



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN

Tema:

“CONTROL AUTOMÁTICO CENTRALIZADO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE, YOGURT Y QUESO EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MARCO’S”

Trabajo de graduación. Modalidad: TEMI (Trabajo Estructurado de Manera Independiente) presentado previa a la obtención del título de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

AUTOR: Paúl David Proaño López

TUTOR: Ing. Franklin Silva

Ambato - Ecuador

Julio - 2012

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “Control Automático Centralizado Para Optimizar El Proceso De Producción De Leche, Yogurt Y Queso En La Planta De Lácteos Marco’s”, del señor Paúl David Proaño López, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato julio 4, 2012

EL TUTOR

Ing. Franklin Silva

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: “Control Automático Centralizado Para Optimizar El Proceso De Producción De Leche, Yogurt Y Queso En La Planta De Lácteos Marco’s”. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato julio 4, 2012

Paúl David Proaño López
CC: 1803699378

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Fernando Urrutia e Ing. Luis Morales, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “Control Automático Centralizado Para Optimizar El Proceso De Producción De Leche, Yogurt Y Queso En La Planta De Lácteos Marco’s”, presentado por el señor Paúl David Proaño López de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing.M.Sc Oswaldo Paredes O.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Fernando Urrutia
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Luis Morales
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

A mis padres y hermana, quienes con sus sabios consejos y sus infaltables palabras de aliento; me apoyan día a día para cumplir mis metas y objetivos.

Paúl Proaño.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por darme la vida, la salud, las fuerzas, las ganas y el entusiasmo de luchar cada día para la consecución de mis metas y objetivos.

A mis padres y hermana, por darme todo el amor, comprensión y apoyo necesario para ser una persona de bien.

A mis familiares, amigos y compañeros que de una u otra forma han llegado a formar parte de mi vida, apoyándome tanto en los buenos como en los malos momentos.

A las autoridades y personal administrativo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial; por abrirme las puertas y permitirme seguir adelante en mi vida profesional.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial; por compartir conmigo sus enseñanzas, consejos y valores; y por brindarme su amistad y comprensión.

A la familia Proaño-Campaña, por brindarme su amistad y confianza, y por permitirme realizar este proyecto de graduación en su empresa.

Paúl Proaño.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

| | |
|--|------|
| CARÁTULA | i |
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | ii |
| AUTORÍA..... | iii |
| APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA | iv |
| DEDICATORIA: | v |
| AGRADECIMIENTOS: | vi |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS..... | vii |
| RESUMEN EJECUTIVO | xvii |
| INTRODUCCIÓN | xix |

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

| | |
|--------------------------------------|---|
| 1.1 TEMA..... | 1 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2.1 Contextualización | 1 |
| 1.2.2 Análisis Crítico | 3 |
| 1.2.3 Prognosis..... | 4 |
| 1.2.4 Formulación del problema | 4 |
| 1.2.5 Preguntas directrices | 4 |
| 1.2.6 Delimitación del problema..... | 5 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 5 |
| 1.4 OBJETIVOS..... | 6 |
| 1.4.1 General..... | 6 |
| 1.4.2 Específicos | 7 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----|
| 2.1 ANTECEDENTES | 8 |
| 2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL | 9 |
| 2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES..... | 10 |
| 2.3.1 Sistema..... | 13 |
| 2.3.2 Control | 13 |
| 2.3.3 Sistemas de Control | 14 |
| 2.3.3.1 Sistemas de control en lazo abierto..... | 14 |
| 2.3.3.2 Sistemas de control en lazo cerrado..... | 14 |
| 2.3.3.3 Tipos de Control | 15 |
| 2.3.3.4 Control On – Off..... | 15 |
| 2.3.3.5 Control Proporcional..... | 16 |
| 2.3.3.6 Control Integral..... | 16 |
| 2.3.3.7 Control Derivativo | 17 |
| 2.3.3.8 Control Proporcional- Integral..... | 18 |
| 2.3.3.9 Control Proporcional-Integral-Derivativo | 18 |
| 2.3.4 Automatización Industrial..... | 18 |
| 2.3.5 Tipos de Automatización | 20 |
| 2.3.6 Objetivos de la automatización..... | 22 |
| 2.3.7 Ventajas de la Automatización | 22 |
| 2.3.8 Control Automático Centralizado | 23 |
| 2.3.9 HMI (Interface Humano-Máquina) | 24 |
| 2.3.9.1 Tipos de HMI..... | 26 |
| 2.3.9.2 Funciones de un Software HMI..... | 26 |
| 2.3.9.3 Tareas de un HMI | 27 |
| 2.3.10 Procesos | 28 |
| 2.3.10.1 Tipos de procesos de producción..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 2.3.11 Optimización..... | 32 |
| 2.3.12 Mejoramiento Continuo..... | 32 |
| 2.3.12.1 Motivos para una mejora continua..... | 33 |
| 2.3.13 Mejoramiento de la Producción..... | 35 |
| 2.3.13.1 Herramientas para el mejoramiento de la producción..... | 35 |
| 2.3.14 Procesos de Producción de Lácteos..... | 37 |
| 2.3.15 Producción..... | 37 |
| 2.3.16 Lácteos..... | 37 |
| 2.3.17 Procesos de Producción de Leche..... | 38 |
| 2.3.18 Procesos de Producción de Yogurt..... | 39 |
| 2.3.19 Procesos de Producción de Queso..... | 40 |
| 2.4 HIPÓTESIS..... | 42 |
| 2.5 DETERMINACIÓN DE VARIABLES..... | 42 |
| 2.5.1 Variable Independiente..... | 42 |
| 2.5.2 Variable Dependiente..... | 42 |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

| | |
|---|----|
| 3.1 ENFOQUE..... | 43 |
| 3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 43 |
| 3.2.1 Investigación Bibliográfica – Documental..... | 43 |
| 3.2.2 Investigación de campo..... | 44 |
| 3.2.3 Proyecto Factible..... | 44 |
| 3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 44 |
| 3.3.1 Exploratorio..... | 44 |
| 3.3.2 Descriptivo..... | 44 |
| 3.3.3 Explicativo..... | 45 |
| 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 45 |

| | |
|---|----|
| 3.4.1 Población | 45 |
| 3.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | 45 |
| 3.5.1 Plan de Recolección de Información | 45 |
| 3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 46 |
| 3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN | 48 |
| 3.7.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida..... | 48 |
| 3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados..... | 48 |

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

| | |
|--|----|
| 4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA | 49 |
|--|----|

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|---------------------------|----|
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 66 |
| 5.2 RECOMENDACIONES | 67 |

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

| | |
|--|----|
| 6.1 Datos Informativos | 69 |
| 6.2 Antecedentes de la Propuesta | 70 |
| 6.3 Justificación | 71 |
| 6.4 Objetivos | 72 |

| | |
|--|---------|
| 6.4.1 General..... | 72 |
| 6.4.2 Específicos | 72 |
| 6.5 Análisis de Factibilidad | 73 |
| 6.5.1 Factibilidad Tecnológica..... | 73 |
| 6.5.2 Factibilidad Económica - Financiera | 73 |
| 6.5.3 Factibilidad Organizacional | 74 |
| 6.6 Fundamentación Científico – Técnica..... | 74 |
| Fundamentación Técnica de la Situación Actual de Lácteos Marco's: | 75 |
| 6.7 Modelo Operativo..... | 81 |
| 6.7.1 Identificación de los procesos a mejorar..... | 83 |
| 6.7.2 Diagramas necesarios para la descripción del proceso | 85 |
| 6.7.3 Identificación de los equipos involucrados en la automatización..... | 107 |
| 6.7.4 Selección de los equipos y elementos adecuados para el proceso..... | 109 |
| 6.7.5 Codificación de los equipos y elementos para la programación del PLC | 129 |
| 6.7.6 Programación del PLC..... | 132 |
| 6.7.7 Programación del NI OPC SERVER..... | 141 |
| 6.7.8 Programación del HMI en Labview..... | 153 |
| 6.7.9 Implementación de los Elementos y Equipos de Control | 159 |
| 6.7.10 Funcionamiento del Control y Monitoreo | 166 |
| Presupuesto: | 177 |
| Conclusiones:..... | 179 |
| Recomendaciones: | 180 |
| BIBLIOGRAFÍA: | 181 |
| ANEXOS: | 182 |
| Anexo1: Encuesta..... | 182 |
| Anexo 2: Manual de usuario del sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de Lácteos Marco's. | 185 |
| Anexo 3: Diagrama de Fluidos de la Planta de Lácteos Marco's. | 185 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 4: Plano del Proceso de Pasteurización de Leche..... | 185 |
| Anexo 5: Plano del Proceso de Preenfriado de leche..... | 185 |
| Anexo 6: Diagrama P&ID del Área de Leche. | 185 |
| Anexo 7: Diagrama P&ID del Área de Yogurt, Queso y Agua Helada..... | 185 |
| Anexo 8: Diagrama Eléctrico del Área de Leche..... | 185 |
| Anexo 9: Diagrama Eléctrico del Área de Yogurt, Queso y Agua Helada..... | 185 |

