetros de dosificación tanto de agua como harina según la granulidad de la materia prima con la que se trabaje, cabe recalcar que dichos parámetros pueden ser ingresados por medio del supervisor, la máquina o mediante los controladores del panel eléctrico ya que se encuentran con comunicación serial en tiempo real. Obteniendo así la restauración de la planta extrusora de alimentos.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
RESUMEN.....	vi
CAPÍTULO 1.....	1
1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivo Especifico	2
1.2 Justificación	2
1.3 Alcance.....	3
CAPÍTULO 2.....	5
2. ESTADO DEL ARTE	5
2.1 Antecedente	5
2.2 Marco teórico.....	6
2.2.1 Conceptos de Extrusión	6
2.2.2 Máquina de Extrusión.....	8
CAPÍTULO 3.....	19
3. METODOLOGIA DE TRABAJO	19
3.1 Análisis de circuito eléctrico y circuito de controles en tablero principal	19

3.2 Mantenimiento de motores, sensores y actuadores	27
3.3 Comunicación de software en tablero y máquina Extrusora.....	33
CAPÍTULO 4.....	40
4. RESULTADOS	40
4.1 Resultados obtenidos con el tablero eléctrico	40
4.2 Resultados obtenidos con la extrusora.....	44
4.3 Resultados obtenidos con el supervisor	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS.....	54

CAPÍTULO 1

1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El cambio de la matriz productiva que propone el gobierno para fomentar el desarrollo de las universidades del país hace que se vaya más allá de una investigación, poniendo en manos de personas capacitadas y con conocimientos a nivel de ingeniería para realizar procesos que ayuden a mejorar la parte industrial, el desarrollo óptimo de equipos con tecnología de punta, que visualizan las entidades de educación superior.

Para el actual proyecto de materia integradora, La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y su Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, consta con varios laboratorios en los últimos niveles de estudio, entre ellos se encuentra el laboratorio de Operaciones Unitarias. La metodología utilizada en este laboratorio es realizar prácticas semanales que aumentan su dificultad conforme se avanza en el curso y consta de un proyecto final que abarca la elaboración de un producto industrial para el consumo humano.

El laboratorio de Operaciones Unitarias tiene en sus instalaciones un equipo industrial, EXTRUSORA de alimentos M0113105, que consta de un cuadro eléctrico tipo tablero, y una planta con sus respectivos motores, sensores, controladores, válvulas electrónicas y de más instrumentos utilizados para un proceso industrial.

El laboratorio en mención no cuenta con una guía para dar funcionamiento a dicho proceso, tampoco conoce del sistema que se utiliza para la supervisión y mantenimiento preventivo que debe realizarse con periodos establecidos por anteriores operadores, el reconocimiento del software que utiliza para el control de las etapas que requiere el proceso industrial, protocolos de comunicación a nivel industrial para los diferentes sensores con que cuenta dicha planta, controles de alarmas y sistema de paro de emergencia, parámetros de velocidad de los diferentes motores que realiza cada etapa del proceso que se debe tener en cuenta para su perfecta operación.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Restaurar el panel de control y sistema eléctrico para la maquina extrusora de alimentos y puesta en marcha de la misma.

1.1.2 Objetivo Especifico

- Elaborar un informe del estado actual de la maquina Extrusora de alimentos, para posteriormente darle un mantenimiento adecuado para su puesta en marcha.
- Dar mantenimiento al sistema eléctrico de la maquina Extrusora de alimentos.
- Restaurar el panel de control de la máquina de Extrusora de alimentos.
- Crear un manual de operaciones y de mantenimiento preventivo para el panel de control y maquina Extrusora de alimentos.

1.2 Justificación

El presente trabajo tiene como fin integrar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería en Electricidad Especialización Electrónica y Automatización Industrial de una manera real y lo que se vive hoy en día en una industria local en conjunto con la carrera de Ingeniería Química.

Para empezar un proceso industrial y producir sus productos es necesario conocer la manera de operación, parámetros a tomar en cuenta para el funcionamiento correcto de cada etapa de la planta Extrusora, así como tener la comunicación y protocolos que esta demanda para la visualización desde un computador, al no contar con estas especificaciones y guías para cada etapa del proceso de la planta se ve en la obligación de buscar la tecnología con la que fue realizada e implementar manual para correcta operación.

Así con esta implementación de sus respectivas guías operacionales y manual de mantenimiento preventivo se logrará alargar la vida útil de toda la planta y del tablero de control eléctrico, con las actualizaciones del software de supervisión y

sus protocolos de comunicación se renovarán la tecnología existente mejorando su comunicación serial.

La aplicación que se realiza en este proyecto no está alejado de lo aprendido en las aulas, ahora se demuestra la clase de comunicación y protocolos de interfaz que hay entre hombre y maquina la cual es importante para el desarrollo tecnológico del entorno y brindar seguridad, rapidez, y control constante de materiales, equipos tanto eléctricos como mecánicos, de flujo hidráulico, flujo magnético o flujo neumático, y la constatación de variación de flujo eléctrico que posee un proceso de manera industrial que se realiza de manera conjunta en la carreras de nuestra universidad.

Al finalizar este proyecto se dará paso a un sin número de actividades prácticas que serán conducidas por estudiantes de la facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, carrera de ingeniería Química específicamente y mejorar su nivel de ingreso al mundo industrializado de la producción de alimentos en modo de cereales para el consumo humano, con operación de cada una de sus etapas de manera correcta y precisa con la medición de sus diferentes parámetros establecidos en las respectivas guías de operativas de la maquina Extrusora, quedando abierto para una mejora de automatización con forme avance la tecnología local para el beneficio de compañeros de la facultad FIEC en especial la carrera de Electrónica y Automatización Industrial.

1.3 Alcance

Para este proyecto se iniciará por una evaluación del estado actual de la máquina extrusora de alimentos, para posteriormente darle el mantenimiento adecuado para la correcta puesta en marcha de la misma.

Reconocimiento y análisis del software del control automático para la respectiva supervisión, visualización y control, de cada etapa que comprende la planta extrusora.

Revisión de la comunicación serial y protocolos establecidos para la interfaz Hombre-Máquina.

Chequeo eléctrico del sistema trifásico para la entrada del panel de control e identificación de cada una de las etapas de control.

Análisis de sistemas de alarma con que cuenta la planta además de sus botoneras de parada de emergencia.

Análisis y chequeo de motores trifásicos con los que cuenta la planta para cada una de las etapas que comprende la máquina extrusora de alimentos.

Se elaborará un manual de operación de la máquina, al igual que de mantenimiento preventivo.

CAPÍTULO 2

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Antecedente

A principios del año 2011 la universidad ESPOL adquirió un equipo para proceso industrial, Extrusora de Alimentos, de marca Pavan el cual fue aprobado e instalado por la entidad de educación superior el 14 de abril del 2011, con el objetivo de empezar a producir harinas pre cocidas con el extrusor a una humedad baja, para luego darle forma a los cereales.

Desde el mes de mayo del 2011 se empezaron a realizar diferentes pruebas para lograr una mezcla adecuada y que sea agradable al paladar, con personal que recibió la capacitación para la operación de la planta Extrusora de parte de los fabricantes, Pavan, el cual lo restante del año 2011 y el año 2012 se hicieron una serie de actividades en la planta con objetivo de mejorar la calidad de producción de la harina pre cocida.

La planta Extrusora de alimentos desde el año 2012 quedo sin operación, no se ha encontrado guía para su correcta operación ni datos de mantenimiento para motores, sensores, comunicación serial para la interface con el computador y su respectivo control, para ello es necesario realizar un análisis eléctrico de su tablero y planta y poder dar marcha a la misma. Los objetivos específicos están orientados al análisis de cada una de las etapas que la planta tiene para su proceso industrial, la cuatro temperaturas que tiene que estar censando en el tornillo de extrusión, temperatura de enfriamiento, temperatura de cabezal, el dosificador de agua, dosificador de harina, alimentación forzada, velocidad del tornillo y velocidad del cortador, mientras que en el tablero eléctrico tener en cuenta las fases de entrada y su distribución para cada elemento instalado en dicho tablero como controladores Eurotherm, variadores de velocidad siemens, temporizadores, contactores, analizadores de fase, breakers, fusibles y conexiones entre ellos, para la comunicación serial de modo Modbus, el sistema SCADA instalado de Intouch, y diferentes tools que hacen la supervisión de la planta Extrusora desde el computador.

2.2 Marco teórico

Se decidió hacer una revisión previa a la máquina por su estado de inactividad en un tiempo aproximado de más de dos años lo cual llevo a revisar las conexiones del panel de control, así como cada uno de los componentes que ahí se encuentran y posteriormente a realizar la revisión de la máquina extrusora de alimentos. En la revisión se observó que no se contaba con un PLC para el control de la máquina sino que lo realizaba mediante comunicación serial a cada uno de los elementos Eurotherm que son controladores de temperatura, los cuales fueron utilizados en la máquina para controlar la temperatura de las resistencias con las que cuenta la máquina y así mismo se adecuo estos controladores para usarlos como controladores de velocidad de los motores y partes de la máquina como son la parte de alimentación forzada, mezcla y cortadora. A continuación, se explica sobre el funcionamiento de la máquina y sus partes más importantes.

2.2.1 Conceptos de Extrusión

- **Tecnologías de extrusión**

Se puede realizar harinas pre cocidas con el extrusor, pero se debe tener una humedad baja, el producto extruido puede ser tostado a una temperatura de 300 C, y secado a una temperatura de 70 C, sin ningún problema.

- **Análisis de la harina**

Cuando se tiene una granulometría casi homogénea en la harina, se absorbe mejor el agua. Esto hace que se pueda lograr un pico en el análisis amilo gráfico. Cuando los granos son no homogéneos y se tiene partículas muy grandes la gelatinización no es uniforme y no se puede lograr un pico en el gráfico de viscosidad temperatura.

- **Humedad**

Se recomienda trabajar con una uniformidad en el plato de la balanza a temperatura de 140 C, se puede utilizar la estufa para comprobar los resultados obtenidos.

- **Peso estándar**

Es el peso en base seca de la materia prima con la que se vaya a trabajar.

- **Viscosidad**

La viscosidad es una propiedad física que permite diferenciar a la harina pre cocida de la harina cruda. La harina cruda tiene viscosidad baja, mientras el pre cocido tiene una viscosidad mayor.

- **Absorción de agua**

Para esta práctica o cualquier otra se debe seleccionar una granulometría que puede ir de 150 a 500 μm , para la filtración una vez humedecida la harina se necesita de un papel filtro con poros de 55 μm de diámetro, Cat No 1820055 Whatman. Se necesita también de una centrifuga.

- **Solubilidad**

Se recoge el líquido filtrado en la prueba anterior, se lo coloca en envases de aluminio que estén completamente secos, se recomienda secar los envases antes en el secador olla, y luego pesarlos. Se realiza la prueba con mínimo dos envases para la misma muestra.

- **PH del Agua**

Si el agua con la que se mezcla la harina es ácido se nota en el producto por su cambio de color.

- **Etapas del almidón**

Forma cristalina: Se puede ver su cruz de malta en el microscopio y su viscosidad es baja. Forma amorfa: el almidón se expande y la cruz de malta ya no se puede visualizar, la viscosidad aumenta. Proceso de gelatinización. Forma no cristalina: el almidón se reorganiza, y las proteínas son visibles en el microscopio electrónico que recubren al almidón, la viscosidad se estabiliza, y la cruz de malta ya no se logra ver.

2.2.2 Máquina de Extrusión

La máquina está conformada de tres partes fundamentales que hacen el proceso de la extrusión de alimentos, como son: primero el tablero eléctrico que alimenta al sistema y a cada parte de las etapas que tiene este proceso, la segunda parte es la máquina que se encarga de realizar el proceso de extrusión estando presentes diferentes sensores y de más actuadores que la integran para su respectivo control y su tercera etapa es la visualización y control del equipo, proceso por intermedio de una computadora con su respectivo software de comunicación, para la cual se detalla a continuación.

- **Tablero Eléctrico**

En este tablero es la parte de alimentación eléctrica para todo el sistema y proceso de extrusión donde intervienen diferentes equipos tanto de protección como energización, aquí también se tienen los controladores visuales con su respectiva comunicación serial, a continuación, se muestra la figura 2.1 del tablero que está instalado en el laboratorio de operaciones unitarias.

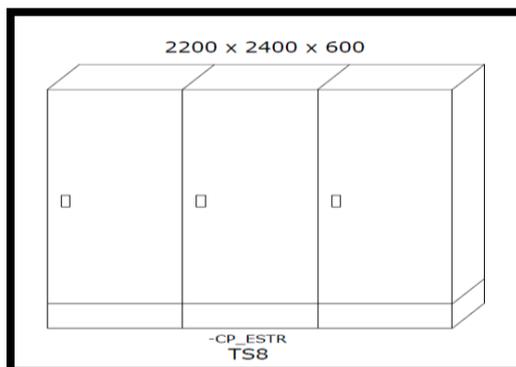


Figura 2.1: Tablero eléctrico medidos en centímetros [1]

- **Contador de horas**

Conducidos en corriente continua, se los puede construir en paneles para control de mantenimiento en máquinas herramientas, así se

monitorean desde el panel de control el tiempo que opera y realiza un proceso tal como lo muestra en la figura 2.2.



Figura 2.2: Contador de hora [2]

- **Pulsador doble luminoso**

Es un pulsador doble actuador con tipo de contacto normalmente abierto (2NO) acción momentánea de luz blanca/negra luminosa y anillo delantero de titanio como se observa en la figura 2.3, son catalogados como auxiliares de mando, utilizados en la señalización industrial de tableros.



Figura 2.3: Pulsador doble 2NO [3]

También se cuenta con pulsadores doble que a diferencia del anterior es con 1NO (normalmente abierto) y 1NC (normalmente cerrado), para controlar la secuencia de subida o bajada de las frecuencias de los motores como lo muestra a figura 2.4.



Figura 2.4: Pulsador doble 1NC+1NO [3]

- **Indicador luminoso**

Es un dispositivo de mando de alarma, elemento frontal para luces de advertencia utilizado en la ingeniería de control de proceso de automatización, tiene tecnología de conmutación de baja tensión (Ver figura 2.5).



Figura: 2.5 Indicador luminoso [4]

- **Micromaster M440**

Estos equipos son controladores de velocidad para los motores a utilizar, en la pre-mezcla, mezcla, alimentación forzada, extrusión, cortador, bomba de agua ellos se encargan de controlar la frecuencia para su giro en el proceso (Ver figura 2.6).



Figura 2.6: Modelo de controladores de velocidad [5]

- **Controladores Eurotherm**

Este instrumento de medición sirve para el control de precisión de temperatura, así como de otros procesos de las termocuplas junto con las velocidades de los motores y a la vez nos ayudan con la comunicación serial hacia el computador (Ver figura 2.7 y 2.8).



Figura 2.7: Controlador 3208 [6]



Figura 2.8: Controlador 3204 [6]

- **Conexión Eléctrica**

Panel de control o tablero eléctrico #M0113105.

Se necesita un UPS para la conexión del tablero.

El mismo tipo de hilo hay que poner de la caja al tablero eléctrico. Se debe hacer un hueco en el panel para los cables. Los motores se conectan directo al panel.

- **Motores eléctricos**

Un motor eléctrico es una máquina que convierte energía eléctrica en energía mecánica. Cuando la electricidad proveniente de una batería u otra fuente de energía se conectan a un motor, el eje comienza a girar. Algunos motores funcionan con fuentes de corriente continua (DC), por ejemplo, con una batería, y otros se abastecen de corriente alterna (AC). Si bien existen muchos diseños de motores eléctricos, los principios de funcionamiento son los mismos (Ver figura 2.9).

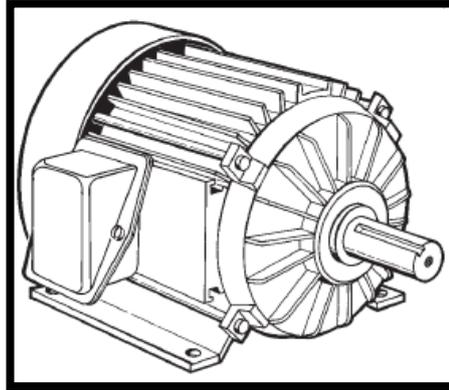


Figura 2.9: Esquemas de motor de cc [7]

- **Vibradores eléctricos**

Sirve para garantizar que la harina está bajando por la tolva y valla directo al pre-mezclador cuando se empieza el proceso (Ver figura 2.10).



Figura 2.10: Modelo del vibrador eléctrico [8]

- **Visualización y control de proceso de extrusión**

Para esta tercera parte del sistema de proceso se visualiza por medio de un computador y se realiza la conexión serial RS485 con protocolo de comunicación Modbus teniendo un sistema SCADA para el manejo de las variables que compone el proceso (Ver figura 2.11).

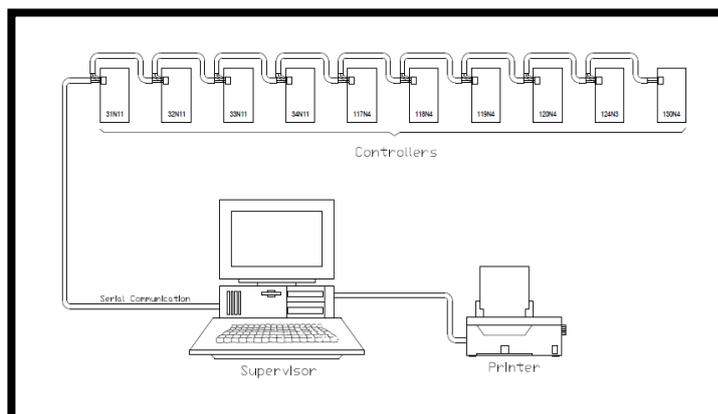


Figura 2.11: Comunicación serial entre tablero y pc [9]

- **Convertidor**

La comunicación la realiza un convertidor serial MOXA M25M9X2-50, de dos puertos el cual nos ayuda a la salida de la tarjeta de comunicación, también hay que citar que son ecológicas (Ver figura 2.12).



Figura 2.12: Cable convertidor [10]

- **Modbus RTU (Remote Terminal Unit)**

La comunicación entre dispositivos se realiza por medio de datos binarios. Esta es la opción más usada del protocolo y es la que se implementó en las tarjetas usadas entre la comunicación de los controladores y supervisor.

La estructura lógica es del tipo maestro-esclavo, con acceso al medio controlado por el maestro. El número máximo de estaciones previsto es de 63 esclavos más una estación maestra (Ver figura 2.13).

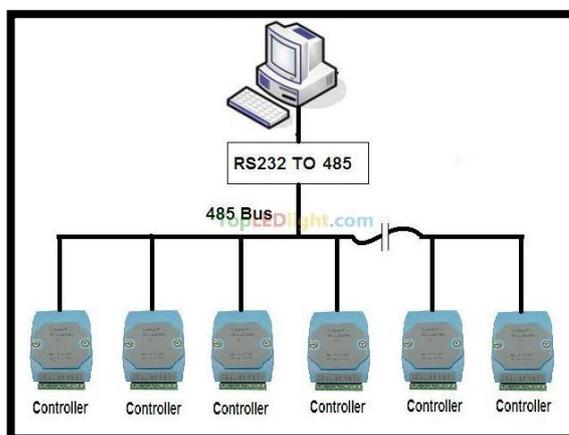


Figura 2.13: Conexiones en el medio MODBUS [11]

- **Sistema SCADA**

Wonderware construida sobre la tecnología Archestra la cual se beneficia de una arquitectura única, abierta y escalable que se puede conectar a cualquier sistema de automatización. Este sistema permite visualizar lo que está pasando en el proceso, aquí se puede controlar las temperaturas de cada termocuplas, las velocidades de los motores el peso de harina que se ingresa para la mezcla de los productos extruidos.

Las definiciones de alarmas son fáciles y flexibles, se cuenta acceso directo a datos históricos, generación de reportes fácil de usar, fácil configuración y mantenimiento (Ver figura 2.14).

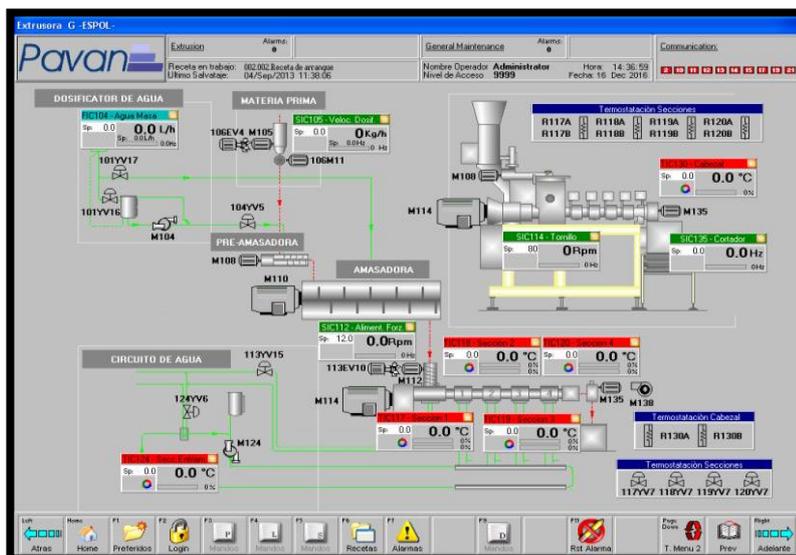


Figura 2.14: Sistema SCADA del proceso de extrusión [12]

- **Contactores**

Se puede decir los contactores son interruptores automáticos que sirven para restablecer los enlaces entre distintos circuitos o aparatos eléctricos (Ver figura 2.15). En este caso se usó el contactor de marca siemens serie 3RT1045-1AG24 y entre sus características se pueden mencionar las siguientes:

AC3 - 37 KW/400 V; AC 110V 50/60HZ

2 NO + 2 NC, 3-POLE



Figura 2.15: Contactores [13]

- **Temporizador**

Un temporizador es un dispositivo eléctrico que regula de forma automática el encendido y el apagado de una máquina, un instrumento, o cualquier dispositivo, para el caso de la extrusora se utilizó el temporizador OMRON serie H#BF-N (Ver figura 2.16).



Figura 2.16: Temporizadores [14]

- **Comunicación con RS-485 y MODBUS**

Para poder realizar la práctica se utilizaron los módulos de controladores Eurotherm y variadores Micromaster mencionados anteriormente, Realizando la conexión se estableció un maestro y los distintos esclavos que están conectados de forma serial los cuales con los controladores Eurotherm (Ver figura 2.17).



Figura 2.17: Comunicadores RS-485 y MODBUS [15]

- **Analizadores de redes y contadores de energía**

El analizador de red trifásica cuenta con módulos de salida Modelo WM22-DIN. Se lo puede definir como un dispositivo que tiene teclado programable particularmente adecuado para el análisis de las

variables eléctricas principales, así como las secundarias del sistema y conteo de la energía (Ver figura 2.18).



Figura 2.18: Analizador de redes y contadores de energía [16]

- **Breakers**

Un breaker o disyuntor interruptor automático es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que lo atraviesa excede de un determinado valor establecido según sea el modelo que se esté usando, otro caso es en el que se ha producido un cortocircuito, con la finalidad de evitar daños a los equipos eléctricos. Al contrario de los fusibles, no deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el problema que haya causado su disparo o desactivación automática (Ver figura 2.19).



Figura 2.19: Breakers [17]

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGIA DE TRABAJO

En este capítulo se describe la manera en que se realizó el proceso de operación de la maquina extrusora empezando desde su alimentación eléctrica, ingreso de alimentos, verificación y supervisión visual de una manera técnica para luego realizar su respectiva puesta en marcha para que esté listo para cualquier proceso de extrusión de alimentos que el cliente desee.

3.1 Análisis de circuito eléctrico y circuito de controles en tablero principal

Se verificó la alimentación eléctrica trifásica que llega al tablero principal el cual energiza a cada elemento que se encuentra dentro del mismo, el cual cumple con sus funciones principales de alimentación o corte de energía según el avance del proceso, con el objetivo de controlar cada etapa de la extrusión siguiendo un proceso determinado.

Para mantener el correcto funcionamiento de los elementos que integran el tablero principal, como son: el interruptor principal, contactores, botoneras, relés y de más accesorios, se realizó el mantenimiento preventivo, el cual consiste en revisión física, ajuste de conexiones, pruebas eléctricas y mecánicas, limpieza en general de todo el tablero, además se usaron equipos de medición eléctrica correspondiente a cada parte supervisada, de igual forma herramientas adecuadas para la verificación de su estado.

Estas actividades se desarrollaron siguiendo la normativa vigente en el país de Mantenimiento de Instalaciones Eléctrica en Centros de Trabajo "IEC 60529", la cual tiene como objetivo principal establecer los requisito técnicos que deben cumplir los productos de un tablero eléctrico, con la finalidad de prevenir los riesgos posibles, para precautelar la seguridad de las personas y el medio ambiente.

En la primera puerta del tablero eléctrico (Ver figura 3.1), se encuentra el botón de marcha, con el cual se inicia la energización de la planta en general, encendiendo las luces piloto de color blanco, para cada indicador como son: el circuito de mando de 24 Vdc, circuito de mando de 115 Vac y circuito de mando de 220 Vac.

Luego de visualizar las luces piloto encendidas para cada circuito de mando mencionados anteriormente, se observó que una de las luces piloto de circuito de mando seguía inhabilitada, lo cual imposibilitaba encender algún motor o proceder a una etapa diferente, además un contactor seguía abierto, por lo cual luego de revisar los planos eléctricos del panel se dedujo que se debía presionar por varios segundos el botón de inserción a circuito de mando para obtener como resultado la habilitación de la luz piloto del mismo, provocando así el desbloqueo de los controladores Eurotherm que posee el tablero y controlan los motores de mezcla, tornillo de extrusión, cortador y alimentación forzada.

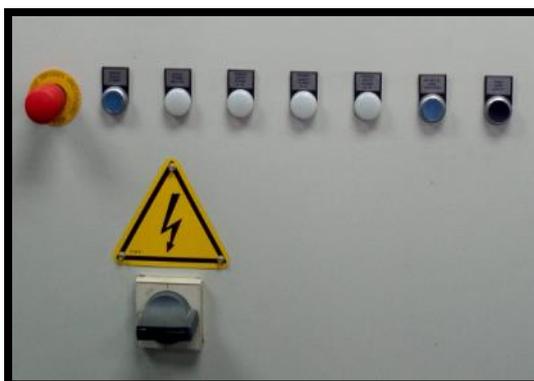


Figura 3.1: Tablero eléctrico, puerta 1 [18]

En la parte superior de la primera puerta del tablero (Ver figura 3.2), donde se encuentra el botón de encendido del tablero y las luces piloto de color blanco y amarillo, las cuales indican la habilitación de presión, así como el ingreso de agua y también si hay alguna falla presente en el sistema, la cual se puede dar en cualquier instante del proceso de extrusión, de ser así sonará la alarma acústica la cual puede deshabilitarse desde el tablero con el botón de parada de alarma acústica.

En caso que no existiera presión de agua o aire necesarias, se encenderán las luces piloto amarillas las cuales indica la falla y para poder reestablecer el sistema se debe habilitar la válvula de agua o la válvula de aire según corresponda, de esa forma se tiene lista la máquina para dar inicio a la producción.



Figura 3.2: Indicadores color amarillos, puerta 1 [18]

En la segunda puerta del tablero principal (Ver figura 3.3), se encuentran los controladores Eurotherm los cuales garantizan el movimiento y velocidad de los motores de dosificación de agua y alimentación forzada, los cuales no encienden si no se le da una secuencia adecuada para el proceso de extrusión.

En este tablero el problema a solucionar es el bloqueo de los controladores del tornillo de extrusión y la alimentación forzada, el cual se soluciona presionando el botón restablecimiento de seguridad de tapa amasadora y por ende se presiona también el botón de parada alarma acústica para desactivar dicha alarma. Posterior a ello, se pueden encender los motores que a su vez son habilitados por los variadores de frecuencia micromaster440 con sus respectivos contactores los cuales energizan a cada motor. Para el tornillo de extrusión y alimentación forzada se puede controlar la velocidad manualmente desde el tablero al darle la velocidad deseada y adecuada para el proceso.

Mientras que en el controlador del cortador se le da la velocidad deseada para el corte del producto, según las especificaciones del cliente.

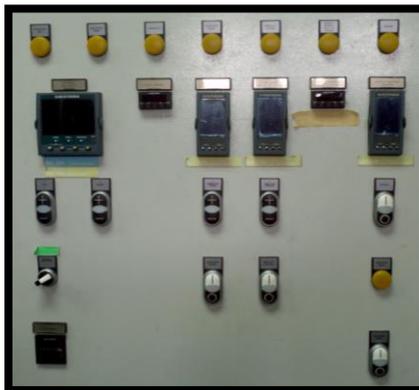


Figura 3.3: Controladores Eurotherm, botones de marcha y paro [18]

En cada controlador Eurotherm serie 3208 se muestra la forma en la cual este se comunica. Se analizaron las conexiones del controlador para lo que se identificó lo siguiente: en los puertos 1A y 1B se indican entrada/salida exclusivamente para el cortador, también se tiene control a la salida en los pines 3A y 3B, además la alimentación que recibe el controlador es de 110V AC por los pines ubicados en la parte inferior izquierda de la figura 3.4 identificados por L~N, mientras que la comunicación digital del RS485 en los pines HD, HE, HF donde HD es el pin común, HE y HF formato de transmisión datos de señal serial bipolar Rx y Tx a una velocidad de 9600 bps, a continuación se tienen los pines C y LA que son las entradas digitales que se envían desde el tablero o botonera, además se tiene la señal del sensor con la cual se ve el voltaje y por último consta de una resistencia de 2,49 ohmios en los pines V+ y V- que sirve de protección del controlador, esta instalación está diseñada para el cortador que se encuentra en la máquina y es parte del proceso final de la extrusión.