Índice de Ilustraciones

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Inclusión de variables. | 10 |
| Ilustración 2: Constelación de ideas de la variable independiente..... | 11 |
| Ilustración 3: Constelación de ideas de la variable dependiente..... | 12 |
| Ilustración 4: Diagrama general de un sistema. | 13 |
| Ilustración 5: Diagrama de bloque de un sistema en lazo abierto..... | 14 |
| Ilustración 6: Diagrama de bloque de un sistema en lazo cerrado..... | 15 |
| Ilustración 7: Pirámide de la automatización. | 20 |
| Ilustración 8: Ejemplos de HMI de procesos. | 25 |
| Ilustración 9: Gráfica general de un proceso de producción..... | 28 |
| Ilustración 10: Diagrama de flujo del proceso de producción de leche. | 38 |
| Ilustración 11: Diagrama de flujo del proceso de producción de yogurt. | 40 |
| Ilustración 12: Diagrama de flujo del proceso de producción de queso | 41 |
| Ilustración 13: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 1. | 50 |
| Ilustración 14: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 2. | 51 |
| Ilustración 15: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 3. | 52 |
| Ilustración 16: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 4. | 54 |
| Ilustración 17: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 5. | 55 |
| Ilustración 18: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 6. | 56 |
| Ilustración 19: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 7. | 58 |
| Ilustración 20: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 8. | 59 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 21: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 9. | 60 |
| Ilustración 22: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 10. | 62 |
| Ilustración 23: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 11. | 63 |
| Ilustración 24: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 12. | 65 |
| Ilustración 25: Diagrama de situación actual del control de la maquinaria | 76 |
| Ilustración 26: Recepción y distribución de leche | 77 |
| Ilustración 27: Preenfriado de leche..... | 78 |
| Ilustración 28: Pasteurizado de leche..... | 79 |
| Ilustración 29: Producción de yogurt | 80 |
| Ilustración 30: Producción de queso | 80 |
| Ilustración 31: Diagrama de flujo del proceso de leche enfriada y pasteurizada..... | 86 |
| Ilustración 32: Diagrama de flujo del proceso de producción de yogurt..... | 90 |
| Ilustración 33: Diagrama de flujo del proceso de producción de queso | 92 |
| Ilustración 34: Designación de equipos P&ID..... | 98 |
| Ilustración 35: Identificación de tuberías..... | 101 |
| Ilustración 36: Flecha de dirección de fluidos | 102 |
| Ilustración 37: Flechas indicadoras dirigiéndose a otro diagrama..... | 102 |
| Ilustración 38: Lazos de control eléctrico | 103 |
| Ilustración 39: Designación de instrumentos | 104 |
| Ilustración 40: Pulsador rasante NA | 110 |
| Ilustración 41: Pulsador rasante NC..... | 111 |
| Ilustración 42: Multiled verde de 220 V AC..... | 112 |
| Ilustración 43: Multiled roja de 220 V AC | 112 |
| Ilustración 44: Selector de dos posiciones con iluminación | 113 |
| Ilustración 45: Interruptor de nivel electromagnético de montaje lateral | 114 |
| Ilustración 46: Sensor de temperatura Pt100 | 117 |
| Ilustración 47: Controlador de temperatura | 118 |
| Ilustración 48: Electroválvula de bola en acero inoxidable AKE168E..... | 121 |
| Ilustración 49: Electroválvula de bola de latón AKE64..... | 122 |
| Ilustración 50: Electroválvula de vapor Danfoss | 124 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 51: PLC OMRON CQM1 CPU21 | 126 |
| Ilustración 52: Módulo de fuente de alimentación PA203..... | 127 |
| Ilustración 53: Módulo de fuente de alimentación PA204S | 127 |
| Ilustración 54: Módulo de entradas digitales ID212 | 128 |
| Ilustración 55: Módulo de salidas digitales independientes a relé OC221 | 129 |
| Ilustración 56: Ventana de proyecto nuevo..... | 133 |
| Ilustración 57: Ventana de configuración de tipo de dispositivo..... | 134 |
| Ilustración 58: Ventana de configuración de red | 135 |
| Ilustración 59: Ventana general CX-Programmer..... | 135 |
| Ilustración 60: Parte 1 del diagrama de contactos del proceso | 137 |
| Ilustración 61: Parte 2 del diagrama de contactos del proceso | 138 |
| Ilustración 62: Parte 3 del diagrama de contactos del proceso | 139 |
| Ilustración 63: Ventana de resultado de la compilación | 140 |
| Ilustración 64: Ventana de configuración del NI OPC Server..... | 142 |
| Ilustración 65: Ventana de identificación de canal | 143 |
| Ilustración 66: Ventana de controlador de dispositivo..... | 143 |
| Ilustración 67: Ventana de comunicaciones..... | 144 |
| Ilustración 68: Ventana de opciones de escritura..... | 144 |
| Ilustración 69: Ventana de dirección master..... | 145 |
| Ilustración 70: Ventana de resumen de configuración del canal..... | 145 |
| Ilustración 71: Ventana para agregar dispositivos | 146 |
| Ilustración 72: Ventana de identificación de dispositivo | 147 |
| Ilustración 73: Ventana de modelo de dispositivo | 147 |
| Ilustración 74: Ventana de dirección de dispositivo | 148 |
| Ilustración 75: Ventana de tiempo de comunicación | 148 |
| Ilustración 76: Ventana de auto detección de comunicación | 149 |
| Ilustración 77: Ventana de resumen de configuración de dispositivo | 149 |
| Ilustración 78: Ventana para agregar etiquetas estáticas..... | 150 |
| Ilustración 79: Ventana de propiedades de etiqueta..... | 151 |
| Ilustración 80: Ventana de etiquetas creadas | 152 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 81: Ventada de verificación de comunicación | 152 |
| Ilustración 82: Ventana de proyectos en Labview | 153 |
| Ilustración 83: Ventana para crear un I/O Server..... | 154 |
| Ilustración 84: Ventana para crear un Cliente OPC | 155 |
| Ilustración 85: Ventana de configuración del cliente OPC | 155 |
| Ilustración 86: Ventana de selección de Bound Variables..... | 156 |
| Ilustración 87: Ventana de configuración de Bound Variables | 157 |
| Ilustración 88: Ventana de agregación de variables..... | 157 |
| Ilustración 89: Ventana del proyecto con las variables listas | 158 |
| Ilustración 90: Variables en el panel frontal del VI..... | 158 |
| Ilustración 91: Distribución del interior del tablero central de control..... | 161 |
| Ilustración 92: Panel frontal del tablero central de control | 163 |
| Ilustración 93: Cableado interior del tablero central de control..... | 165 |
| Ilustración 94: Pantalla de inicio..... | 166 |
| Ilustración 95: Pantalla principal | 167 |
| Ilustración 96: Pantalla del área de leche..... | 168 |
| Ilustración 97: Pantalla de pasteurización automática | 171 |
| Ilustración 98: Pantalla de preenfriado automático..... | 172 |
| Ilustración 99: Tablero de control | 173 |
| Ilustración 100: Pantalla del área de yogurt..... | 174 |
| Ilustración 101: Pantalla del área de queso | 175 |
| Ilustración 102: Pantalla del área de agua helada | 176 |
| Ilustración 103: Pantalla de indicadores | 177 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Procesos de producción existentes..... | 30 |
| Tabla 2: Continuación de la tabla 1. | 31 |
| Tabla 3: Variable Independiente. Control Automático Centralizado..... | 46 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 4: Variable Dependiente. Optimizar el proceso de producción. | 46 |
| Tabla 5: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 1. | 49 |
| Tabla 6: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 2. | 51 |
| Tabla 7: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 3. | 52 |
| Tabla 8: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 4. | 53 |
| Tabla 9: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 5. | 55 |
| Tabla 10: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 6. | 56 |
| Tabla 11: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 7. | 57 |
| Tabla 12: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 8. | 59 |
| Tabla 13: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 9. | 60 |
| Tabla 14: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 10. | 61 |
| Tabla 15: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 11. | 63 |
| Tabla 16: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 12. | 64 |
| Tabla 17: Tipos de fluidos en colores | 94 |
| Tabla 18: Instrumentos del control de temperatura..... | 105 |
| Tabla 19: Instrumentos del control total del pasteurizador..... | 106 |
| Tabla 20: Características de los interruptores de nivel | 115 |
| Tabla 21: Entradas utilizadas en la parte de automatización | 130 |
| Tabla 22: Entradas utilizadas en la parte del monitoreo central | 131 |
| Tabla 23: Salidas utilizadas en la parte de automatización..... | 132 |
| Tabla 24: Presupuesto | 178 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto titulado: “CONTROL AUTOMÁTICO CENTRALIZADO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE, YOGURT Y QUESO EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MARCO’S.”, permite controlar y monitorear de manera automática los diferentes procesos productivos.

Este proyecto enmarca todo lo referente a la automatización de procesos y máquinas utilizando PLC’s; así como al monitoreo de los mismo procesos en base a HMI’s elaborados en la herramienta gráfica de LabVIEW.

El contenido de la investigación esta detallada en 6 capítulos descritos a continuación:

En el Capítulo I es en donde se detalla todo lo referente a la problemática que presenta la empresa, y se enmarcan los objetivos que se piensa alcanzar con la investigación.

Para el Capítulo II se investiga y recopila toda la información necesaria y relevante con la cual podamos adquirir conocimientos fundamentales de los sistemas automáticos y de la optimización de procesos.

En el capítulo III se detalla la manera y metodología que se va a utilizar para la recopilación de información necesaria de la empresa y de los procesos, con el fin de desarrollar el proyecto.

En el Capítulo IV es en donde se interpreta y analiza la información obtenida de la empresa y de los procesos, en base a las encuestas y observaciones realizadas.

Para el Capítulo V se detallan las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante todo el proceso de observación y análisis de la empresa, tomando muy en cuenta datos relevantes que presentaron las encuestas.

Finalmente en el Capítulo VI se desarrolla y diseña la propuesta del sistema automático centralizado que va a tener la capacidad de controlar y monitorear automáticamente los procesos de producción de leche, yogurt y queso; utilizando tecnología actual de control automático como son los PLC's, además de una tecnología de monitoreo computarizado en LabVIEW.

INTRODUCCIÓN

El constante desarrollo de la tecnología hace que un sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso sea una necesidad primordial en el desarrollo de la producción de Lácteos Marco's; pudiendo de esta manera ir creciendo paulatinamente en el ámbito de la elaboración de productos lácteos de muy buena calidad, e inmiscuyéndose en la tecnificación industrial de sus procesos.

Es por lo anteriormente nombrado que se decide diseñar un sistema de control automático centralizado, que tenga la capacidad de optimizar los procesos de producción tanto de leche como de yogurt y queso, generando así un gran aporte en la tecnificación y uso de las nuevas tecnologías en la empresa láctea.

Con el presente diseño se busca mejorar la manera de controlar la maquinaria, mejorar la calidad del producto, disminuir el esfuerzo físico de cada trabajador, tener la posibilidad de monitorear y observar cada uno de los procesos desde un lugar central, con la capacidad de adquirir datos necesarios y relevantes.

Es así que este proyecto pretende dar solución a muchos de los problemas generados en la industria láctea, en base a la utilización de tecnología actual y al diseño de sistemas automáticos, que tienen como objetivos primordiales optimizar cada uno de los procesos y sobre todo permitir que las empresas se desarrollen tecnológica y económicamente.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

“CONTROL AUTOMÁTICO CENTRALIZADO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE, YOGURT Y QUESO EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MARCO’S.”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

La automatización industrial está definida como un sistema que utiliza elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales, por lo que es fundamental para la productividad de las fábricas y principalmente para conseguir la estandarización de la calidad del producto, sin olvidar la seguridad de las personas.

La automatización a nivel mundial ha contribuido en gran medida al incremento del tiempo libre y de los salarios reales de la mayoría de los trabajadores de los países industrializados. También ha permitido incrementar la producción y reducir los costes, poniendo diferentes productos al alcance de todos. Los países desarrollados son los pioneros en la utilización y mejoramiento de la automatización industrial aportando con nueva tecnología

a los países en vías de desarrollo, los cuales para entrar en un mercado competitivo a nivel mundial tienden a automatizar sus industrias.