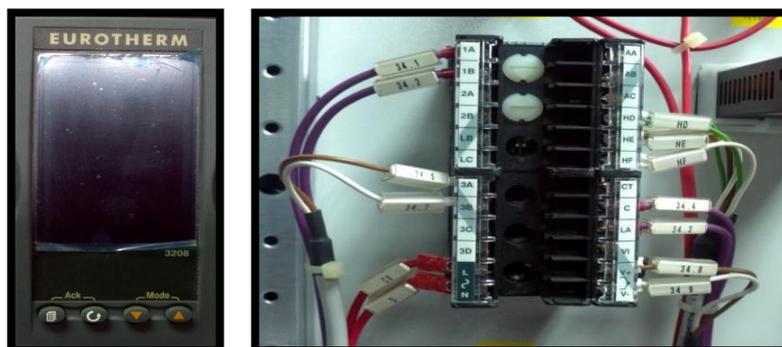


Figura 3.4: Controlador 3208 (Velocidad) y sus respectivas conexiones vista frontal y posterior [18]

En este mismo tablero se encuentran los controles del tornillo extrusor y alimentación forzada (Ver figura 3.5), el controlador Eurotherm 3208 tiene un cambio en su configuración e instalación para la velocidad de los motores los cuales se pueden controlar a través de botoneras para aumentar o disminuir su velocidad y a su vez son controlados por los variadores de frecuencia MICROMASTER-440, estos controladores son los que tienen el bloqueo al energizar el tablero y para este inconveniente se revisó los parámetros que tenían, procediendo a compararlos con los datos de placa respectivos de cada motor y se los programo desde el mismo controlador, también con el programa Eurotherm iTolls se observa la dirección en la cual se encuentra la librería de COMMS y el resto de parámetros, para lo que se deben considerar el parámetro INPUT donde se tienen los rango altos y bajos de cada motor como el valor PV “Input Value” que es valor el cual se va a modificar desde las botoneras del tablero. Para esta instalación solo se utilizaron las salidas 3A y 3B, L~N que son de alimentación eléctrica, HD, HE, HF que indican comunicación serial y la entrada del sensor en mV (mili voltios).

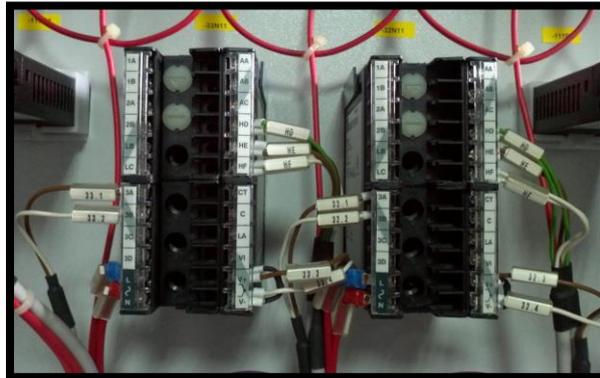


Figura 3.5: Conexión controlador de tornillo y dosificador [18]

Para la dosificación de agua y el ingreso de harina o materia prima, se verifica el peso en (kilogramo) realizándolo desde las botoneras del tablero y controlador Eurotherm 3504 (Ver figura 3.6) que es la parte frontal del controlador.



Figura 3.6: Controlador Eurotherm 3504 vista frontal [18]

Para la configuración del controlador Eurotherm 3504 (Ver figura 3.6), se requiere conocer la receta que se va a establecer y así detallar los parámetros de temperatura como de dosificación de agua, para procurar que la masa quede con una densidad adecuada y no presente ninguna eventualidad al momento de realizar su paso para ser pre cocinada por el tornillo de extrusión.

puede observar que en los pines 3C y 3D tiene la alimentación +/- 24V y así mismo alimentación de línea en el pin L (alimentación que puede ser desde 100 a 240 VCA a 50/60Hz) mientras que en el pin N se encuentra la conexión a neutro, y por otro lado el relé AA(OP4), comunicaciones digitales o IP de punto de consigna remoto, una entrada CT y otra entrada digital, finalmente se encuentra la entrada de sensor en los pines V+ y V-.

El proceso de control lo realiza mediante el calentamiento de las resistencias que se encuentran en el tornillo de extrusión y para tener el control según el set point configurado hace la recirculación de agua lo que origina un margen de temperatura que se encontrara alrededor del set point hasta tener un valor estable de temperatura, el cual es controlado con la circulación de agua a través de las resistencias.

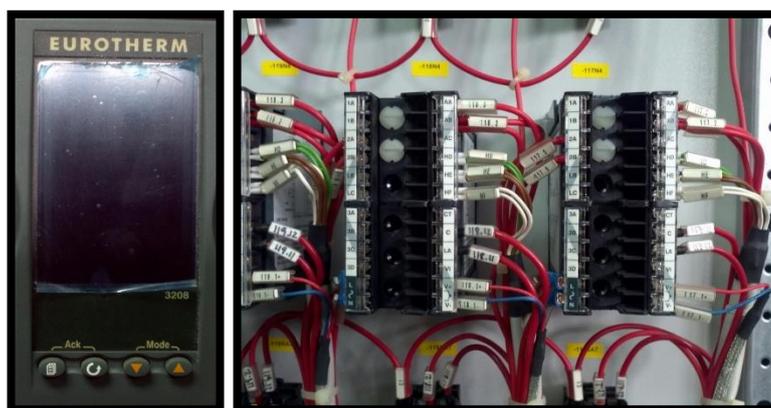


Figura 3.8: Controlador 3208 (Temperatura) y sus respectivas conexiones vista frontal y posterior [18]

La tercera puerta del tablero control se tienen los controladores Eurotherm de temperatura de cada resistencia térmica que utiliza para el precocinado de la mezcla que pasa por el tornillo del extrusor hasta la salida del cortador, también se cuenta con el control de temperatura del cabezal.



Figura 3.9: Vista del tablero 3 con los controladores de temperatura [18]

3.2 Mantenimiento de motores, sensores y actuadores

Para analizar el proceso se debe empezar poniendo la materia prima dentro de la tolva ya que tiene un sensor FTC-260 (Ver figura 3.10), el cual es un sensor capacitivo que calcula el peso en kilogramos de la materia prima a ser procesada. Este sensor consta con la capacidad de medir una granulometría hasta 30 mm. Debido a que la constante dieléctrica del material es muy pequeña, se ajusta a la acumulación en su sonda, efectuando cambios en su parametrización, que puede ir de peso mínimo a máximo en el interior de la tolva.

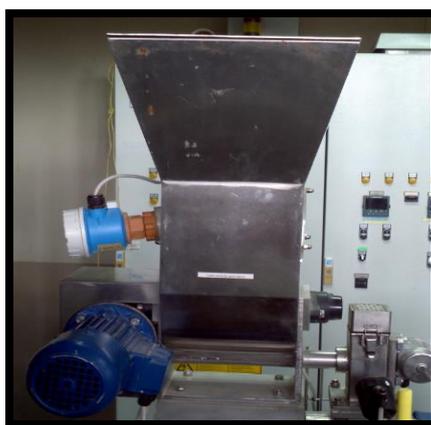


Figura 3.10: Sensor FTC-260 y tolva [18]

La habilitación de la dosificación de harina se realiza mediante la botonera de ON-OFF desde el panel secundario instalado en el tablero junto a la máquina Extrusora (Ver figura 3.11).

Donde se encuentra un botón de paro de emergencia al alcance del operador y se puede manipular la apertura de válvula mediante botones de incremento y decremento controlando el porcentaje de agua que se desea mezclar con la materia prima visualizándolo en el monitor Eurotherm, lo mismo ocurre con el dosador que puede controlar el peso de materia prima a mezclar, de igual manera que el botón anterior y su respectiva visualización del control ON-OFF.

Lo mismo ocurre con el control de velocidad del cortador teniendo las funciones idénticas que los botones anteriores claro que para este caso se debe aumentar o disminuir la velocidad con que gira el cortador.

El selector que se encuentra en la parte inferior de la figura 3.11 sirve para hacer la operación manual o automática y la luz piloto blanca nos indica la seguridad tapa amasadora, para supervisar lo que se está mezclando antes de pasar al tornillo extrusor, donde se encuentra el pulsador de color blanco para adición de agua dentro del mezclador, desbloqueo de dosificación cuando se ha levantado la tapa de mezclado y así reiniciar el sistema desde el tablero principal, luego se presiona el pulsador azul que indica restablecimiento seguridad tapa amasadora, para que el sistema restaure su operación normal.



Figura 3.11: Panel de control para operador [18]

Para el mantenimiento de los motores es necesario saber sus parámetros de placa (Ver tablas 1 y 2) que se encuentran en la carcasa de cada motor, se debe observar el área de operación de los motores alejándolos de humedad, vibraciones mecánicas, polvo y previéndoles una buena ventilación, además realizar la inspección visual externa del equipo.

Las partes físicas visibles, corrosión, golpes o daños físicos, desgaste de piezas mecánicas y armar un reporte para tener constancia del estado del motor, para la parte eléctrica se debe realizar una verificación de conectores o empalmes y reportar los que se encuentren en mal estado para su respectivo mantenimiento, así como revisión de porta fusibles, siguiendo la línea de conexiones hacia los contactores y verificándolos con mediciones de continuidad usando el multímetro.

	MOTOR 1	MOTOR 2	MOTOR 3
	MEZCLADOR	TORNILLO EXTRUSION	ALIMENTACION FORZADA
MARCA	ARZIGNANO	ARZIGNANO	ARZIGNANO
MODELO	2BS 80 B6	2BS 132M B4	2BS 80 A4
NUMERO	1561227	1561226	1561228
IP	55	55	55
VOLTAJE(V)	220/380	220/380	230/380
FRECUENCIA(HZ)	60/60	60/60	60/60
POTENCIA(KW)	0,55/0,55	9,2/9,2	0,55/0,55
REVOLUCIONES	1095/1095	1750/1750	1675/1675
A MAX	3/1,75	35,2/20,3	2,6/1,5
COS(ϕ)	0,75/0,75	0,80/0,80	0,80/0,80

Tabla 1: Motores especificaciones

La limpieza del polvo externo para eliminar su suciedad o simplemente la limpieza se recomienda realizar con compresor de aire comprimido o limpiadores eléctricos permitidos, cada motor posee un tapón para la verificación del lubricante que tiene y debe cuidar su uso, controlando su llenado para que sus rodamientos y engranajes internos consten con el lubricante necesario para evitar el desgaste, luego de realizar los pasos anteriores se procedió a realizar la energización de uno a uno los motores y comprobar su correcto funcionamiento.

Estos motores deben estar protegidos contra sobrecargas por dispositivos internos o externos independientes, para esto cuentan con un relé térmico de corriente continua nominal a plena carga del motor.

	MOTOR 4	MOTOR 5	MOTOR 6
	ENFRIADOR	CORTADOR	DOSIFICADOR
MARCA	ARZIGNANO	ARZIGNANO	ARZIGNANO
MODELO	2BS 63 A2	48FS 80 A2	071FG170802
NUMERO	1561240	1561524	1561234
IP	55	55	44
VOLTAJE(V)	220/380	220/380	115
FRECUENCIA(HZ)	60/60	60/60	60
POTENCIA(KW)	0,18/0,18	0,75/0,75	0,02
REVOLUCIONES	3380/3380	3370/3370	2950
A MAX	1,25/0,72	3,4/2	0,22
COS(ϕ)	0,72/0,72	0,83/0,83	0,00

Tabla 2: Motores especificaciones

A fin de proteger el sistema contra elevación de temperaturas se usan las protecciones térmicas que están instaladas en la parte interna del mismo. Los sensores de temperatura termo resistencia tipo RTD nos permite monitorear la temperatura absoluta, así el relé podrá efectuar la lectura de la temperatura y la parametrización de las alarmas con su respectivo apagado para cuidar el motor.

Las temperaturas que maneja el tornillo extrusor son cuatro para el pre cocido de la materia prima mezclada, para controlar estas temperaturas se usa un sistema de agua, que realiza el respectivo enfriamiento de la misma con la apertura de válvulas electros neumáticos controlando la temperatura en su valor de set point.

La extrusión tiene proceso termo-mecánico, es decir, inducción de energía térmica y mecánica para aplicar a las distintas mezclas de harina para la cual se utilizan altas temperaturas al igual que sensores como la termocupla, que al aumentar su temperatura en la unión de sus materiales distintos genera un voltaje muy pequeño y este aumenta con la temperatura, estando conectadas con la línea de agua para el enfriamiento de las resistencia que se calientan para llegar a la temperatura deseada del proceso de la extrusión de harina, abriendo las válvulas controladas por presión de aire, teniendo también la visualización de estas temperaturas a través de los manómetros como se observa en la figura 3.12.

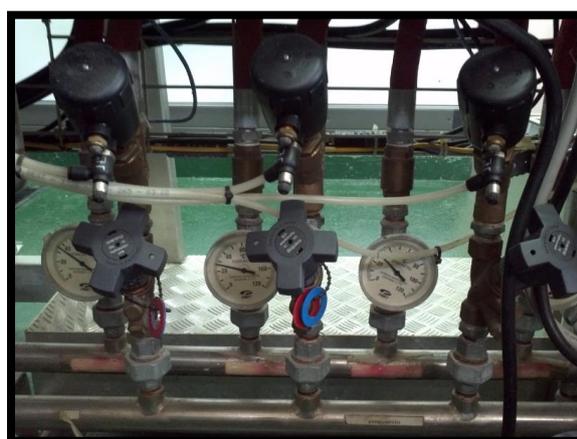


Figura 3.12: Control de enfriamiento de temperatura [18]

Las controles de las válvulas son accionadas de forma neumática (Ver figura 3.13) para este caso es la dosificación de agua la cual permite realizar la pre mezcla con la materia prima en donde es enviada una señal en porcentaje de apertura de la misma la cual se controla desde el panel de operador que está en la maquina extrusora y se le puede dar la cantidad que se desea abrir o cerrar según sea solicitado por la receta del usuario.



Figura 3.13: Válvula con control neumático [18]

El módulo o unidad de mantenimiento de aire para el control de las válvulas accionada neumáticamente el cual se debe controlar con la purga de agua para no dañar el compresor y mantener un flujo constante de aire en todo el sistema de apertura o cierre de las válvulas ya descrita anteriormente.

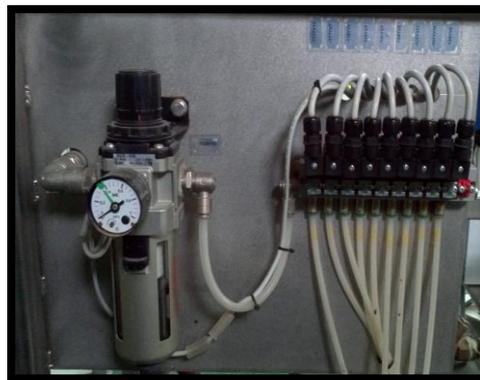


Figura 3.14: Unidad de mantenimiento de aire [18]

3.3 Comunicación de software en tablero y máquina Extrusora

La comunicación y licencias del equipo no se encontraban actualizadas, así que se procedió a actualizar la maquina con Microsoft Windows XP Professional Sp2 y así poder obtener acceso al mismo. No se realizó actualización de software con el fin de evitar alguna interferencia o actualización innecesaria del programa InTouch que realiza la supervisión de la máquina extrusora, este se encontró inhabilitado y desactualizado, por lo cual se lo actualizó en su versión de OPC SERVER Wonderware MODBUS 7.5.0.7 y se efectuó la descarga del Modbus.exe el cual genera una serie de códigos vinculados al programa y da fácil acceso al supervisor, ya iniciado el programa InTouch se pueden ver las características del programa y datos de la empresa Pavan a la que se adquirió la extrusora.