Al automatizar procesos no se debe considerar criterios erróneos de que va a reemplazar a la fuerza laboral de los seres humanos ni tampoco que incluye necesariamente la reducción del costo del trabajo sino más bien se debe tomar en cuenta la calidad del producto y la reducción de los tiempos de producción lo que conlleva a un aumento de la productividad.

En el Ecuador la automatización en las industrias se ha venido desarrollando paulatinamente, logrando que las fábricas que poseen sistemas automáticos puedan ganar más fácilmente el mercado nacional.

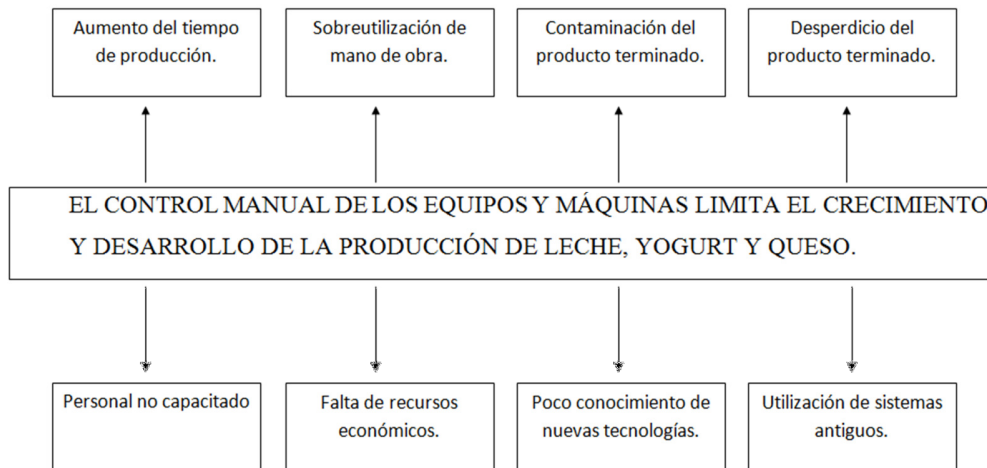
Lamentablemente no son muchas las industrias ecuatorianas que posean sistemas automáticos para mejorar su producción, por lo cual se ha visto necesario controlar ciertos procesos de manera automática y con esto utilizar las nuevas tecnologías para lograr una excelente producción y desarrollo de las industrias.

Siendo LÁCTEOS MARCO'S una empresa que presta mucha atención al constante desarrollo tecnológico y se enfoca directamente a la mejora continua de sus procesos, no posee todas sus áreas de producción automatizadas por lo que determinados procesos tiene que realizarse todavía en forma manual ocasionando pérdidas en el tiempo de producción.

LÁCTEOS MARCO'S al tener solamente un control manual de todos los equipos y máquinas utilizadas en los procesos de producción, se encuentra limitando el crecimiento y desarrollo de su producción de leche, yogurt y queso.

1.2.2 Análisis Crítico

Árbol del Problema:



La empresa LÁCTEOS MARCO'S ha venido realizando un control manual de su maquinaria, lo que conlleva a un aumento significativo de los tiempos de producción con las consiguientes elevaciones de costos en el producto.

La falta de recursos económicos ha sido el factor determinante para que la empresa sobre utilice al personal en ciertas áreas de producción y consecuentemente se incrementa los pagos de sueldos a los empleados.

El desconocimiento de nuevas tecnologías de automatización ha venido deteniendo el desarrollo productivo de la empresa, por el exagerado desperdicio de producto como de tiempo de producción; a esto se suma que por la utilización de sistemas obsoletos la calidad del producto disminuye y muchas veces se puede contaminar por la manipulación manual que se realiza al transportarlo.

1.2.3 Prognosis

De continuar la situación arriba expuesta la empresa LÁCTEOS MARCO'S se vería avocada a afrontar grandes pérdidas económicas debido a que el producto no tiene una excelente calidad y no es competitivo frente a sus similares de otras empresas.

A más de esto tendría que afrontar el reclamo de los clientes insatisfechos ya sea por la calidad del producto o por la entrega no oportuna del mismo lo que ocasionaría la pérdida de clientes, el desprestigio de la empresa y lo q tendría mayor repercusión es que se trasformaría en una empresa no competitiva a nivel local, nacional e internacional.

Por lo que se hace necesario implantar un control automático centralizado del proceso de producción de leche, yogurt y queso; lo que vendría a reducir tiempos de producción, se lograría un significativo ahorro económico y la elaboración de un producto de calidad.

1.2.4 Formulación del problema

¿Qué incidencia tiene un control automático centralizado para optimizar el proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de LÁCTEOS MARCO'S?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Qué tipos de controles automáticos centralizados existen?

¿Cuáles son los métodos utilizados para optimizar la producción de lácteos?

¿Qué características debe tener un control automático centralizado?

1.2.6 Delimitación del problema

Espacio: Productora de leche, yogurt y queso LÁCTEOS MARCO'S.

Tiempo: Cuatro Meses.

Población: 23 Personas.

El presente proyecto investigativo se desarrollará en la fábrica productora de leche, yogurt y queso LÁCTEOS MARCO'S en un periodo comprendido desde la fecha de aprobación del presente proyecto con una duración de cuatro meses y se abarcará una población de 23 personas. En relación con los contenidos se tratará todo lo referente a controles automáticos centralizados y a la optimización de procesos de producción de lácteos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente LÁCTEOS MARCO'S siendo una empresa en constante desarrollo y crecimiento, se ha propuesto mejorar su producción y en un futuro aumentarla, teniendo como limitación principal el control manual de sus procesos.

Por lo que el tema a investigarse es de gran importancia ya que con un control automático centralizado de la maquinaria se puede mejorar significativamente la producción, por el ahorro de tiempo que puede ser utilizado por los trabajadores para realizar otras actividades.

Además con el proyecto a investigarse se puede determinar que al controlar automáticamente los procesos de producción la empresa se estaría asegurando un aumento sustancial en la calidad del producto y un mejoramiento de la producción, lo cual llevaría a LÁCTEOS MARCO'S a ser una empresa mucho más competitiva a nivel local y nacional.

Este proyecto es factible de realizarse ya que se cuenta con el completo apoyo de todos quienes conforman LÁCTEOS MARCO'S, debido a que el desarrollo de este control automático centralizado optimizaría el proceso de producción de lácteos aumentando la calidad e inocuidad del producto; así como también ayudaría al mejoramiento de la calidad del trabajo, lo cual va a beneficiar a todo el personal administrativo, trabajadores, clientes y todos quienes interactúen tanto directa e indirectamente con LÁCTEOS MARCO'S.

El continuo desarrollo tecnológico y el crecimiento empresarial, lleva a pensar en la utilización de nuevas tecnologías de automatización, para el mejoramiento significativo de las diversas áreas de producción; siendo así un gran aporte científico y técnico que se otorgará a LÁCTEOS MARCO'S para el camino del desarrollo tecnológico, por esta razón es de mucho interés la creación de este control automático centralizado.

Con todo lo anteriormente expuesto, este control mencionado espera cumplir con las expectativas de LÁCTEOS MARCO'S y resaltar claramente su política de mejoramiento continuo y satisfacción al cliente.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Diseñar un sistema de control automático centralizado para la optimización del proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de LÁCTEOS MARCO'S.

1.4.2 Específicos

- Analizar los tipos de controles automáticos centralizados existentes.
- Determinar los métodos utilizados para optimizar la producción de lácteos.
- Diseñar un sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de lácteos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Revisados lo archivos de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial se ha encontrado el siguiente trabajo:

“Automatización del Proceso de Producción de Queso para la Micro Empresa Quesera San José de Chanchalo” Elaborado por los Ingenieros Corrales Torres René Daniel y Suatunce Toaquiza Orlando Geovany.

En las conclusiones de su trabajo investigativo indican que los sistemas automáticos ayudan en gran parte a las empresas que los poseen o los llegan a implementar, debido a que se disminuyen las actividades no productivas de los procesos, llegando a reducir considerablemente los tiempos de producción.

Conclusiones que serán consideradas en el presente trabajo investigativo.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

CODIFICACIÓN DEL CÓDIGO DE TRABAJO

Capítulo IV

De las obligaciones del empleador y del trabajador

Art. 42.- Obligaciones del empleador.- Son obligaciones del empleador:

Nº 8. Proporcionar oportunamente a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales necesarios para la ejecución del trabajo, en condiciones adecuadas para que éste sea realizado.

Capítulo V

De la prevención de los riesgos, de las medidas de seguridad e higiene, de los puestos de auxilio, y de la disminución de la capacidad para el trabajo

Art. 410.- Obligaciones respecto de la prevención de riesgos.- Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida.

Resolución de Creación de LÁCTEOS MARCO'S

La empresa LÁCTEOS MARCO'S se crea en Agosto de 1994 teniendo como razón social la de Persona Natural a nombre de la Señora Mónica Patricia Campaña Cobo; su planta de producción se encuentra ubicada en la ciudad de Pillaro Vía La Primavera provincia de Tungurahua.

Desde su creación la empresa ha venido produciendo leche, yogurt y queso de la más alta calidad, teniendo así como principales distribuidores a los Almacenes TIA del Ecuador.

2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

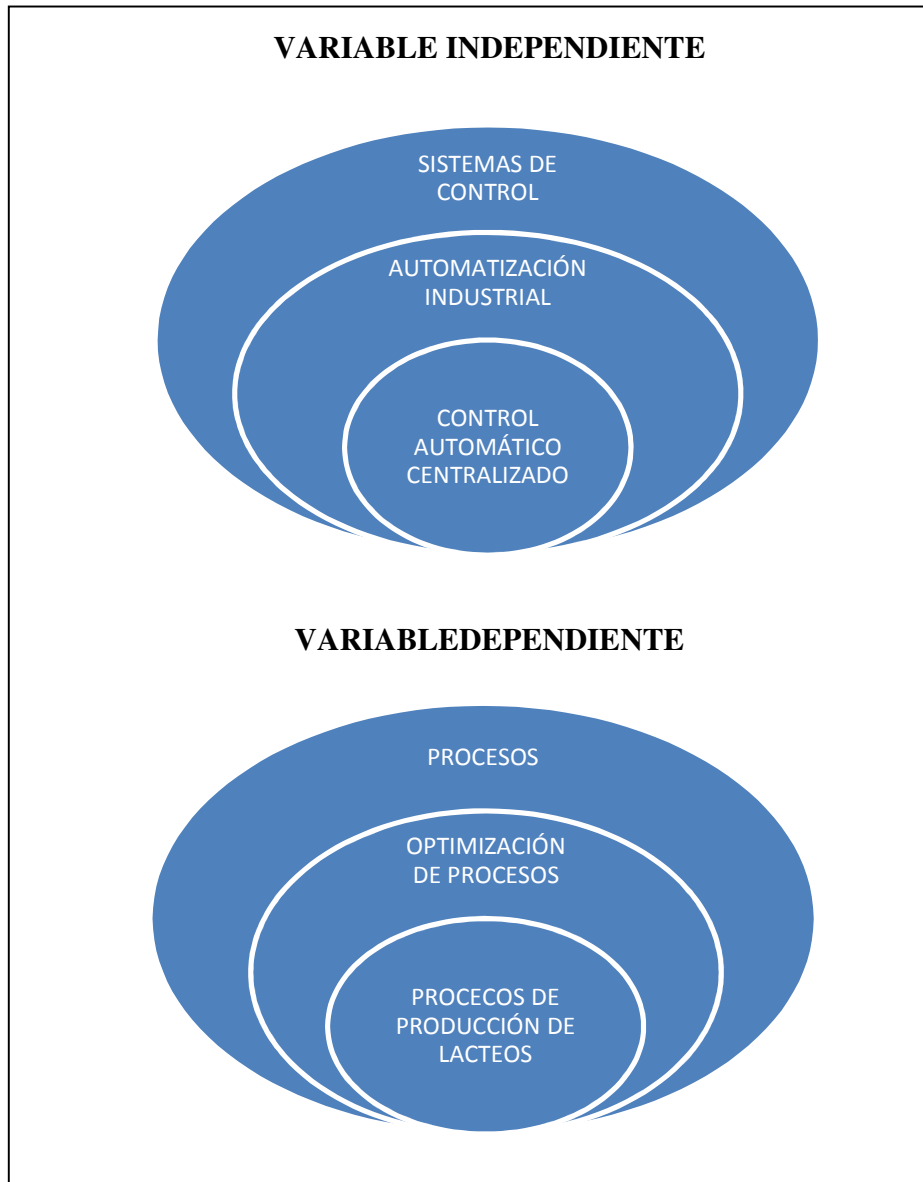


Ilustración 1: Inclusión de variables.

Elaborado por: El investigador

Constelación de ideas:

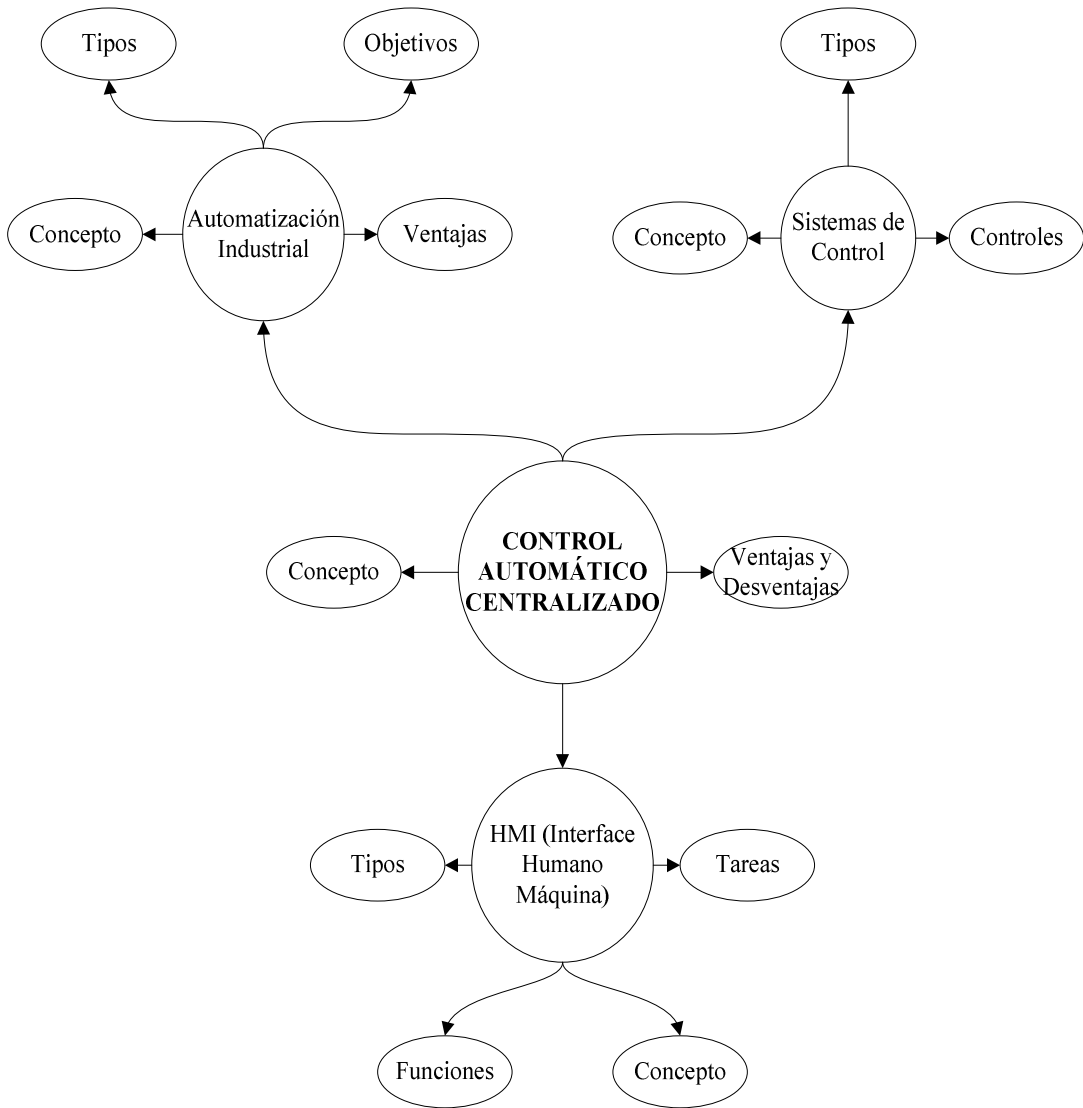


Ilustración 2: Constelación de ideas de la variable independiente.

Elaborado por: El investigador

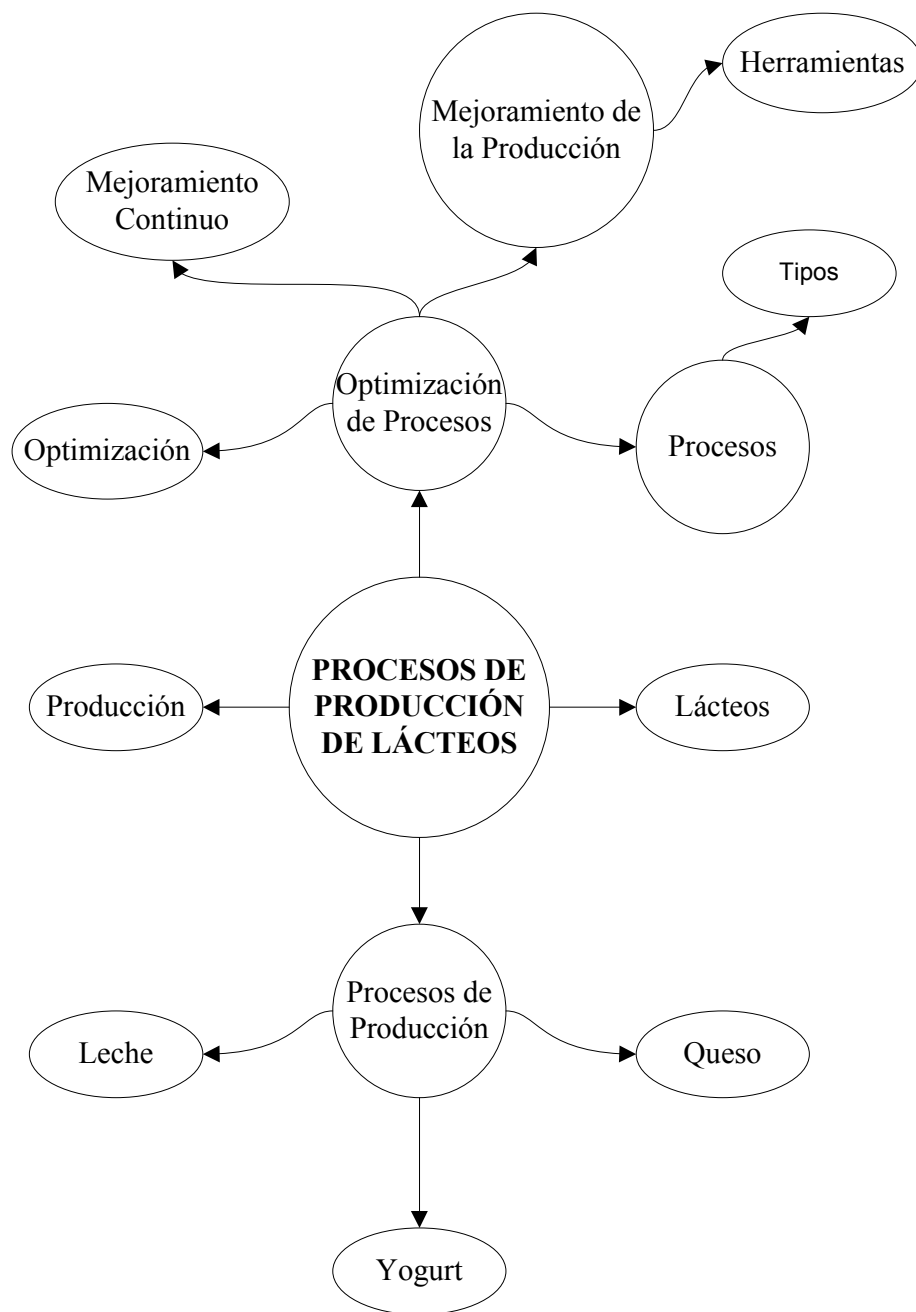


Ilustración 3: Constelación de ideas de la variable dependiente.

Elaborado por: El investigador

2.3.1 Sistema

El Diccionario de la Real Academia Española (2006) dice que “Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia”. En la ilustración 4 podemos observar detalladamente cómo se encuentra conformado un sistema en general.