En la Figura 3.15 se divisan los datos del software instalado y así mismo la inexistencia de comunicación entre el programa y la máquina.



Figura 3.15: Vista del programa iniciado [19]

Para poder tener acceso al programa se puede acceder con el usuario y contraseña, para lo cual nos da un nombre de operador Administrator en un nivel 9999 facilitando la observación de comunicación que se logra obtener, visualizando el cambio de color de rojo a verde en los iconos de comunicación los cuales son los controladores Eurotherm mencionados anteriormente en el punto 3.1, todo esto lo logramos visualizar en la Figura 3.16 añadiendo que se obtuvo que realizar una actualización en el sistema SCADA ya que con las actualizaciones los parámetros guardados en el programa se reiniciaron lo cual nos complicó la comunicación del supervisor con el tablero.



Figura 3.16: Vista del acceso al programa [19]

Ya iniciando el programa se puede acceder en la parte de recetas para observar las que ya se encuentran ahí guardadas, tal como se muestra en las Figura 3.17 en la cual se ven las recetas con las que se puede trabajar en la extrusora.

Descripción	SP	PV	Uned	Descripción	SP	PV	Uned	Descripción	SP	PV	Uned
Peso Especifico Sémola	0.61		Kg/dm ³	Cabezal - Control Temperatura	100.0	26.3	°C				
Cantidad Harina	36.5	0.0	Kg/h	Cortador	35.2	0.0	Hz				
Cantidad Agua Masa	15.0		%								
Cantidad Agua Masa	5.5	0.0	L/h								
Alimentación Forzada		0.0	Rpm								
Tornillo de Extrusión		150.0	Rpm								
Sección 1 Temperature	70.0	26.2	°C								
Sección 2 Temperature	80.0	26.4	°C								
Sección 3 Temperature	90.0	26.7	°C								
Sección 4 Temperature	90.0	26.4	°C								
Secciones Enfriamiento	70.0	27.5	°C								

Figura 3.17: Vista de lista de recetas [19]

Ya escogiendo una receta se puede visualizar los datos establecidos para cada una de las mismas, como se muestra en la Figura 3.18 se logra ver completamente los parámetros tales como peso específico del material que se va a usar, que en este caso es la sémola y además se debe incluir harina, también con el dato de su peso específico, además se ven los datos de dosificación de agua en conjunto a las temperaturas de cada una de las resistencias ubicadas en el tornillo de extrusión.

Descripción	SP	PV	Uned	Descripción	SP	PV	Uned	Descripción	SP	PV	Uned
Peso Especifico Sémola	0.61		Kg/dm ³	Cabezal - Control Temperatura	100.0	26.3	°C				
Cantidad Harina	36.5	0.0	Kg/h	Cortador	35.2	0.0	Hz				
Cantidad Agua Masa	15.0		%								
Cantidad Agua Masa	5.5	0.0	L/h								
Alimentación Forzada		0.0	Rpm								
Tornillo de Extrusión		150.0	Rpm								
Sección 1 Temperature	70.0	26.2	°C								
Sección 2 Temperature	80.0	26.4	°C								
Sección 3 Temperature	90.0	26.7	°C								
Sección 4 Temperature	90.0	26.4	°C								
Secciones Enfriamiento	70.0	27.5	°C								

Figura 3.18: Lista de recetas con sus datos parametrizados [19]

A continuación se muestra la Figura 3.19 del sistema Scada con el que cuenta la máquina, el cual se tuvo que proceder a organizar y configurar de nuevo ya que debido a las nuevas actualizaciones de software se perdieron datos, los cuales no se encontraban acorde con los que estaban dentro de los controladores del tablero de control, para finalmente restaurar sus parámetros y así establecer la conexión entre el servidor y el tablero de control.

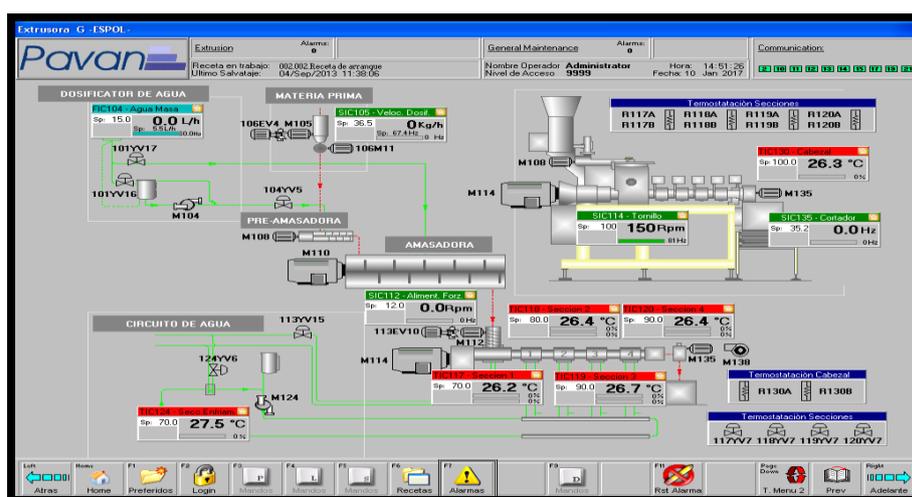


Figura 3.19: Sistema SCADA de la máquina [19]

Con la maquina en funcionamiento se puede supervisar cada una de las etapas con las que cuenta la extrusora de alimentos las cuales se dan de la siguiente forma: inicializando con la puesta del producto estableciendo el peso específico de la receta en la tolva para poder dar marcha al dosificador de harina y dosificador de agua, para que estos lleguen a iniciar la mezcla y pase a la cámara de la mezcladora, todo esto lo hace en un proceso lento para asegurar la eficacia del sistema y así mismo la calidad de la mezcla, mientras un operador se encarga de observar el sistema SCADA en el supervisor otro operador debe estar pendiente de ver en el tablero la corriente con la que está trabajando el motor de la mezcladora para que este no exceda su valor de corriente nominal mayor a los 15 amperios, en caso que la corriente aumente y sobrepase este valor indicara que el motor está realizando más fuerza de lo

debido y se deberá ingresar más agua para que la mezcla se de en viscosidad y así el motor reduzca el esfuerzo al momento de trabajar en el proceso de mezcla.

En la Figura 3.20 se puede observar el sistema SCADA de la extrusora y el controlador digital con la dirección de comunicación 11 tal como se ve en la imagen.

Este visualizador es el único de los controladores de comunicación con el que se puede variar la velocidad desde el supervisor.

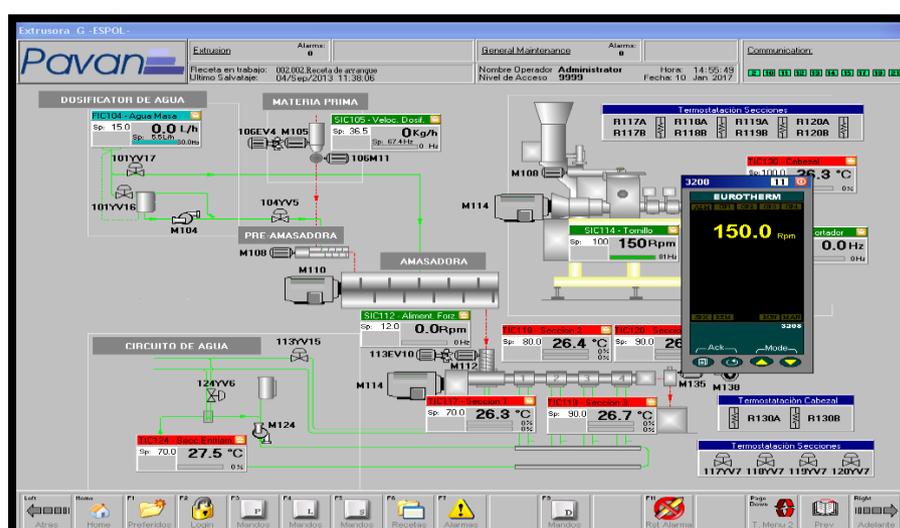


Figura 3.20: Controlador visual del tornillo de extrusion en sistema SCADA
[19]

En la siguiente Figura 3.21 se logra obtener la visualización del controlador de velocidad de cortador en este caso no se tiene opción variar sus parámetros, solo se cuenta con la opción de supervisar en el sistema SCADA para visualizar algún error o advertencia en esta área de la máquina.

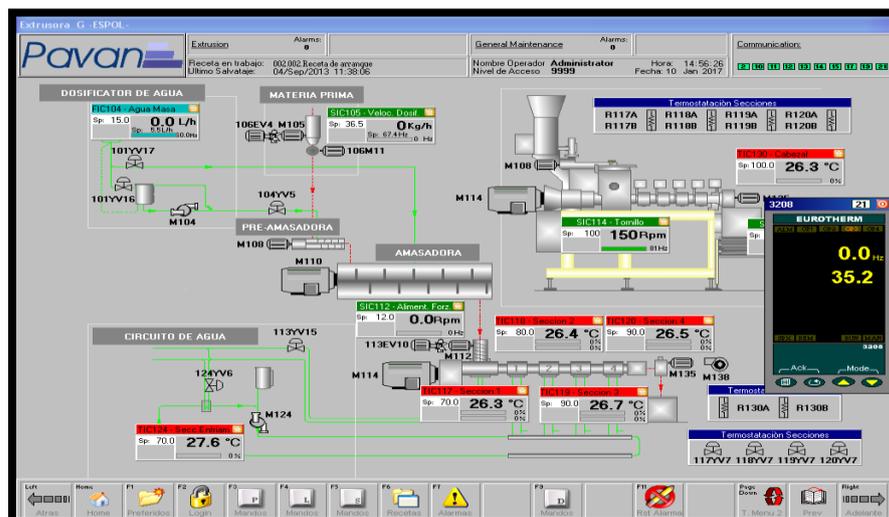


Figura 3.21: Controlador visual del cortador de extrusion en sistema SCADA [19]

En la siguiente Figura 3.22 se logra obtener la visualización del controlador de la alimentación forzada de cortador en este caso no se tiene opción variar sus parámetros, solo se cuenta con la opción de supervisar en el sistema SCADA para visualizar algún error o advertencia en esta área de la máquina.

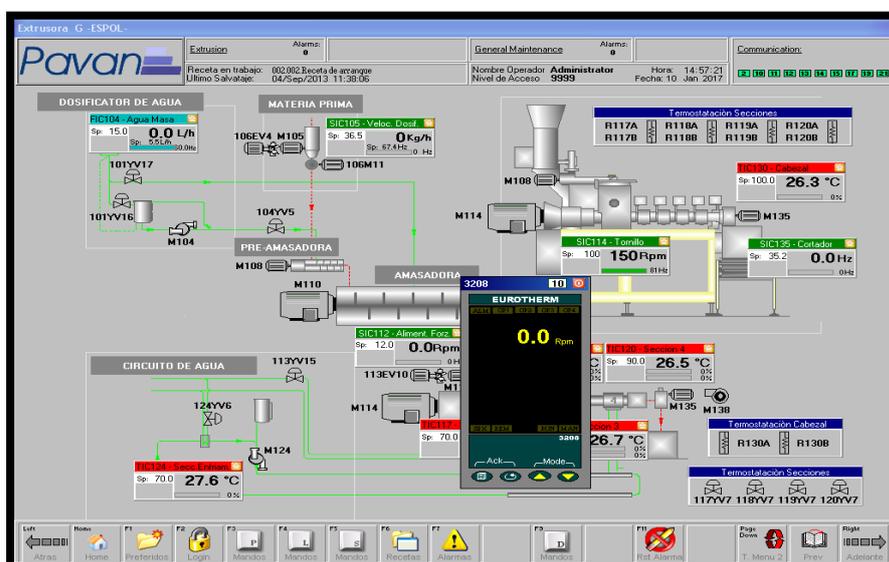
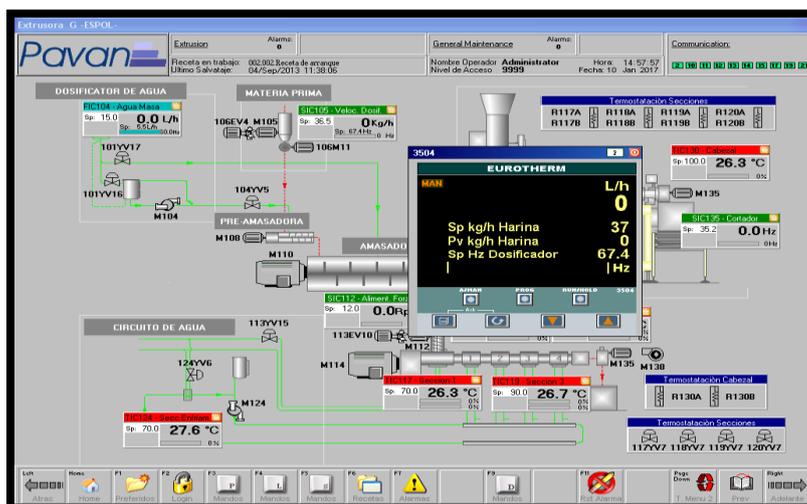


Figura 3.22: Controlador visual de la alimentación forzada en sistema SCADA [19]

En la siguiente Figura 3.23 se logra obtener la visualización del controlador de la dosificación de agua y peso establecido en este caso no se tiene opción variar sus parámetros, solo se cuenta con la opción de supervisar en el sistema SCADA para visualizar algún error o advertencia en esta área de la máquina.



CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

En este capítulo se describe el encendido del tablero, motores, verificación de sensores activos, actuadores, configuración de controladores y sistema de comunicación entre supervisor y maquina extrusora.

4.1 Resultados obtenidos con el tablero eléctrico

De acuerdo a nuestro análisis de verificación del tablero se procedió a revisar el manual eléctrico que posee esta máquina extrusora con orden M0113105, matrícula 3101311, tensión 220 voltios, frecuencia 60 Hertz, potencia instalada 17 kilowatts, corriente absorbida 65 amperios, auxiliares AC 115 voltios, auxiliares DC 24 voltios según la norma IEC, comprender y leer planos eléctricos, es decir, seguir una secuencia de cableado comprobando voltaje, presionando botoneras, verificando conectores.

Para la alimentación trifásica (Ver figura 4.1) se cuenta con un analizador de variable eléctrica y un contador de energía el cual está en buen estado.



Figura 4.1: Analizador de redes Modelo WM22-DIN estado apagado [18]

Después de encender el tablero se cuenta con una correcta energización y se puede trabajar de una manera correcta conociendo la energía utilizada (Ver figura 4.2).