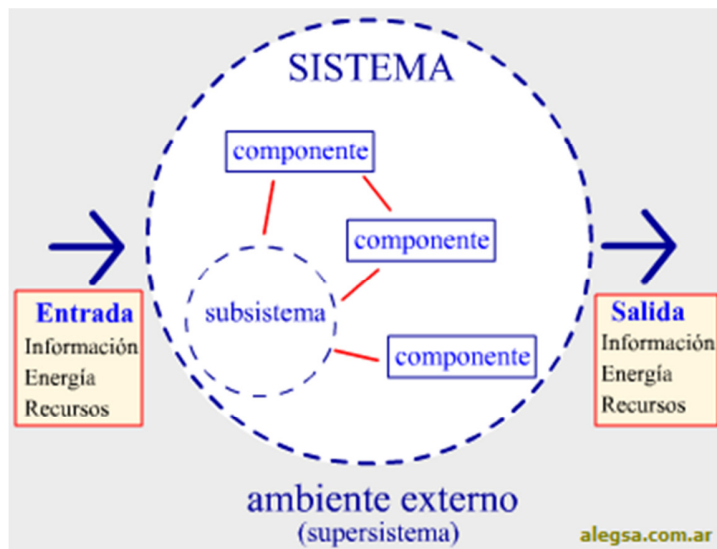


Ilustración 4: Diagrama general de un sistema.

Fuente: Alegsa (2011, internet)

2.3.2 Control

Según Terry (1999) el Control es el proceso para determinar lo que se está llevando a cabo, valorizándolo y si es necesario, aplicando medidas correctivas de manera que la ejecución se desarrolle de acuerdo con lo planeado.

2.3.3 Sistemas de Control

Un sistema de control es el conjunto de elementos o partes organizadas que interactúan entre sí, valorizando el cumplimiento de sus objetivos mediante parámetros de control estipulados y aplicando medidas correctivas en el caso de desviarse de los objetivos para satisfacer una función deseada.

2.3.3.1 Sistemas de control en lazo abierto

Martínez (2001) encontró que un sistema de control en lazo o bucle abierto es aquél en el que la señal de salida no influye sobre la señal de entrada. La exactitud de estos sistemas depende de su calibración, de manera que al calibrar se establece una relación entre la entrada y la salida con el fin de obtener del sistema la exactitud deseada. En la ilustración 5 podemos observar claramente el diagrama de bloque de este sistema de lazo abierto; el cual consta de una entrada, un elemento de control, el proceso y su correspondiente salida.



Ilustración 5: Diagrama de bloque de un sistema en lazo abierto.

Fuente: Carmelo (2006, internet)

2.3.3.2 Sistemas de control en lazo cerrado

Martínez (2001) encontró que un sistema de control de lazo cerrado es aquél en el que la acción de control es, en cierto modo, dependiente de la salida. La señal de salida influye en la entrada. Para esto es necesaria que la entrada sea modificada en cada instante en función de la salida. Esto se consigue por medio de lo que llamamos realimentación o retroalimentación (feedback).

Por lo tanto podemos definir también los sistemas de control en lazo cerrado como aquellos sistemas en los que existe una realimentación de la señal de salida, de manera que ésta ejerce un efecto sobre la acción de control. En la ilustración 6 podemos observar claramente la retroalimentación que se tiene en este tipo de sistema de control.

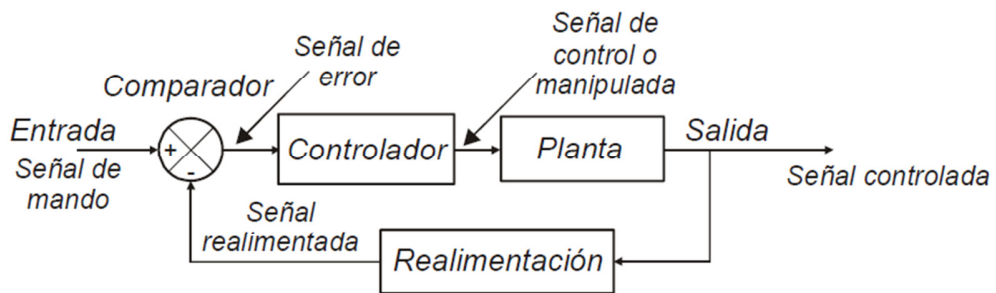


Ilustración 6: Diagrama de bloque de un sistema en lazo cerrado.

Fuente: Carmelo (2006, internet)

2.3.3.3 Tipos de Control

2.3.3.4 Control On – Off

Bolton (2010) “Es en esencia un interruptor activado por la señal de error y proporciona solo una señal correctora tipo encendido y apagado” (p. 311).

Características:

- Es el tipo de control más rápido que existe.
- Este modo de control depende del signo del error.
- Posee una variación cíclica continua de la variable controlada.
- Funcionamiento óptimo en procesos con tiempo de retardo mínimo y velocidad de reacción lenta.

- Tienen un simple mecanismo de construcción, es por lo que este tipo de control es de amplio uso y mayormente utilizado en sistemas de control de temperatura.

2.3.3.5 Control Proporcional

Bolton (2010) “Produce una acción de control que es proporcional al error. La señal de corrección aumentará en la medida en que lo haga el error. Si el error disminuye, también disminuye la magnitud de la corrección y el proceso de corrección es más lento” (p. 311).

Características:

- El parámetro de equilibrio depende del proceso a controlar.
- Provoca un error en el sistema.
- Es muy bueno para procesos con set point y carga constante.
- Acelera la respuesta del proceso controlado.
- Fácil de sintonizar ya que solo se controla un parámetro.
- Puede reducir pero no eliminar el error en estado estacionario.
- Es el control más estable de todos.

2.3.3.6 Control Integral

Bolton (2010) expresa que:

El Control Integral produce una acción de control que es proporcional a la integral del error en el tiempo. Entonces una señal de error constante producirá una señal de corrección creciente. La señal de corrección seguirá aumentando mientras el error persista. Se puede considerar que el control

integral “mira hacia atrás”, suma todos los errores y responde a los cambios que ocurren (p. 312).

Características:

- Busca que el error en estado estable sea cero.
- Provoca que el proceso controlado se vuelva inestable.
- Produce respuestas arrastradas y largas oscilaciones.
- Eleva las desviaciones máximas.
- Elimina todo offset.

2.3.3.7 Control Derivativo

Bolton (2010) expresa que:

El Control Derivativo produce una acción de control que es proporcional a la rapidez con la que cambia el error. Cuando hay un cambio súbito en la señal de error, el controlador produce una señal de corrección de gran magnitud; cuando el cambio es gradual, sólo se produce una pequeña señal de corrección (p. 312).

Características:

- Controla las perturbaciones y el ruido.
- Hace lento al sistema.
- Mientras más rápido varía la variable controlada más rápido le frena.
- El control depende de la constante derivativa.

2.3.3.8 Control Proporcional- Integral

Bolton (2010) encontró que algunas veces es necesario combinar acciones de control. Un control proporcional neutraliza una carga en el sistema sin ningún error. Un control integral puede proporcionar un error cero, pero suele suministrar una respuesta lenta. Para resolver este problema se utiliza el control PI, en donde el error de offset se reduce a cero y aumenta su rapidez.

Las características de este tipo de control son la combinación de las del control proporcional y del control integral.

2.3.3.9 Control Proporcional-Integral-Derivativo

Es la acción de control combinada que reúne las ventajas de cada uno de los tres controles individuales. Este tipo de control es de difícil sintonización debido a que se deben controlar tres parámetros al mismo tiempo.

2.3.4 Automatización Industrial

Según Piedrafita (2004) “La automática es la disciplina que trata de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la ejecución de una tarea física o mental previamente programada” (p. 1).

Del concepto descrito anteriormente determinamos que la automatización industrial trata del uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos, es decir de una manera autónoma.

La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y

transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistema de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales. La automatización incluye:

- Herramientas automáticas para procesar partes.
- Máquinas de montaje automático.
- Robots industriales.
- Manejo automático de material y sistemas de almacenamiento.
- Sistemas de inspección automática para control de calidad.
- Control de reaprovechamiento y control de proceso por computadora.
- Sistemas por computadora para planear colecta de datos y toma de decisiones para apoyar las actividades manufactureras.

En la ilustración 7 podemos observar claramente los niveles que la automatización industrial puede alcanzar, empezando desde un nivel de campo en el cual encontramos todo tipo de sensores y actuadores, hasta llegar a un nivel de gestión en el cual podemos abarcar y relacionar todos los entes involucrados en un sistema SCADA; que es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar variables de procesos a distancia.



Ilustración 7: Pirámide de la automatización.

Elaborado por: El investigador

2.3.5 Tipos de Automatización

Existen cinco formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente el esquema más adecuado. Los tipos de automatización son:

2.3.5.1 El Control Automático de Procesos

Se refiere usualmente al manejo de procesos caracterizados de diversos tipos de cambios (generalmente químicos y físicos); un ejemplo de esto lo podría ser el proceso de refinación de petróleo.

2.3.5.2 El Proceso Electrónico de Datos

Frecuentemente es relacionado con los sistemas de información, centros de cómputo, etc. Sin embargo en la actualidad también se considera dentro de esto la obtención, análisis y registros de datos a través de interfaces y computadores.

2.3.5.3 La Automatización Fija

Es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los (PLC'S) O Controladores Lógicos Programables.

2.3.5.4 El Control Numérico Computarizado

Un mayor nivel de flexibilidad lo poseen las máquinas de control numérico computarizado. Este tipo de control se ha aplicado con éxito a Máquinas de Herramientas de Control Numérico (MHCN). Entre las MHCN podemos mencionar:

- Fresadoras CNC.
- Tornos CNC.
- Máquinas de Electroerosionado.
- Máquinas de Corte por Hilo, etc.

2.3.5.5 La Automatización Flexible

El mayor grado de flexibilidad en cuanto a automatización se refiere es el de los Robots industriales que en forma más genérica se les denomina como "Celdas de Manufactura Flexible".

2.3.6 Objetivos de la automatización

Medina y Guadayol (2010) encontraron que los objetivos de la automatización son los siguientes:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

2.3.7 Ventajas de la Automatización

Medina y Guadayol (2010) encontraron que las ventajas de la automatización son las siguientes:

- Reemplazo de operadores humanos en tareas repetitivas o de alto riesgo.

- Reemplazo de operador humano en tareas que están fuera del alcance de sus capacidades como levantar cargas pesadas, trabajos en ambientes extremos o tareas que necesiten manejo de una alta precisión
- Incremento de la producción. Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso.

La automatización de un nuevo producto requiere de una inversión inicial grande en comparación con el costo unitario del producto, sin embargo mientras la producción se mantenga constante esta inversión se recuperara, dándole a la empresa una línea de producción con altos índice de ingresos.

2.3.8 Control Automático Centralizado

García (2001) concluyó que:

El control automático centralizado está constituido por un computador, un interfaz de proceso y una estación de operador. Esta estructura se ha aplicado tanto a procesos de variable continua como a procesos de carácter secuencial, aún más, esta arquitectura ha permitido realizar aplicaciones industriales con variables de tipo continuo y secuencial de forma combinada (p. 26).

Las ventajas y desventajas de esta arquitectura se derivan precisamente de sus características estructurales. Por una parte sus ventajas se centran en que su arquitectura facilita el flujo de información y hace posible que los objetivos de optimización global del proceso puedan ser alcanzados. Por otra parte, sus desventajas se centran en que la fiabilidad de un sistema centralizado depende de la fiabilidad del computador, de forma que si el computador falla, todo el sistema queda sin control.

2.3.9 HMI (Interface Humano-Máquina)

Cobo (2008) concluyó que “HMI significa Interface Humano Máquina, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina” (p.1).

Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso.

En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastante más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas, como se muestra a continuación en la ilustración 8.

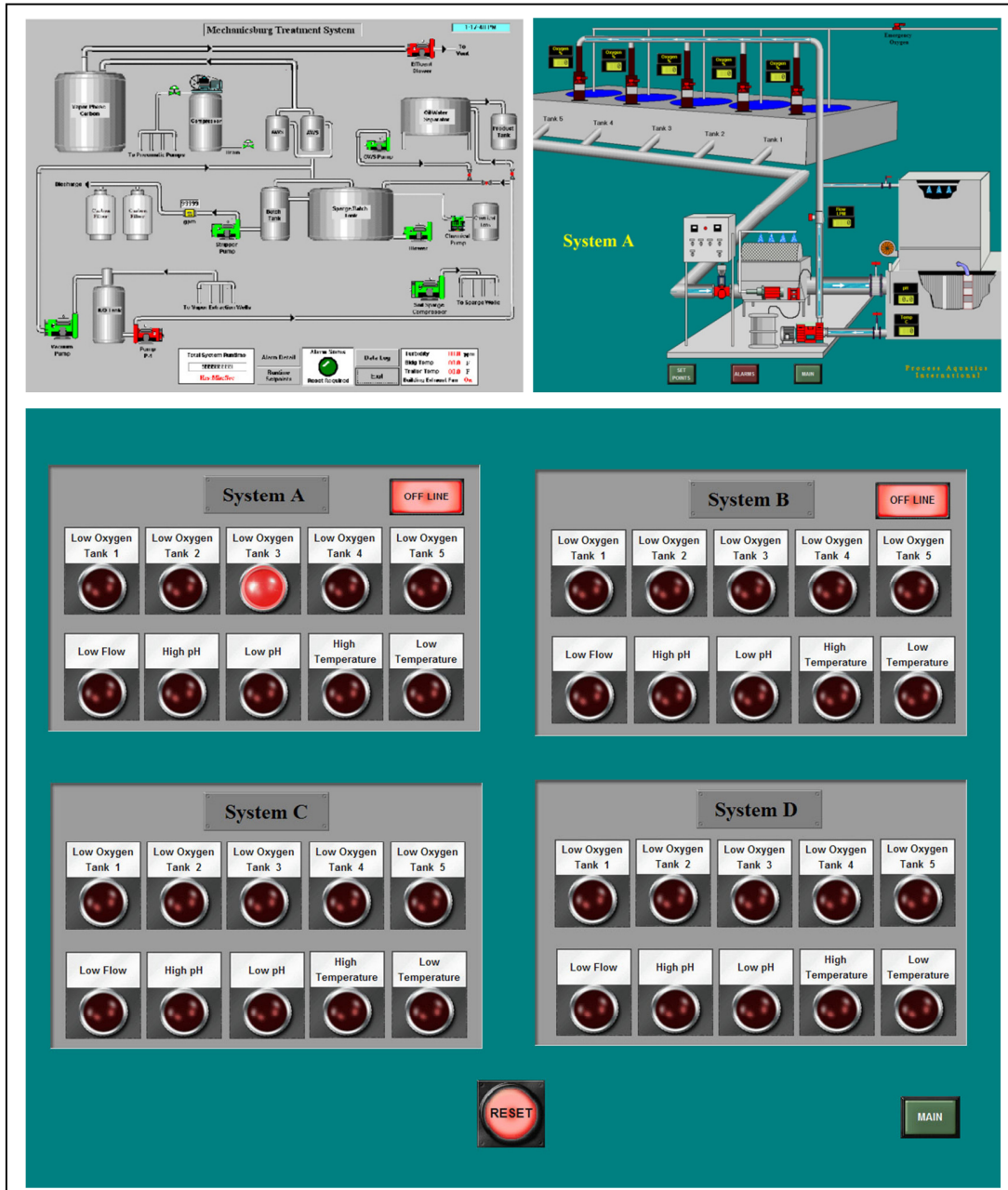


Ilustración 8: Ejemplos de HMI de procesos.

Fuente: PROCESS AQUATICS INTERNATIONAL (2008, internet)

2.3.9.1 Tipos de HMI

Descontando el método tradicional, podemos distinguir básicamente dos tipos de HMIs:

Terminal de Operador

Consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touchscreen).

PC + Software

Esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general encontraremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio.

2.3.9.2 Funciones de un Software HMI

- **Monitoreo:** Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
- **Supervisión:** Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.

- **Alarmas:** Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportar estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.
- **Control:** Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá de la supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.
- **Históricos:** Es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

2.3.9.3 Tareas de un HMI

Cobo (2008) en su artículo destaca que las principales tareas de un HMI son:

- Permitir una comunicación con dispositivos de campo.
- Actualizar una base de datos “dinámica” con las variables del proceso.
- Visualizar las variables mediante pantallas con objetos animados (mímicos).
- Permitir que el operador pueda enviar señales al proceso, mediante botones, controles ON/OFF, ajustes continuos con el mouse o teclado.
- Supervisar niveles de alarma y alertar/actuar en caso de que las variables excedan los límites normales.
- Almacenar los valores de las variables para análisis estadístico y/o control.
- Controlar en forma limitada ciertas variables de proceso.

2.3.10 Procesos

El Diccionario de la Real Academia Española (2006) dice que “Un proceso de producción es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos (entradas), denominados factores, en ciertos elementos (salidas), denominados productos, con el objetivo primario de incrementar su valor”.

En la ilustración 9 se observa claramente el diagrama de un proceso de producción en general.



Ilustración 9: Gráfica general de un proceso de producción.

Elaborado por: El investigador

Los elementos esenciales de todo proceso productivo son:

- Los factores o recursos: en general, toda clase de bienes o servicios económicos empleados con fines productivos.
- Las acciones: ámbito en el que se combinan los factores en el marco de determinadas pautas operativas.
- Los resultados o productos: en general, todo bien o servicio obtenido de un proceso productivo.

2.3.10.1 Tipos de procesos de producción

Los procesos de producción se los puede clasificar como se muestra en la tabla 1, en la cual se puede observar claramente las principales características de cada uno de ellos.

Tabla 1: Procesos de producción existentes.

| Tipos de producción. | Características de producción | Formas de producción. | Características del producto | Tipo de maquinaria | Mano de obra | Observaciones |
|---------------------------------|--|--|---|---|---|---|
| Continua | Proceso automatizado y no hay etapa de montaje. | Automatizada y rutinaria. | De gran calidad y a gran escala. Con valor agregado ESTÁNDAR. | Compleja y automática. | Poca mano de obra. Poco calificada. | Proceso poco modificable, y correctamente diseñado. |
| En serie | Intermitente, Flexible. | Automatizada, piezas montadas o conformadas. Piezas similares. | A gran escala, Estándar, similares. | Automática y compleja, multifunción, y máquinas manuales. | Calificada y especializada | Se realiza por montajes prediseñados. |
| Cadena en montaje | Hay una sucesión ordenada de puestos de trabajo. Hay etapa de montaje. | Automatizada. Las piezas se ensamblan. | De gran calidad. A gran escala. | Automática y compleja | Calificada y especializada. | Se realiza mediante operaciones repetitivas. |
| Producción a pedido | Solo se fabrica cuando está el pedido del cliente. | Debe ser según las especificaciones del cliente. | Debe adaptarse a las necesidades del lugar y al uso que se le dará. | Depende del pedido. | Calificada y altamente especializada en diseño. | Poco modificable. |
| Producción por proyecto. | Se producen objetos para una tarea específica. | Secuencia de operaciones, obras civiles. | Son únicos y se diseñan especialmente. | Compleja automática. Interviene la mano de obra. | Mano de obra especializada. | No hay flujo de material ni fabricación de piezas en serie. |
| Producción artesanal | En el mismo lugar se agrupan el usuario, el artesano, el mercader y el transporte. | Manual, domiciliaria. | Producto de gran calidad. Producción reducida. | Casi nula. | Abundante, altamente especializada. | Fabricación manual. |

Fuente: Robalino (2009, internet)

Tabla 2: Continuación de la tabla 1.

| | | | | | | |
|-----------------------------------|---|--|---|---|--------------------------|---|
| Producción Industrial | Precisa una estructura donde realizar la actividad necesaria para la producción. | Gira en torno al resultado del proceso. | De gran calidad, similares y a gran escala. | Más o menos compleja. | Cualificada. | |
| Producción semi-artesanal. | Tipo artesanal, pero responde a los requerimientos de una producción industrial. | En gran parte artesanal, requiere mucho trabajo manual. | Similares y de gran calidad. | Específica. Máquinas herramientas. | Especializada. | Producción a mediana escala. |
| Producción semi-industrial | Responde a una producción industrial. Tiene poco artesanal y muchas etapas mecanizadas. | Semiautomática no se modifica. | Similares y a mediana escala. | Se emplea una por cada operación. | Poco calificada. | Proyecto único. No se modifica hasta cambiar el producto. |
| Experimental | Referida a la construcción de modelos para la experimentación. | El diseño es informatizado. Producción automatizada con acabado artesanal. | Único y para experimentación e irrepetible. | Herramientas manuales y máquinas de alta complejidad. | Altamente especializada. | El objeto se usa para experimentación o demostración. |
| Informatizada | Se puede decir que es continua o semejante al arte. | Es comandada mediante un sistema computarizado. | Debe adaptarse a las necesidades del usuario. | Compleja y automatizada. | Calificada en CAD y CAM. | La organización de la fabricación es altamente compleja. |

Fuente: Robalino (2009, internet)

2.3.11 Optimización

El Diccionario de la Real Academia Española (2006) dice que “Optimización es la acción y efecto de optimizar. Este verbo hace referencia a buscar la mejor manera de realizar una actividad con el fin de obtener mayores beneficios”.