Figura 4.2: Analizador de redes en función trabajo [18]

Se puede observar como los contactores están operativos y listos para activarse en caso de ser requeridos, como por ejemplo: cuando le haga falta presión, agua, o los motores no estén trabajando dentro de los parámetros que el cliente le asigna para su funcionamiento dentro del proceso de extrusión. Estos contactores se activan y desactivan dando inicio a las alarmas (Ver figura 4.3)

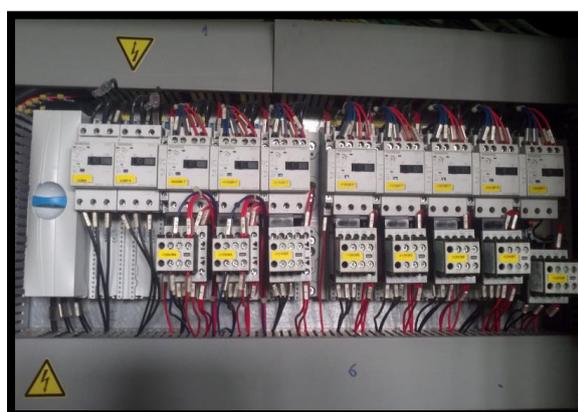


Figura 4.3: Grupos de contactores [18]

La alarma se activa con el objetivo de dar prevención a cualquier error que esté ocurriendo dentro del proceso (Ver figura 4.4). En este caso se muestra la alarma de prevención del sistema arrancando el selector para encender el panel principal, del cual se hizo mención anteriormente, que consistía en bloquear los controladores por sistema de seguridad.



Figura 4.4: Alarma visual y sonora [18]

Los Drivers Micromaster son arrancadores o variadores de frecuencia y como se observan en la figura 4.5 se los observa apagados, esto se debe a que los controladores Eurotherm están bloqueados y no permite el encendido de los mismos. Mientras que al ser desbloqueados los controladores inmediatamente se encienden los drivers tal como se muestra en la figura 4.6.



Figura 4.5: Variadores Micromaster 440 modo OFF [18]



Figura 4.6: Variadores Micromaster 440 modo ON [18]

Los controladores Eurotherm quedan operativos, el 3504 es el que controla el porcentaje de agua que se desea mezclar con la dosificación de harina o materia prima, para obtener una masa de densidad suave y pueda pasar por el tornillo extrusor, como se puede observar en la figura 4.7 la parte superior izquierdo de la pantalla muestra un anuncio de color rojo con el mensaje de “alarm”, el cual nos indica bloqueo y por ende es activada la alarma acústica.



Figura 4.7: Controlador 3504 bloqueado [18]

Luego de presionar los botones de inserción de circuito de mando y apagar alarma se obtuvo el desbloqueo de este controlador (Ver figura 4.8) quedando operativo para proceder a dosificar la materia prima junto con el agua para realizar su mezcla.



Figura 4.8: Controlador 3504 sin bloqueo [18]

La segunda puerta del tablero consta de 3 controladores Eurotherm 3208 los cuales son usados para controlar la velocidad de motores mientras que en la tercera puerta del tablero consta de 6 controladores Eurotherm de temperatura que son 4 de las resistencias, 1 de extrusión y 1 temperatura del cabezal.

4.2 Resultados obtenidos con la extrusora

Con el encendido de motores se observó el funcionamiento en cada etapa de la misma desde el sensor FTC-260 mide la cantidad de harina o granulometría que en ella se deposita y hace activar el vibrador para que el material circule en pequeñas cantidades y así sea mezclado con el agua.

Se observa que las válvulas se activan neumáticamente visualizando su vástago en posición de apertura, estas válvulas también trabajan para el enfriamiento de las resistencias que están en el túnel de extrusión interviniendo dentro del proceso de enfriamiento de las resistencias. Las presiones también varían y esto se puede evidenciar en sus medidores o manómetros, los cuales ayudan a llevar un control de presión y calentamiento de las resistencias (Ver figura 4.9).



Figura 4.9: Válvulas neumáticas y manómetros de presión [18]

La presión que se encuentra en el compresor para la activación de las válvulas neumáticas se debe verificar que se haya realizado su respectiva limpieza para evitar cualquier obstrucción del aire y así pueda llegar a cumplir su función completa de abrir o cerrar las válvulas según la función que se esté realizando en el proceso de extrusión (Ver figura 4.10)



Figura 4.10: Válvula neumática [18]

4.3 Resultados obtenidos con el supervisor

En esta parte se puede adjuntar los resultados de la programación del circuito ya que al inicio de esta no se tenía ningún tipo de comunicación entre el servidor y la máquina. Los controladores de los tableros eléctricos de velocidad de los motores y temperaturas así como de las resistencias no tenían comunicación alguna con el supervisor de Modbus. Así como se puede observar en la figura 3.16 Vista del acceso al programa en la que se ve las opciones de comunicación correcta en la parte superior derecha de la pantalla las cuales se muestran de color verde.

Con esto se demuestra en las siguientes imágenes la comunicación y funcionamiento de cada uno de los controladores con sus respectivas graficas obtenidas del supervisor para ver sus cambios con respecto al funcionamiento de la planta por etapa, como se ha clasificado el porceso de la elaboración de cereales con ayuda de la extrusora de alimentos.

A continuación se muestra el proceso de elaboración de una nueva receta utilizando nuevos parámetros y cargando la misma dentro del supervisor, para la cual únicamente se trabajará con maicena ya que las recetas anteriores se basaban en gritz de maiz y debido a que la demanda dentro del pais es casi nula no se produce, por ende se procedió a trabajar con maicena ya que su granulidad es la más cercana al gritz de maiz, configurando nuevos parámetros para la elaboracion del cereal a base de maicena como se puede observar en la figura 4.11

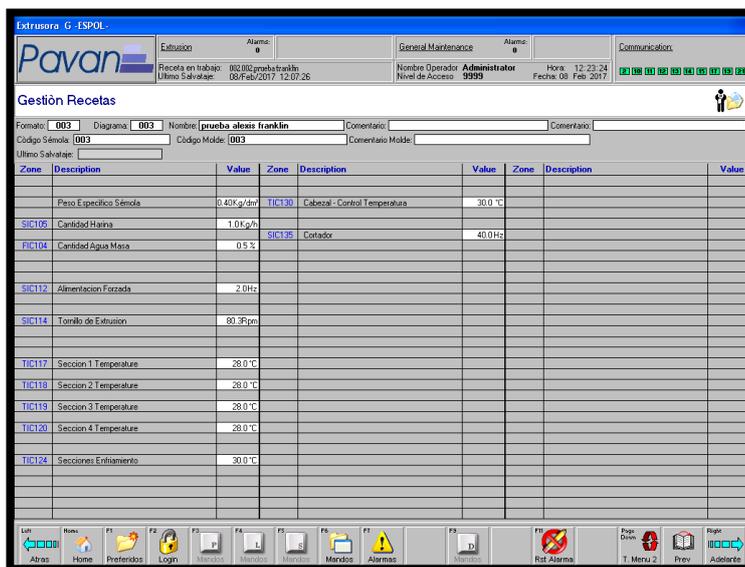


Figura 4.11: Controladores de temperatura de resistencias [18]

Ya observando la comunicación adecuada de las resistencias entre el panel y el supervisor se puede observar el conjunto de imágenes en las que se muestran los cambios de temperatura con respecto al tiempo transcurrido de trabajo y esto se lo puede observar en la figura 4.12 lo que nos muestra la comunicación de las mismas.

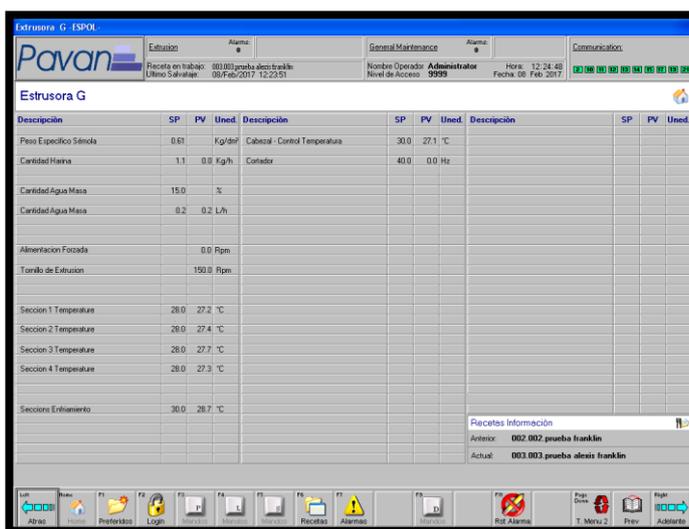


Figura 4.12: Controladores de temperatura de resistencias [18]

Y siguiendo con el manual, se puede dar por encendida la amasadora y así mismo la dosificación de agua para ver el inicio de la mezcla de la materia prima y en el supervisor lograr observar los resultados al momento que se encuentra trabajando la mezcladora y ver si algunos de los parametros esta variando como se menciona en el manual (Anexo 1),

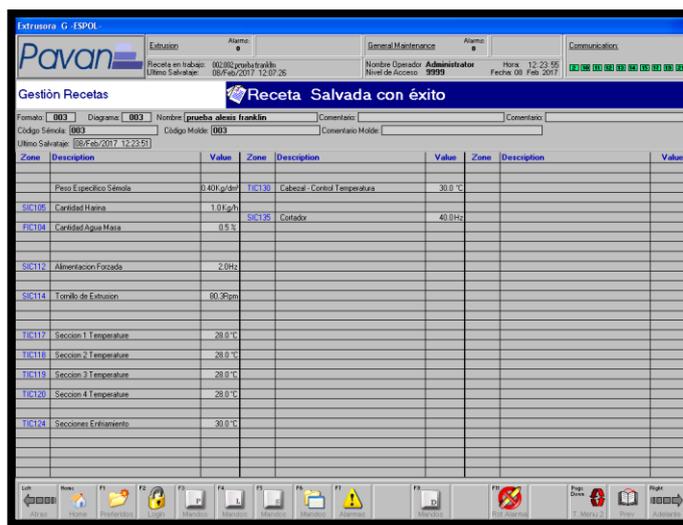


Figura 4.13: Controladores de temperatura de resistencias [18]

La siguiente etapa a iniciar corresponde al encendido del tornillo de extrusión, así como la alimentación forzada lo que da inicio para que la masa empiece el recorrido a través del tornillo de extrusión y como ya se mencionó anteriormente las resistencias estan encendidas estas lo que realizan es la precoción de la masa para que asi tenga consistencia a la salida y con ayuda del molde y cortador dar forma al cereal. los resultados obtenidos del tornillo de extrusión se logra observar en la figura 4.14 en la cual se observará las gráficas y cambios de velocidad según sea el caso del tipo de cereal que se quiera obtener al final y para este caso se ha tomado la figura 4.15 para representar el producto final que se ve como resultado final y cabe recalcar que la parte de enfriamiento del cabezal solo seca en cierto porcentaje el producto final aquí requiere un nuevo proceso para dar el acabado al producto.

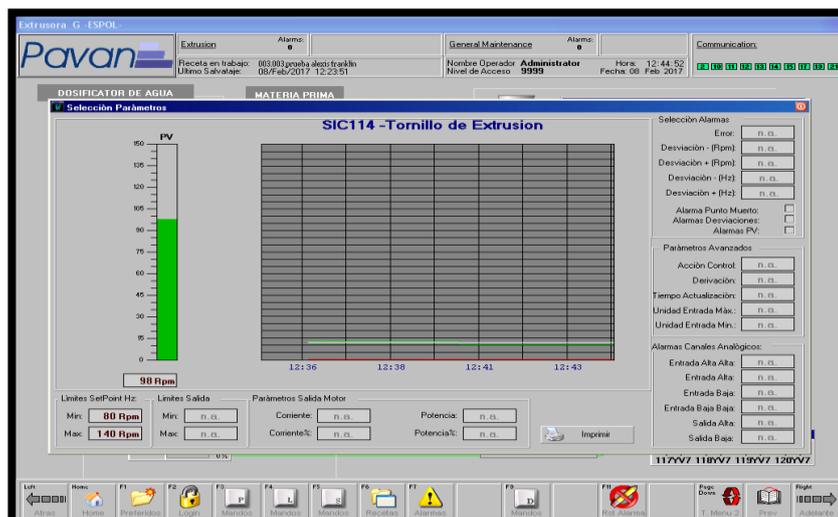


Figura 4.14: Graficas del tornillo de extrusion [18]



Figura 4.15: Producto final obtenido [18]

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo de esta tesis era crear un sistema de evaluación y manejo operacional que fuera capaz de identificar el proceso de la extrusión de alimentos en la planta M0113105. Con este objetivo se quería lograr en primera instancia el correcto funcionamiento de la planta extrusora de alimentos creando un manual de operación y mantenimiento, para así poner en marcha prácticas dentro del laboratorio de operaciones unitarias y ayudar a los estudiantes de la carrera de ingeniería en alimentos a desarrollarlas, logrando así tener al final de esta tesis una planta operativa contando con sus respectivos manuales de operación y mantenimiento al fin de ser utilizado por los profesores encargados como estudiantes que utilicen la máquina extrusora de alimentos.

Un aspecto importante para que el programa del supervisor sea funcional es la velocidad en cuanto a comunicación ya que debe ser en tiempo real, es decir, comunicación inmediata entre los controladores y supervisor, el programa realiza una simulación del funcionamiento de la planta mostrando cada elemento de la misma y los datos operacionales de los mismos como sus gráficas versus tiempo y parámetros establecidos por el usuario, logrado obtener la comunicación deseada entre la interfaz hombre máquina mediante el supervisor de Wonderware.

En la investigación se han abordado las tres etapas de la planta extrusora de alimentos como son: panel eléctrico, máquina y supervisor. Para los cuales se trabajó de forma independiente con su respectivo mantenimiento y así cumpliendo con las normas establecidas para cada uno de ellos. Del análisis de los aspectos teóricos encontrados en las normas se observa que se trata del método de mantenimiento preventivo para preservar los equipos y se recomienda la elaboración de un plan de mantenimiento, lo cual se logró obtener un informe de para dar mantenimiento según el tiempo de operación que tendrá la planta extrusora dentro del laboratorio de operaciones unitarias.

Del análisis de los ejemplos de recetas creadas en este trabajo de materia integradora se concluye que las variables tanto de dosificación de agua como harina dependen del grado de granulometría de la materia prima ya que según esta, se puede definir el grado de dosificación para obtener la mezcla adecuada de masa para los distintos cereales, ampliando así la restricción de trabajar solo con gritz de maíz, ya que por su falta de producción dentro del país es difícil encontrar, debido a la baja demanda que se tiene en el país por motivos de no contar con Plantas industriales para la producción de cereales dentro de Ecuador, logrando trabajar con maicena y obteniendo el producto deseado conforme a los estándares esperados dentro del laboratorio de operaciones unitarias recomendando de esta manera la creación de nuevas recetas de producción.

Dentro de un proyecto tan ambicioso como lo fue éste, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo; por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto, la complementación del sistema de dosificación para la demanda y el tiempo de espera, y aún más recomendable sería la implementación de más recetas en el proceso de extrusión de alimentos, para hacer comparaciones entre los resultados obtenidos por estas y ampliar el campo de producción de cereales.

Se recomienda tener un compresor de aire y una instalación de agua para el uso exclusivo de la extrusora de alimentos, ya que este laboratorio cuenta con un solo equipo y en las prácticas realizadas por las distintas plantas que en ella se encuentran, la presión de aire no abastece para todas las máquinas, lo que ocasiona la activación de las alarmas tanto de presión de aire y de agua, deteniendo la producción hasta reestablecerla y continuar con la proceso.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Pavan, Plants For The Food Industry, 0, 2011, Tablero-pagina 1

[2] Matsushita Electric Works, Ltd. (2016, Diciembre 14). Panasonic [Online/pdf]. Disponible en:

<http://www.alliedelec.com/m/d/46617ff4119f2300250e5e6843a98fe1.pdf>

[3] Electric Automation Network (2016, Diciembre 14). Electric Automation Network [Online]. Disponible en:

<http://www.electricalautomationnetwork.com/es/eaton-moeller/pulsador-doble-eaton-moeller-284817-m22s-ddlf-ws-x1-x0>

[4] Electric Automation Network (2016, Diciembre 14). Electric Automation Network [Online]. Disponible en:

<http://www.electricalautomationnetwork.com/es/eaton-moeller/piloto-blanco-m22-l-w-eaton-moeller-216771-m22-l-w>

[5] Operating Instructions (2016, Diciembre 14). Micromaster 440 [Online]. Disponible en:

<https://inverterdrive.com/file/siemens-micromaster-440-manual>

[6] Eurotherm (2016, Diciembre 14). Controladores de Temperatura/Proceso [Online]. Disponible en:

<http://www.eurotherm.es/products/temperature-controllers/single-loop/3200>

[7] Maquinas de corriente continua. Michael Liwschitz-Garik Clyde C. Whipple, "Motores de c.c.". Continental S.A., Marzo 1973

[8] Italtel (2016, Diciembre 14). Serie Micro [Online]. Disponible en:

<http://www.vibtec.com/pdfs/Manual-12.pdf>

[9] Pavan, Plants For The Food Industry, 0, 2011, Configuración Red-página 25

[10] Solutions Ethernet Industrielles (2016, Diciembre 14). Moxa [Online]. Disponible en: http://www.adm21.fr/CBL-M25M9x2-50_797___1627.html

[11] MODBUS (2016, Diciembre 14). MODBUS [Online]. Disponible en: <http://www.modbus.org/>

[12] Wonderware (2016, Diciembre 14). Wonderware [Online]. Disponible en: <http://www.wonderware.es/hmi-scada/>

[13] Contactores (2016, Diciembre 14). Catalogo Siemens [Online]. Disponible en: <https://www.google.com.ec/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fs3-eu-west-1.amazonaws.com>

[14] Temporizadores (2016, Diciembre 14). Mouser [Online]. Disponible en: http://www.mouser.com/ds/2/307/h3b_-n_l094-e1-02_csm1015158-938633.pdf

[15] Comunicadores RS-485 y MODBUS (2016, Diciembre 14). Universidad de d'AlaAant [Online]. Disponible en: <https://www.accuenergy.com/>

[16] Analizador de redes y contadores de energía (2016, Diciembre 14). catálogo de Siemens [Online]. Disponible en: http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/pienjannitekojeet/kytkent_a_suojaus_ja_ohjaus/kompaktikatkaisijat/lv16-2009-ul-katkaisijat-3vl-osa-5.pdf
visitada 21/12/2016

[17] Breakers (2016, Diciembre 14). catálogo de Siemens [Online]. Disponible en: http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/pienjannitekojeet/kytkent_a_suojaus_ja_ohjaus/kompaktikatkaisijat/lv16-2009-ul-katkaisijat-3vl-osa-5.pdf
visitada 21/12/2016

[18] Fotos planta Extrusora (2017, Enero 23). Disponible en LABORATORIO DE SOBERANIA ALIMENTARIA, AREA DE PRACTICAS 27 C – LSA 2.

[19] Fotos de Software (2017, Enero 23). Disponible en oficina de LABORATORIO DE SOBERANIA ALIMENTARIA, DIRECCION 27 C – LSA 1.

ANEXOS

Anexo 1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA EXTRUSORA
DE ALIMENTOS”

ELABORADO POR:

ALEXIS MORENO SANTOS.

FRANKLIN RAMIREZ BAQUERIZO.

GUAYAQUIL-ECUADOR

FEBRERO/2017



ÍNDICE GENERAL

1. Introducción.....	56
2. Marco teórico.....	56
2.1 Reglamentación y normas establecidas para el mantenimiento eléctrico.	56
2.2 Propiedades o Ventajas.....	57
3. Descripción de actividades.....	58
3.1 Actividades en el panel eléctrico.....	58
3.2 Actividades en la máquina extrusora	58
3.3 Mantenimiento General.....	61

1. Introducción

El manual presentado a continuación describe los aspectos necesarios para mantenimiento de la máquina extrusora de alimentos.

2. Marco teórico

2.1 Reglamentación y normas establecidas para el mantenimiento eléctrico.

Para la parte del mantenimiento eléctrico en primer lugar se debe recomendar las cinco reglas de oro al momento de trabajar con esta clase de equipos eléctricos, esta recomendación es para seguridad del personal que realizara el mantenimiento así como la máquina y evitar daños o pérdidas humanas e innecesarias de los equipos.

Las 5 reglas de oro se las detalla a continuación

1. Desconectar la parte de la instalación en la que se va a trabajar aislándola de todas las posibles fuentes de tensión.



2. Prevenir cualquier posible realimentación, preferiblemente por bloqueo del mecanismo de maniobra.



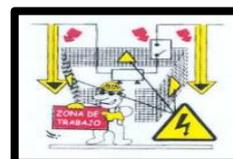
3. Verificar la ausencia de tensión en todos los elementos activos de la zona de trabajo.



4. Poner a tierra todas las posibles fuentes de tensión.



5. Proteger la zona de trabajo frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitarla.



Verificando las reglas de oro establecidas se puede asegurar que los equipos que se encuentran desenergizados y así ya se encuentra listo para iniciar el mantenimiento del panel eléctrico.

Con el fin de conservar en buen estado funcional los interruptores principales y derivados, contactores, botoneras, y en general todos los elementos que integran un tablero, se realiza el servicio de mantenimiento preventivo, el cual consiste en la revisión física, limpieza general, apriete de conexiones, así como pruebas mecánicas y eléctricas.

Lo anterior, se realiza utilizando el equipo de seguridad y herramienta adecuada, así como equipo de medición correspondiente.

Cabe mencionar que durante la ejecución del servicio se cumplen las condiciones de seguridad establecidas en la norma NOM-029-STPS – Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas en los Centros de Trabajo.

2.2 Propiedades o Ventajas

- Trabajar solo personal técnico calificado y uniformado.
- Equipos de medición y prueba calibrados.
- Ajuste de conexiones con torquímetro.
- Uso de equipo de protección personal.
- Informe de Servicio en Digital (PDF)

3. Descripción de actividades

3.1 Actividades en el panel eléctrico.

El servicio de mantenimiento preventivo es aplicable a tableros generales de distribución, filtros de armónicas, bancos de capacitores, centros de carga y centros de control de motores en baja tensión.

Se recomienda realizar el mantenimiento de los tableros anualmente durante el servicio de mantenimiento preventivo a la subestación eléctrica pero en el caso del laboratorio se recomienda realizar un mantenimiento preventivo durante cada mes para evitar daños que puedan generar por el uso continuo en prácticas realizadas.

La descripción se detalla a continuación:

- Registro de datos del tablero correspondiente.
- Maniobras de des-energización y puesta a tierra (mencionados anteriormente en las 5 reglas de oro).
- Revisión y limpieza del gabinete, cables, aisladores, interruptores electromagnéticos y demás componentes que integran el tablero.
- Revisión del sistema de tierras y apriete de conexiones en general.
- Pruebas de operación mecánica de interruptor(es) principal(es) y derivados.
- Medición de resistencia de aislamiento de interruptores electromagnéticos (megóhmetro).
- Medición de resistencia de contactos (micro-óhmetro) del interruptor principal e interruptores electromagnéticos.
- Revisión final, retiro de puesta a tierra y energización.
- Entrega de constancia de servicio realizado.

3.2 Actividades en la máquina extrusora

Para el mantenimiento de la máquina se procederá inicialmente a la revisión de la misma revisando su estado físico y hacer la limpieza adecuada por motivos de descomposición de la materia prima que haya quedado en la máquina por las practicas realizadas.

- Revisar que las llaves de agua y aire estén cerradas antes de encender la máquina.



- Revisar que la tolva de alimentación no tenga residuos de harinas o pruebas anteriores.



- Revisar que el cabezal debe estar abierto, en caso contrario realizar los siguientes pasos:
 1. Abrir el cabezal con ayuda de una llave #19.
 2. Utilizar guantes de protección por el tornillo
 3. Desajustar los tornillos en forma diagonal.
 4. Dejar los pernos del cabezal en una caja con aceite.



- Después de realizar los pasos anteriores proceder a revisar y abrir el tornillo de alimentación forzada.
 1. Desajustar los tornillos del cabezal de la alimentación forzada.
 2. Usar llaves de una pulgada para desajustar los tornillos.
 3. Se debe tener precaución al momento de desajustar los tornillos, hacerlo de manera simultánea para evitar algún daño en el tornillo de alimentación forzada por causa de la presión que ejercen.
 4. Colocar la llave en el sitio correspondiente.
- Ya retirado el tornillo de alimentación forzada se procede a limpiar el mismo para retirar algún residuo de pruebas anteriores.



- Aprovechando que el tornillo de alimentación forzada se encuentra retirado, proceder a limpiar la amasadora con ayuda de un trapo y agua por las impurezas o residuos que existan dentro de la misma.
- Una vez limpio el tornillo de alimentación forzada como el puesto del mismo se procede a ubicar nuevamente el tornillo en su posición original.

- Realizar el ajuste de los tornillos de forma simultánea con las llaves de una pulgada para evitar algún daño del tornillo.
- Revisar que queden bien ajustados hasta que el sensor que está bajo el tornillo haga contacto con su receptor y así no salte el contactor y ocasione problemas al momento de encender la máquina.
- Luego se procede a desajustar la parte del cabezal del tornillo de extracción.
- Sacar el tornillo con el tubo de extracción.
- Realizar la adecuada limpieza del tornillo, así como el puesto donde va para retirar algún residuo de pruebas anteriores.
- Lavar y secar el tornillo
- Al momento de retornar el tornillo de extracción engrasarlos con grasa alimenticia
- Introducir el tornillo de extracción y ajustarlo hacia la derecha.
- Luego de realizar la limpieza y engrase de la máquina se puede proceder a realizar la revisión de aceite de los motores con los que se está trabajando.
- En caso de tener inconvenientes con los motores o válvulas de Presión de aire se recomienda realizar un mantenimiento por una persona con conocimientos del tema mencionado y evitar el daño de los mismos.

3.3 Mantenimiento General

Procedimiento:

- · Medidas de Seguridad:
- · Verificar si es factible desenergizar el tablero antes de su mantenimiento.
- · Verificar que el equipo de protección personal este en buen estado.
- · Verificar que las herramientas y equipos de medición entregados estén en buen estado.
- · Verificación de Planos y Diagramas:
- · Verificar el diagrama unifilar del sistema eléctrico donde se encuentra el tablero a inspeccionar
- · Verificar que las características del tablero corresponden a lo reportado en el diagrama.
- · Verificar que las protecciones indicadas en el diagrama corresponde a las que se encuentran realmente en el tablero físico.
- · Inspección Mecánica.

- · Revisión visual de la integridad del tablero, verificar puntos como: buen estado de la tapadera, cantidad de tornillos que sujetan la tapadera, espacios para circuitos con su protección original o artificial.
- · Verificar que todos los térmicos y/o interruptores termomagnéticos se encuentren correctamente enganchados a las barras de alimentación.
- · Que los tornillos o pernos en los interruptores térmicos y/o termomagnéticos que sujetan a los cables o alambres alimentadores se encuentren bien apretados (verificar flojos o dañados), así como también los pernos que sujetan a los cables alimentadores del tablero.
- · Con una brocha (partes metálicas debidamente aisladas) hacer limpieza en el interior del tablero, removiendo: polvo, sobrantes de aislante de conductor, cinta adhesiva aislante o escombros de instalaciones o reparaciones anteriores.
- · Si existiesen empalmes entre conductores verificar que este se encuentre en buen estado y que la cubierta de cinta adhesiva aislante se encuentre en buen estado.
- · Si el tablero cuenta con pozo de registro verificar estado de las tapaderas, limpieza interna del pozo y buen estado del sistema de drenaje de líquidos dentro del pozo.
- · Inspección Eléctrica.
- · Realizar mediciones de voltaje en los cables alimentadores del tablero:
 - · Entre Fases (A – B, B – C, A – C).
 - · Entre Fases y Neutro (A – N, B – N, C – N).
 - · Entre Neutro y Tierra.
- · Realizar mediciones de corrientes en los siguientes puntos:
 - · Cables alimentadores del tablero (Fases, Neutro y Tierra).
 - · Cables o alambres provenientes de cada interruptor térmico o termomagnéticos.
- · Posterior a las mediciones de corriente verificar el desbalance del tablero.
- · Si existe la disponibilidad de desenergizar algún circuito realizar la medición de la resistencia de aislamiento de dicho conductor con respecto a tierra.
- · Una vez realizado el procedimiento anterior deberá cubrirse nuevamente el tablero con su tapadera dejándola bien sujeta con los tornillos que se encontraron, así también deberá dejarse bien colocada la tapadera del pozo de registro (si existiese) para evitar cualquier accidente.

PARTE II.

- - Realizar un reporte textual y fotográfico del estado del tablero que se inspecciono, el cual deberá incluir aspectos como: características del tablero, mediciones de voltaje, corriente, temperatura y resistencia realizadas, etc. así también una descripción de los equipos más importantes presentes en una subestación.

Anexo 2**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“MANUAL DE USO Y LIMPIEZA DE LA MÁQUINA EXTRUSORA
DE ALIMENTOS”

ELABORADO POR:

ALEXIS MORENO SANTOS.

FRANKLIN RAMIREZ.

GUAYAQUIL-ECUADOR

FEBRERO/2017



Índice

1. Introducción.....	66
2. Pasos para trabajar con el supervisor	66
2.1 Encendido del computador y verificación de la configuración para dar marcha al programa.....	66
2.2 Ejecución del Programa.....	67
2.3 Ingreso al programa Wonderware	70
2.4 Pasos para seleccionar una receta.....	75
2.5 Revisión del estado físico de la máquina extrusora.....	77
2.6 Encendido del Panel e inicio de la producción.....	79
3. Requisitos del sistema	87
4. Funciones básicas del software	88
5. Recomendaciones de uso del software.....	88

1. Introducción

El manual presentado a continuación describe los aspectos necesarios para que el usuario pueda utilizar la máquina extrusora de alimentos. De manera semejante se detallan los pasos a seguir para iniciar el programa Wonderware a ejecutar cuando se realice el proceso de producción o creación de una nueva receta de producción, además de las indicaciones para prevenir errores generados al momento de trabajar con la máquina y creación de nuevas recetas para la producción de cereales.