En la optimización de un proceso lo que más interesa es determinar las condiciones de operación que permiten lograr objetivos tales como:

- maximizar la tasa de producción.
- minimizar la emisión de contaminantes.
- minimizar el costo de operación.
- minimizar la cantidad de energía.
- maximizar la utilidad.
- minimizar el desperdicio.

De esta manera llegamos a la conclusión de que la optimización de procesos debe ajustar el flujo de tareas, entradas y salidas de manera que entregue la mejor calidad del producto, al menor costo y en el menor tiempo.

2.3.12 Mejoramiento Continuo

NIEBEL (2006) menciona que el proceso de mejora continua es un concepto que pretende mejorar los productos, servicios y procesos.

Es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los

miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones.

2.3.12.1 Motivos para una mejora continua

El Cliente es el Rey

Según Harrington (1987), "En el mercado de los compradores de hoy el cliente es el rey", es decir, que los clientes son las personas más importantes en el negocio y por lo tanto los empleados deben trabajar en función de satisfacer las necesidades y deseos de éstos. Son parte fundamental del negocio, es decir, es la razón por la cual éste existe, por lo tanto merecen el mejor trato y toda la atención necesaria.

La razón por la cual los clientes prefieren productos del extranjero, es la actitud de los dirigentes empresariales ante los reclamos por errores que se comentan; ellos aceptan sus errores como algo muy normal y se disculpan ante el cliente, para ellos el cliente siempre tiene la razón.

El Proceso de Mejoramiento

La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles.

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.

Así mismo este proceso implica la inversión en nueva maquinaria y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

Actividades Básicas de Mejoramiento

De acuerdo a un estudio en los procesos de mejoramiento puestos en práctica en diversas compañías en Estados Unidos, Según Harrington (1987), existen diez actividades de mejoramiento que deberían formar parte de toda empresa, sea grande o pequeña:

1. Obtener el compromiso de la alta dirección.
2. Establecer un consejo directivo de mejoramiento.
3. Conseguir la participación total de la administración.
4. Asegurar la participación en equipos de los empleados.
5. Conseguir la participación individual.
6. Establecer equipos de mejoramiento de los sistemas (equipos de control de los procesos).
7. Desarrollar actividades con la participación de los proveedores.
8. Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas.
9. Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo y una estrategia de mejoramiento a largo plazo.
10. Establecer un sistema de reconocimientos.

2.3.13 Mejoramiento de la Producción

Chase (2005) dice que al hablar de mejoramiento de la producción estamos hablando de las formas, métodos y actividades utilizadas para mejorar la cantidad y calidad de los productos elaborados o producidos.

2.3.13.1 Herramientas para el mejoramiento de la producción

- El puesto de trabajo: Las 5S

Para comenzar con un proceso claro de mejoramiento de la producción se lo debe hacer mediante la utilización del método de las 5S en cada lugar o puesto de trabajo; para poder llevar desde el comienzo una producción de calidad.

Para ello hay que seguir los siguientes pasos o consejos:

- Orden y limpieza para producir mejor.
- Un programa 5S.
- Estandarización del trabajo.
- Proceso de mejora.

- Disponibilidad de los equipos: Gestión del mantenimiento y preparación de máquinas

La disponibilidad de los equipos es la basa principal del mejoramiento de la producción ya que de ellos depende el ritmo para producir tal o cual producto; de la misma manera el mantenimiento de dichos equipos es de suma importancia para evitar un paro no deseado en la producción.

Ciertos parámetros a tomar en cuenta son los siguientes:

- Gestión del mantenimiento, evaluación y programación.
- Métodos de cambios rápidos y su análisis.
- Análisis de riesgo.
- Plazos de entrega.

- Calidad en los materiales: Proceso de recepción de materiales

La base de todo proceso de producción es la materia prima, para cual se debe tener una selección excelente de la calidad de la materia prima a utilizar en el proceso. Características a tomar en cuenta:

- Recepción de materias primas y semi-elaboradas.
- Métodos de muestreo para garantizar la calidad de entrada y salida.
- Gestión de la no-conformidad.

- Calidad en la fabricación: Gráficos de control y capacidad de procesos

La calidad es el parámetro fundamental que se debe tener en cuenta en todos los procesos de elaboración del producto, ya que en ella se basa el prestigio, surgimiento y desarrollo de la empresa. Para ello hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Sistemas de medición del cumplimiento de especificaciones.
- Análisis técnico de la capacidad de un proceso.
- Análisis de raíz de problemas.

- Medición: Indicadores básicos de gestión de centros de trabajo

La medición es fundamental al momento de cuantificar y cualificar la calidad y la cantidad de la producción, ya que en los resultados de la medición nos basamos para realizar el proceso de mejoramiento continuo. Para ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Indicadores de rendimiento, disponibilidad y calidad.
- Medidas de coste y varianza.

2.3.14 Procesos de Producción de Lácteos

2.3.15 Producción

El Diccionario de la Real Academia Española (2006) dice que “La producción industrial es el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados”.

2.3.16 Lácteos

La Sociedad Argentina de Nutrición (2009) dice que “Los lácteos, también denominados productos lácteos, es un grupo de alimentos que incluye la leche, así como sus derivados procesados (generalmente fermentados) tales como el queso, la crema, la mantequilla, el helado y el yogurt” (p. 1).

2.3.17 Procesos de Producción de Leche

Leche

La Sociedad Argentina de Nutrición (2009) dice que “La leche es el producto de secreción de las glándulas mamarias de las hembras mamíferas, siendo el alimento único durante el periodo de lactancia de las diferentes especies” (p. 2).

- Proceso de Producción.

El proceso de producción de la leche se lo puedes observar en la ilustración 10 claramente en el siguiente diagrama de flujo, teniendo como materia prima a la leche fresca y obteniendo como producto final una leche líquida y pasteurizada.

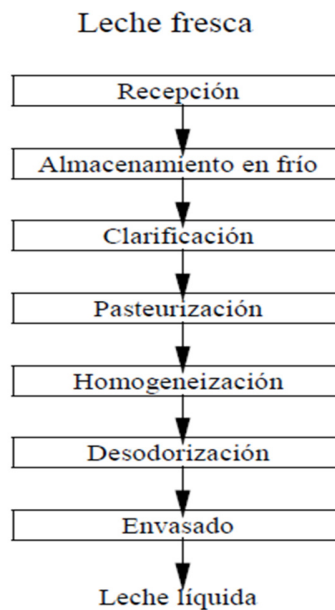


Ilustración 10: Diagrama de flujo del proceso de producción de leche.

Fuente: C.N. MEDIO AMBIENTE (2006, internet)

2.3.18 Procesos de Producción de Yogurt

Yogurt

La Sociedad Argentina de Nutrición (2009) expresa que el yogurt es un producto lácteo coagulado obtenido por fermentación láctica, a partir de leche pasteurizada entera, parcialmente descremada, leche en polvo entera, parcialmente descremada o descremada o una mezcla de estos productos.

- Proceso de Producción.

Según el Nuevo Reglamento Sanitario de los Alimentos, en la elaboración de yogurt se utilizarán los siguientes compuestos: aromatizantes naturales (miel, frutas, cacao, nueces, café, chocolate, especias y otros saborizantes autorizados); azúcar y/o edulcorantes autorizados y aditivos autorizados (preservantes, estabilizantes, colorantes). En la ilustración 11 podemos ver detalladamente el diagrama de flujo del proceso de producción de yogurt con sus pasos secuenciales y ordenados.

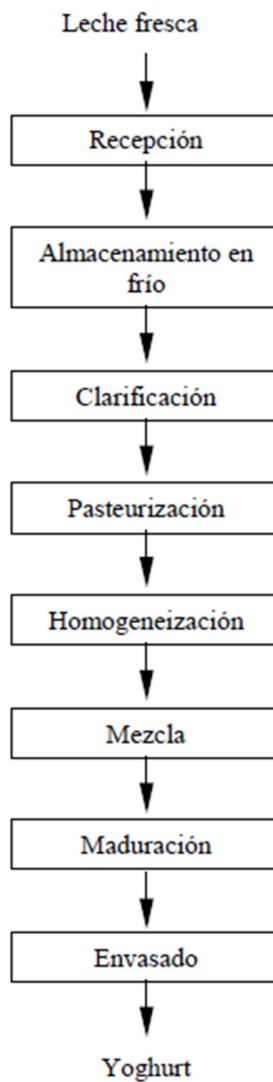


Ilustración 11: Diagrama de flujo del proceso de producción de yoghurt.

Fuente: C.N. MEDIO AMBIENTE (2006, internet)

2.3.19 Procesos de Producción de Queso

Queso

La Sociedad Argentina de Nutrición (2009) dice que “El queso es el producto lácteo que se obtiene por la separación del suero, después de la coagulación de la leche” (p.5).

- **Proceso de Producción.**

Las distintas variedades de queso son el resultado del tipo y composición de la leche de partida, del proceso de elaboración y del grado de maduración tal como se muestra en la ilustración 12. Así, el queso maduro se origina por una interacción compleja de procesos bioquímicos y microbiológicos que modifican los distintos componentes de la leche, dando como resultado la consistencia, el sabor y el aroma del queso.

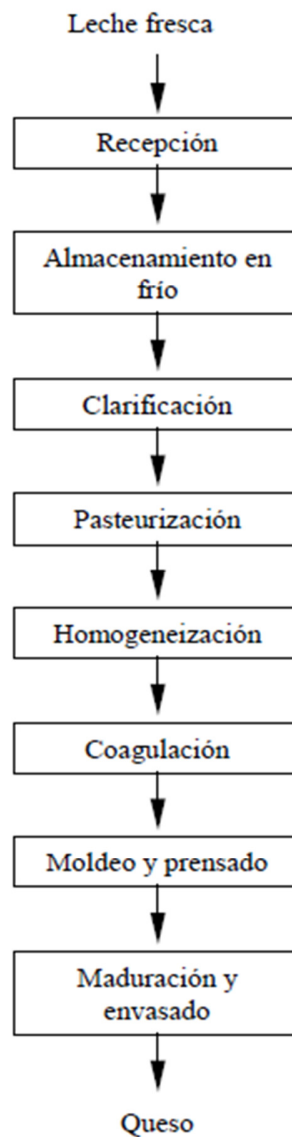


Ilustración 12: Diagrama de flujo del proceso de producción de queso

Fuente: C.N. MEDIO AMBIENTE (2006, internet)

2.4 HIPÓTESIS

Un control automático centralizado optimizará el proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de LÁCTEOS MARCO'S.