2. Pasos para trabajar con el supervisor

2.1 Encendido del computador y verificación de la configuración para dar marcha al programa

- Revisar la conexión del punto de 110V y verificar que haya energía y encender la regleta para la alimentación del computador.
- Encender e iniciar la sesión dentro del computador.
- Luego se procede a verificar la resolución de la pantalla del escritorio, la cual debe estar en 1024 x 768.



- En caso de no tener la resolución adecuada se recomienda lo siguientes pasos para configurar la resolución de la pantalla:
 1. Dar clic derecho sobre el escritorio.
 2. En la pantalla que se abre, buscar la opción de propiedades de los gráficos.
 3. Aquí se presentará una nueva ventana en la cual se debe seleccionar pantalla.

4. Buscar la opción de resolución y se escoger la resolución 1024 x 768.
5. Finalizar en aplicar y aceptar.

2.2 Ejecución del Programa.

- Con la resolución de pantalla adecuada “1024x768”, se procede a ejecutar el programa “Modbus.exe”. El cual creara una llave digital para acceder al programa.



- Ejecutado el programa Modbus.exe, buscar el programa Wonderware en el escritorio y abrir para tener el acceso al supervisor de la máquina extrusora



- Inicializado el programa wonderware obtendremos el SCADA, el cual se encuentra con varias pantallas, para lo cual se le da el nombre de PÁGINA empezando desde PAGINA_1 hasta llegar a la PAGINA_8 que se describe a continuación:
 - PAGINA_1. Describe datos específicos de la planta e información del proveedor para este caso PAVAN.

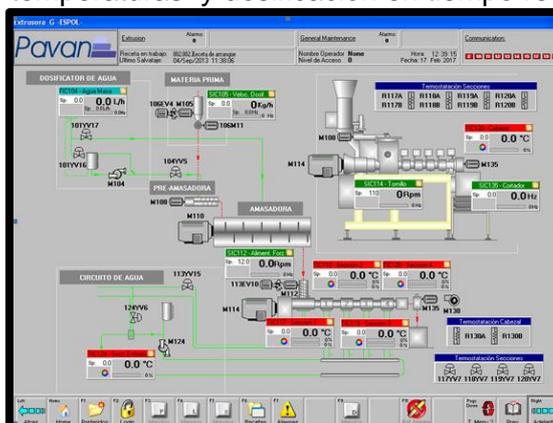


- PAGINA_2. Muestra los datos que se están operando en la máquina.

The screenshot shows the 'Estrusora G' software interface with a data table. The title bar reads 'Estrusora G - SPX'. The table has columns for 'SP', 'PV', 'Usad', and 'Descripción'. The data is as follows:

Descripción	SP	PV	Usad	Descripción	SP	PV	Usad	Descripción	SP	PV	Usad
Peso Especifico Sólida	0.00	0.00	Kg/Kg	Cabedal - Control Temperatura	0.00	0.00	°C				
Cantidad Materia	0.00	0.00	Kg/h	Caudal	0.00	0.00	M ³ /h				
Cantidad Agua Mesa	0.00		%								
Cantidad Agua Mesa	0.00	0.00	L/h								
Alimentación Forzada	0.00		Rpm								
Velocidad de Extrusión	0.00		Rpm								
Sección 1 Temperatura	0.00	0.00	°C								
Sección 2 Temperatura	0.00	0.00	°C								
Sección 3 Temperatura	0.00	0.00	°C								
Sección 4 Temperatura	0.00	0.00	°C								
Sección Extrusora	0.00	0.00	°C								

- PAGINA_3, Muestra la planta en su sistema Scada, donde se controla las temperaturas y dosificación en tiempo real.



- PAGINA_4, Presenta la receta que se está ejecutando.

Zone	Description	Value	Unit
	Peso Especifico Sólido	3.17	gr/gh
	Cantidad Materia	35.55	gr/h
	Cantidad Agua/Masa	15.0	%
	Alimentación Forzada	15.0	gr/h
	Tamaño de Exfoliación	50.0	gr/h
	Sección 1 Temperature	70.0	°C
	Sección 2 Temperature	80.0	°C
	Sección 3 Temperature	90.0	°C
	Sección 4 Temperature	90.0	°C
	Secciones Entrenamiento	70.0	°C

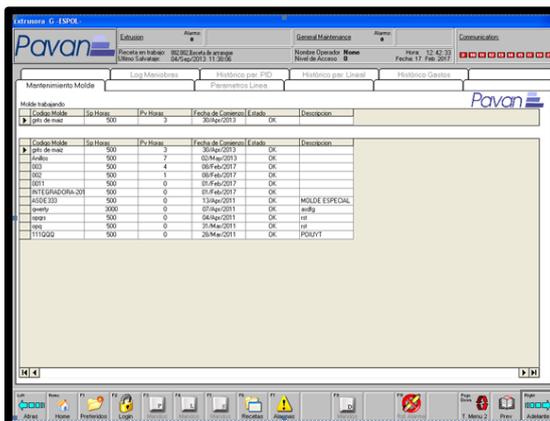
- PAGINA_5, página para crear nueva receta.

Zone	Description	Value	Unit
	Peso Especifico Sólido	3.00	gr/gh
	Cantidad Materia	0.0	gr/h
	Cantidad Agua/Masa	0.0	%
	Alimentación Forzada	12.0	gr/h
	Tamaño de Exfoliación	110.0	gr/h
	Sección 1 Temperature	80.0	°C
	Sección 2 Temperature	80.0	°C
	Sección 3 Temperature	80.0	°C
	Sección 4 Temperature	80.0	°C
	Secciones Entrenamiento	80.0	°C

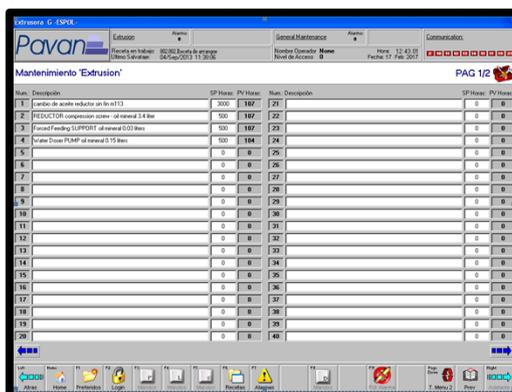
- PAGINA_6, muestra las alarmas que posee el proceso de extrusión.

Date & Time	Group	Date	Alarm Comment	Operator
There are no items to show in this view.				

- PAGINA_7, muestra la estadística del proceso.



- PAGINA_8, página para reportar los mantenimientos realizados en el extrusor.

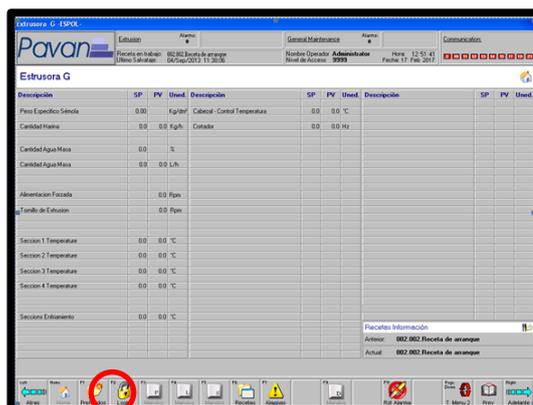


2.3 Ingreso al programa Wonderware

- Para ingresar al programa, debe hacer click sobre “Login o F2”, donde se ejecutará una nueva ventana la cual pide Nombre Operador y Password:
Nombre Operador: Administrator

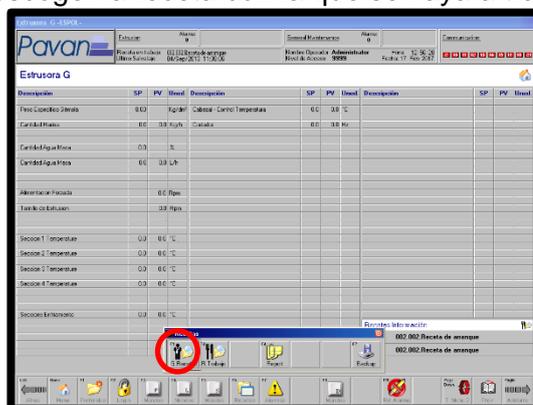


- Luego en Password se debe escribir “wonderware” el cual no se verá dentro del cuadro, por seguridad solo lo sabrá el usuario u operador del supervisor, para verificar este ingreso en la parte superior derecha del monitor que dice en Nombre Operador Administrator y Nivel de Acceso 9999, junto se ve la hora de ingreso y fecha para luego ser guardado en su histórico.

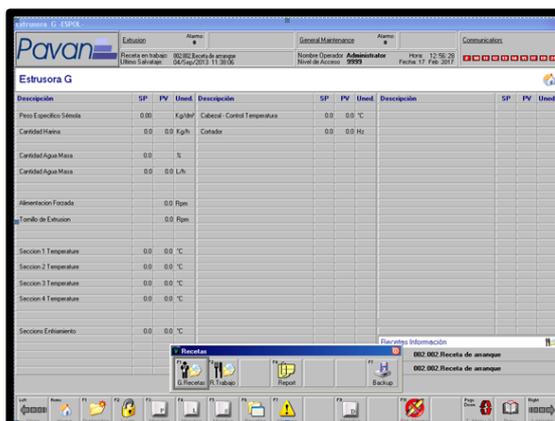


Usuario: Administrator
Password: wonderware

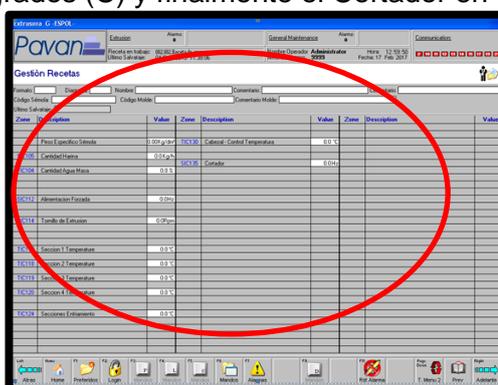
- Una vez ingresado el usuario y contraseña buscar la opción de recetas para escoger la receta con la que se vaya a trabajar.



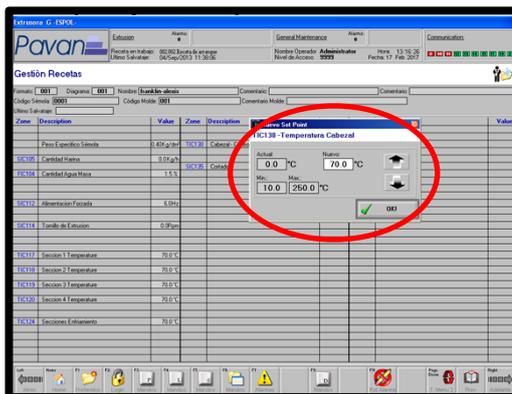
- En la PAGINA_2, presionar sobre el comando Recetas o F6, la cual se encuentra en la parte inferior del monitor y luego muestra una pantalla donde se encuentran las recetas, para lo cual se escoge “G Recetas” en caso de generar una nueva receta.



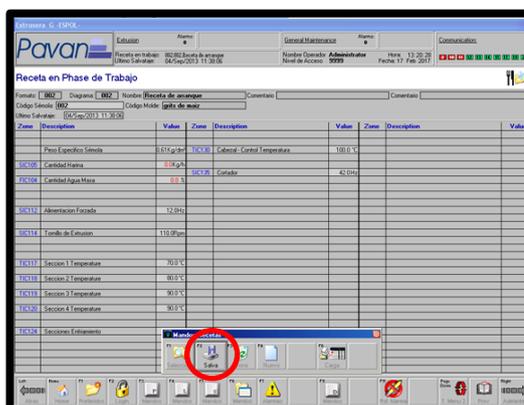
- Luego de escoger "Recetas" se enviara a la pantalla de nueva receta, para lo cual se puede escoger: nombre, formato, diagrama, código molde y comentario.
- Proceder a llenar los datos de cantidad de harina en kilogramos por hora (kg/h), cantidad de agua masa en porcentaje de apertura de válvula (%), alimentación forzada en Hertz (Hz), tornillo de extrusión en revoluciones por minuto (Rpm), temperaturas Sección 1, Sección 2, Sección 3, Sección 4, Sección de enfriamiento, Cabezal todos ellos en grado centígrados (C) y finalmente el Cortador en Hertz (Hz).



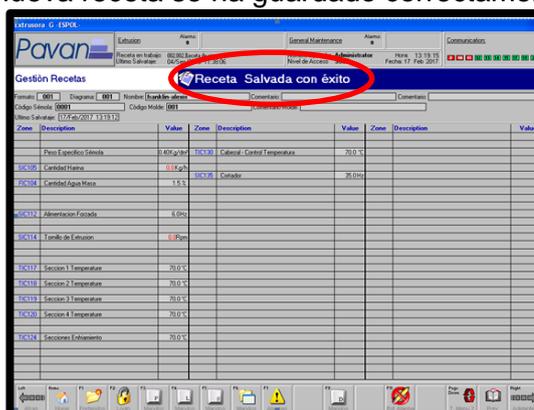
- Una vez creada la receta se toma en cuenta los parámetros que cada uno está especificado, para proteger el equipo de sobredimensionamiento de temperatura o de velocidad en los motores.
- Escribir en la pantalla el valor deseado dentro de los y luego de decidir el valor deseado hacer clic sobre "OK" quedando guardado el valor que se desea.



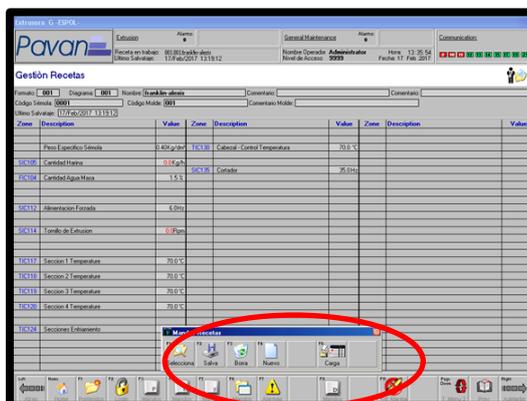
- Posteriormente ubicarse en el comando “Mando o F6” y dar clic sobre él, el cual mostrará una nueva ventana, buscar “Salva o F2” para guardar la receta.



- En la parte superior se presentará un aviso “Receta Salvada” el cual indica que la nueva receta se ha guardado correctamente.

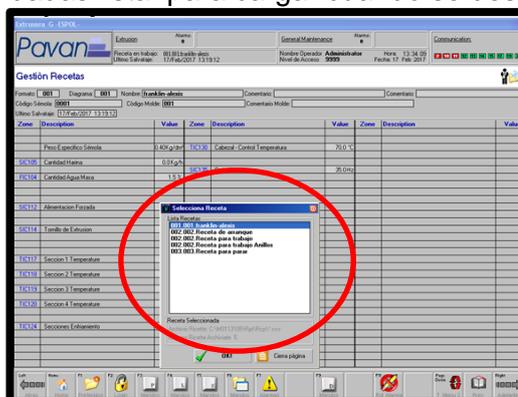


- En la PAGINA_4 se puede escoger entre las opciones: seleccionar una receta, borrar, cargar una nueva o guardarla como se mostró anteriormente.

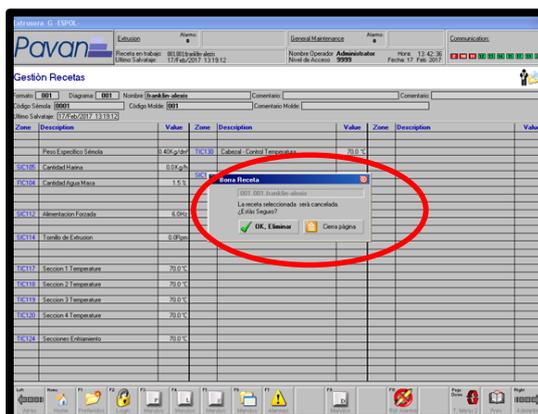


2.4 Pasos para seleccionar una receta

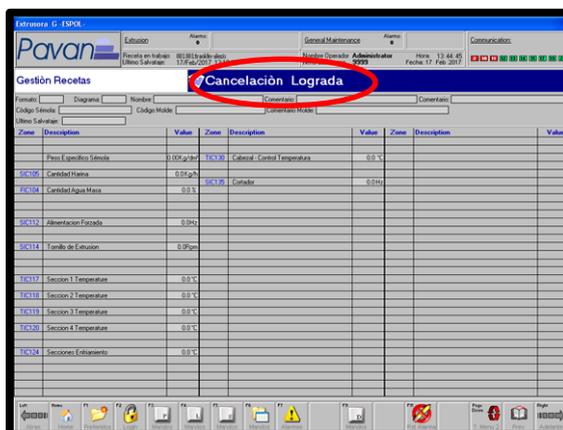
- Presionar “Selecciona” y mostrará una pantalla con las recetas anteriores guardadas lista para cargar cuando se desee.



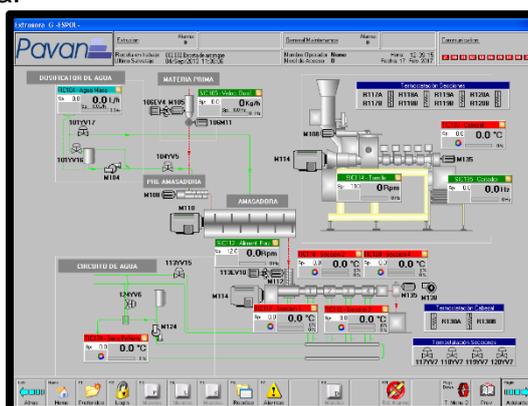
- Si se necesita borrar una receta, dentro de la pantalla Mandos Receta se observa la opción “Borra o F3” la cual eliminara la receta deseada. Donde se pedirá si se está seguro de eliminar dicha receta para confirmar la eliminación de la receta.



- Luego se confirmara lo realizado con el mensaje de Cancelación Lograda.



- Para controlar la velocidad de tornillo de extrusión, velocidad de alimentación forzada, velocidad de cortador, se tiene que ingresar en la opción "Home" la cual nos mostrará el sistema Scada de la máquina extrusora.

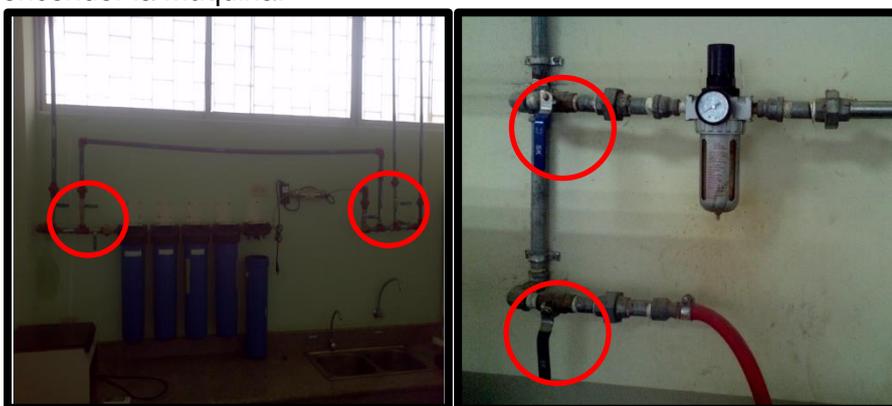


- Cada controlador muestra un rango de valor máximo y mínimo para el equipo extrusor.

- Se puede ver los gráficos de temperatura versus tiempo como las velocidades de los motores para verificar su estado.

2.5 Revisión del estado físico de la máquina extrusora.

- Con sesión iniciada dentro del programa supervisor, proceder a revisar la caja de breakers y observar que el breaker G5 este ON
- Con el breaker encendido se procede a revisar que los selectores de las resistencias en el panel de control permanezcan cerrados, así como el selector general que da arranque a la máquina.
- Revisar que las llaves de agua y aire estén cerradas antes de encender la máquina.



- Revisar que la tolva de alimentación no tenga residuos de harina o pruebas anteriores.



- Revisar que el cabezal debe estar abierto, en caso contrario realizar los siguientes pasos:
 5. Abrir el cabezal con ayuda de una llave #19.
 6. Utilizar guantes de protección por el tornillo
 7. Desajustar los tornillos en forma diagonal.
 8. Dejar los pernos del cabezal en una caja con aceite comestible.



- Después de realizar los pasos anteriores se procede a revisar y abrir el tornillo de alimentación forzada.
 5. Desajustar los tornillos del cabezal de la alimentación forzada.
 6. Usar llaves de una pulgada para desajustar los tornillos.
 7. Tener precaución al momento de desajustar los tornillos, hacerlo de manera simultánea para evitar algún daño en el tornillo de alimentación forzada por causa de la presión que ejercen.
 8. Colocar la llave en el sitio correspondiente.
- Retirado el tornillo de alimentación forzada proceder a limpiar el mismo para retirar algún residuo de pruebas anteriores.



- Aprovechando que el tornillo de alimentación forzada se encuentra retirado se procede a limpiar la amasadora con ayuda de un trapo y agua por las impurezas o residuos que existan dentro de la misma.
- Ya limpio el tornillo de alimentación forzada como el puesto del mismo se procede a ubicar nuevamente el tornillo en su posición original.
- Realizar el ajuste de los tornillos de forma simultánea con las llaves de una pulgada para evitar algún daño del tornillo.
- Revisar que queden bien ajustados hasta que el sensor que está bajo el tornillo haga contacto con su receptor y así no salte el

contactor y ocasione problemas al momento de encender la máquina.

- Proceder a desajustar la parte del cabezal del tornillo de extrusión.
- Sacar el tornillo con el tubo de extrusión.
- Realizar la adecuada limpieza del tornillo de extrusión, así como el puesto donde va para retirar algún residuo de pruebas anteriores.
- Lavar y secar el tornillo de extrusión.
- Al momento de retornar el tornillo de extrusión engrasarlos con grasa alimenticia
- Introducir el tornillo de extrusión y ajustarlo hacia la derecha
- Revisado el estado físico de la máquina procedemos a revisar lo siguiente

2.6 Encendido del Panel e inicio de la producción.

- Encendido el computador y revisada la máquina extrusora, se proceder a dar marcha activando el selector principal que se encuentra en el tablero principal.



- Se recomienda es verificar la comunicación entre el supervisor y la máquina esto se observar en la comunicación con los controladores los cuales deben cambiar de color rojo a verde indicando una correcta conexión.
- Al momento de encender, observar las alarmas de presión de agua y aire por lo que se debe proceder a abrir las llaves de agua y aire.
- Verificar los manómetros para revisar la presión del agua y aire.
- Proceder a ubicar la materia prima dentro de la tolva.
- Colocada la harina dentro de la tolva se procede a mantener presionado el botón de inserción de mando, hasta que encienda el foco de circuito de mando habilitado.



- Presionar el botón de parada de alarma acústica ya que la alarma se acciona provocando el sonido de la sirena.



- Girar los selectores de las resistencias hacia la derecha para encenderlas.
- Así mismo girar el selector de enfriamiento de secciones hacia la derecha para encenderlo.
- Se debe girar el selector de calentamiento de cabezal hacia la derecha para habilitarlo.
- Regular las temperaturas de las resistencias en los órdenes T1, T2, T3 y T4.
 1. Nota: las temperaturas se las puede regular desde los controladores directamente o desde el supervisor que está en la computadora.
- Regular la temperatura de enfriamiento de secciones según sea el caso requerido en la receta.
- Regular la temperatura de calentamiento cabezal según sea el caso requerido en la receta.
- Ir al FIC-104 que es el dosificador de agua que está en el panel central.



- Con el botón de la izquierda del FIC-104 se fija el agua y la harina.



- Con el botón de dosificador se pone la carga de harina que se vaya a utilizar en kilogramos. Ejemplo 5 Kg.



- Con el botón de agua regular según lo deseado. Ejemplo 40%.



- Cerrar la tapa de la amasadora.



- Mantener presionado el botón de restablecimiento de seguridad tapa amasadora, hasta que se encienda.



- Presionar el botón de parada de alarma acústica ya que la alarma se activa.
 1. Nota: Al cerrar la tapa de amasadora envía la señal al contactor que está cerrada pero no se habilita hasta que se

presiona el botón de restablecimiento seguridad tapa amasadora para habilitar la señal de la amasadora.



- Presionar el botón de mezcla para encenderla.



- Presionar el botón de dosificación para encenderlo.



- Se recomienda verificar el amperaje que no sobrepase los 15 amperios. Si este sube se debe presionar el botón de adición amasado para bajar el amperaje.

- Observar que el nivel de harina este en la parte inferior de la amasadora, en ese lugar baja la mezcla y pasa por 2 tornillos.
- Colocar la bandeja de verificación de la muestra mórvida.
- Esperar por un tiempo hasta que la masa este mezclada y tenga la consistencia adecuada.
- Ya obteniendo la mezcla adecuada se enciende el tornillo de extrusión y regular la velocidad del tornillo para evitar su bloqueo hasta llegar a +400rpm.



- Presionar el botón de alimentación forzada para encenderlo y regular a un valor mayor de 12 de manera rápida.
 1. Nota: se lo debe iniciar en un valor mayor a 15 debido a que si se lo deja en otro valor menor o igual a 14 se bloquea y se debe reiniciar el proceso, esto se da por la configuración de la máquina y los controladores.
 2. Nota: si se bloquea el controlador o se apaga la alimentación forzada se debe presionar el botón O, que se encuentra en el tablero 2, para el reset del tornillo y se pueda habilitar el botón de encendido de la alimentación forzada.



- Luego se adiciona agua o aceite comestible en el caso que suba el amperaje, porque el valor seteado recomendable es de 15 amperios.

1. Nota: Se le debe poner aceite comestible entre 40 a 60 ml.
- Después de que esté mórvido la mezcla de la harina con el agua. La muestra debe estar blanda, delicada y textura suave.
 - Se apaga la alimentación forzada.



- Se apaga el tornillo de extrusión.



- Se coloca la cuchilla en el cabezal de la placa inicial del cortador.
- Se debe ajustar la rosca de ajuste del cortador con la llave para cortador.
- Se coloca el molde y se ajusta hasta que haga contacto con la llave de seguridad.
- Verificar que las cuchillas no toquen el molde.
- Luego de verificar el paso anterior, se debe colocar el perno que se encuentra entre la placa de las cuchillas y la placa del molde con la llave #19.
- Recordar que estos pernos no se deben ajustar con mucha presión.
- Presionar el botón de dosificador para encenderlo.



- Presionar el botón de mezclador para encenderlo.



- Presionar el botón de Ventilación del cabezal cortador que se encuentra en el panel central debajo de SIC-135, para encenderlo.
- Recuerde que, con más velocidad del cortador, el producto sale más pequeño y se debe regular según el valor de la receta.
- Presionar el botón de alimentación forzada para encenderlo y se debe regular al valor que indica la receta.



- Luego regular las temperaturas como al inicio o en caso de encenderse verificar sus valores.
- Se debe bajar el agua con ayuda del botón del panel central según sea necesario.
- Se debe poner la velocidad del dosador al valor indicado en la receta con el botón de dosificador que está en el panel central.
- Verificar que la alimentación forzada este seteado en el valor de la receta.
- Subir la velocidad del tornillo de extrusión en caso de ser necesario o establecerlo según sea indicado en la receta.
- Al finalizar se recomienda poner aceite comestible por la rejilla del amasador para que esta vaya limpiando el tornillo de extrusión y evitar que queden residuos dentro del mismo.
- Ya finalizada se debe apagar las resistencias para que la maquina se enfríe.
- También se recomienda cargar nuevos valores a estas temperaturas para bajar su resistencia y por ende enfriar el túnel de extrusión para que los residuos que en ella hubiere no se sigan cocinando y facilitar la pronta limpieza del tornillo de extrusión.
- Para apagar la máquina se apaga el dosificador, luego la alimentación forzada, mezcla, tornillo de extrusión y cortador.
- El último que se debe apagar es la de ventilación de cabezal cortador.
- Apagar el panel central
- Luego que la máquina se haya apagado y esté completamente fría se debe realizar la limpieza tal como se indicó en la parte inicial de pasos para revisar el estado físico de la máquina.

3. Requisitos del sistema

Para el arranque del sistema de adquisición y control de parámetros en el proceso, se necesitará una PC con los siguientes programas y aplicaciones instaladas:

- Windows XP (No actualizar por motivos de actualización de licencia del programa)
- ModBus.exe
- Wonderware

4. Funciones básicas del software

El diseño de la interfaz se divide de la siguiente manera:

1. Curvas generadas en el proceso de extrusión.
2. Control de temperatura de resistencias.
3. Control de velocidad de motor del tornillo de extrusión.
4. Tabla de datos de recetas y estado de mantenimientos programados de la máquina
5. Visualizador de comunicación

Curvas del proceso

Las gráficas se generan automáticamente luego de iniciar el sistema, estas curvas son mostradas en tiempo real.

Las curvas a mostrarse dentro del software son:

1. Temperatura de Resistencias vs Tiempo
2. Temperatura de Velocidad vs Tiempo

5. Recomendaciones de uso del software

- Capacitarse previamente por el docente antes de manipular el software, debido a que existen controles sensibles a cambios bruscos.
- Mantener la temperatura de las resistencias en valores apropiados para evitar la cocción de la masa y evitar que se atasque el tornillo de extrusión.
- Configurar la velocidad de los motores y verificar el motor de la mezcladora ya que esta no debe exceder los 15 amperios, en caso de superar el amperaje aplicar la dosificación externa y así reducir el amperaje del motor.
- Se recomienda purgar el compresor para evitar que el agua se inyecte en las válvulas de presión de aire.
- Se recomienda tener un grupo mínimo de tres operadores para trabajar en la máquina, uno por puesto de trabajo en el panel, máquina y supervisor.