2.5 DETERMINACIÓN DE VARIABLES

2.5.1 Variable Independiente

Control Automático Centralizado.

2.5.2 Variable Dependiente

Proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de LÁCTEOS MARCO'S.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

El presente trabajo estuvo enmarcado dentro del paradigma crítico-propositivo por lo que tuvo un enfoque cuali-cuantitativo.

Cualitativo porque se buscó resultados de calidad, es decir un cambio de actitud frente al problema, y se propuso acciones en busca de su solución.

Estuvo basado en un enfoque subjetivo, por lo tanto se observó al problema dentro de su contexto. No se generalizó, es decir, se fijó en el problema desde adentro, aislando al caso y buscando la particularidad dentro de la empresa.

A lo expuesto anteriormente se le suma el enfoque cuantitativo al analizar los resultados obtenidos y proponerlos numéricamente, esto quiere decir que se le puso particular énfasis en los resultados.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Investigación Bibliográfica – Documental

Se realizó una investigación bibliográfica - documental para poder obtener información más profunda con respecto a problemas similares, de esta manera se recopiló información valiosa que sirvió como sustento científico del

proyecto, ampliando conceptualizaciones y criterios de diversos autores, de acuerdo a los objetivos del proyecto.

3.2.2 Investigación de campo

En el presente proyecto se aplicó la investigación de campo, ya que los datos que fueron base de la propuesta se obtuvieron directamente de las fuentes primarias de la empresa y en el lugar donde existía el problema.

3.2.3 Proyecto Factible

Fue un proyecto factible porque se buscó solucionar un problema existente en el contexto, respondiendo a necesidades e intereses de tipo industrial y tecnológico.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Exploratorio

Se realizó una investigación que permitió conocer las características actuales del proceso de producción leche, yogurt y queso de la empresa LÁCTEOS MARCO'S sondeando de esta manera el problema dentro del contexto en el que se desarrollaba.

3.3.2 Descriptivo

El proceso investigativo tuvo un nivel descriptivo porque se analizó el problema, estableciendo comparaciones, se clasificó elementos y procesos según como se desarrollaba el problema y las dificultades por las que se estaba atravesando.

3.3.3 Explicativo

Se llegó a establecer la relación de una variable con la otra y la incidencia que tenían en la solución del problema, descubriendo causa y efecto; llegando de esta manera a detectar factores que determinaron ciertos comportamientos que condujeron a establecer el ¿por qué? del problema.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

Se trabajó con la totalidad del personal de LÁCTEOS MARCO'S, por ser el universo muy reducido. Es decir que se trabajó con una población de 23 personas, entre obreros, personal administrativo y gerencia.

3.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.5.1 Plan de Recolección de Información

Para la recolección de la información se aplicaron encuestas a todo el personal de LACTEOS MARCO'S entre los cuales constaban el personal obrero, administrativo y de gerencia.

3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3: Variable Independiente. Control Automático Centralizado.

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS |
|--|-----------------------|-------------|---|-------------------------------------|
| Es un sistema automatizado que tiene la capacidad de controlar todo un proceso desde un lugar central. | Sistema automatizado. | Tiempos. | ¿Se cumple con los tiempos de producción preestablecidos? | Encuesta Cuestionario |
| | | Sistema. | ¿Se cuenta con algún sistema automático que controle la maquinaria del procesos de producción? | Observación Ficha de observación |
| | Control de procesos. | Métodos. | ¿Se podría mejorar el método actual que se utiliza para controlar la maquinaria? | Observación Ficha de observación |
| | | Control. | ¿Es posible controlar manual y automáticamente la maquinaria utilizada para el proceso de producción? | Observación Ficha de observación |
| Lugar central. | Procesos. | Monitoreo. | ¿Se puede monitorear el funcionamiento de la maquinaria desde un lugar específico? | Observación Ficha de observación |

Elaborado por: El investigador

Tabla 4: Variable Dependiente. Optimizar el proceso de producción.

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS |
|--|-------------|---|---|-------------------------------------|
| Es la utilización de técnicas para mejorar la cantidad y calidad del producto. | Técnicas. | Mejora continua. Control de calidad. | ¿Se implementan con frecuencia nuevas técnicas para mejorar el proceso de producción? | Encuesta Cuestionario |
| | Cantidad. | Volumen. | ¿Se controla la calidad del producto al final del proceso? | Encuesta Cuestionario |
| | Calidad. | Inocuidad. Seguridad. | ¿Con el volumen actual de producción se cumplen con las demandas del mercado? | Encuesta Cuestionario |
| | | | ¿Se toma en cuenta la inocuidad en cada producción? | Encuesta Cuestionario |
| | | | ¿Se transporta el producto con las seguridades adecuadas para que este no se dañe ni contamine? | Observación Ficha de observación |

Elaborado por: El investigador

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.7.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida

Lo primero que se realizó fue la organización detallada de los resultados que presentaron las encuestas, realizando el respectivo procedimiento y valoración de cada una de las respuestas de las preguntas planteadas en la encuesta. Con esto se logró tener la información correctamente ordenada para su posterior análisis e interpretación.

3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados

El análisis de los resultados se realizó con el siguiente procedimiento:

Se revisó la información recogida de las encuestas previamente planteadas; analizando y obteniendo los resultados, con la respectiva tabulación y gráficos adecuados, de los que se obtuvieron las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Para llegar a conocer las características del control actual de la maquinaria y los métodos de trabajo que se utilizan en el procesos de producción de leche, yogurt y queso; se determinó la necesidad de realizar una encuesta a todo el personal que labora en Lácteos Marco's, quienes comprenden obreros, personal administrativo y gerencia.

De la encuesta anteriormente mencionada se obtuvieron los siguientes resultados:

1. ¿Se cumple con los tiempos de producción preestablecidos?

Si: No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| SI | 7 | 30% |
| NO | 16 | 70% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 5: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 1.

Elaborado por: El investigador

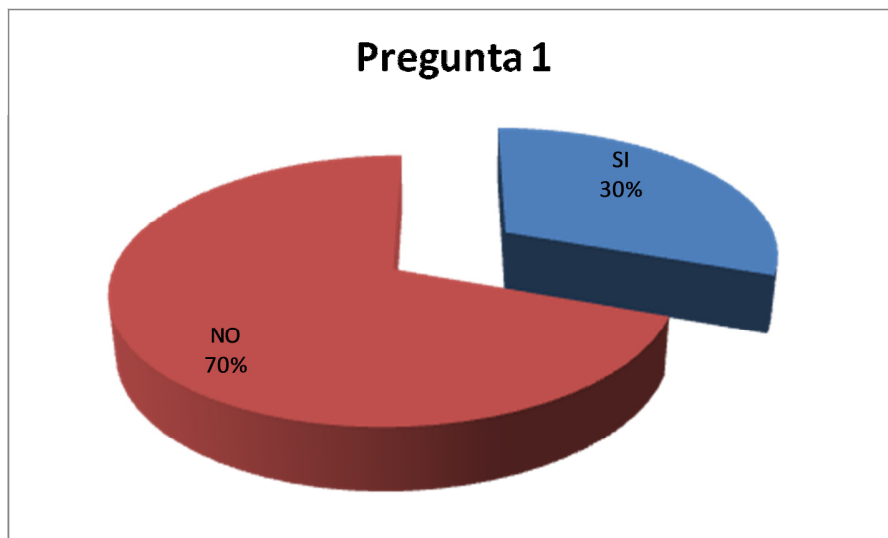


Ilustración 13: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 1.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 30% menciona que si se cumplen con los tiempos de producción preestablecidos, mientras que el 70% restante considera que estos tiempos de producción no se cumplen debido a demoras en ciertas etapas del proceso.

Interpretación: Con los resultados obtenidos nos podemos dar cuenta que no se están cumpliendo con los tiempos de producción preestablecidos, debido a demoras en la producción en ciertas etapas claves; dadas por el mal manejo de la maquinaria y la realización de actividades q no le dan valor al producto.

2. ¿Se cuenta con algún sistema automático que controle la maquinaria del procesos de producción?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|--------------|------------|-------------|
| SI | 4 | 17% |
| NO | 19 | 83% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 6: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 2.

Elaborado por: El investigador

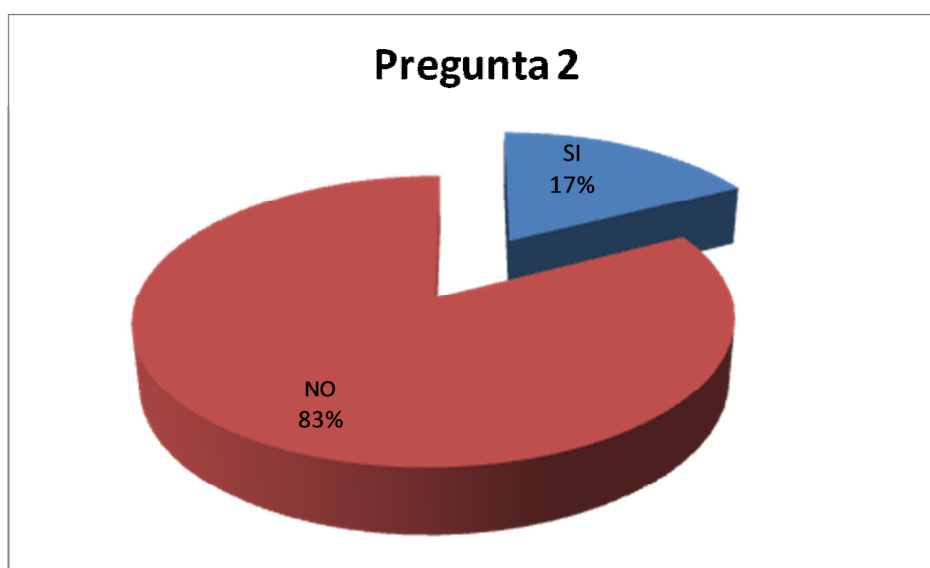


Ilustración 14: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 2.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 17% considera que si se cuenta con un sistema automático que controla la maquinaria del proceso de producción, mientras que el 83% restante menciona que el control de la mayoría de las máquinas se lo hace en base a un sistema manual.

Interpretación: Con las respuestas a esta pregunta notamos claramente que la mayoría de máquinas involucradas en el proceso se las controla de forma manual, lo que conlleva a que los trabajadores tengan que estar pendientes a cada momento del funcionamiento correcto de la maquinaria, con lo cual se limitan las actividades de cada persona.

3. ¿Se podría mejorar el método actual que se utiliza para controlar la maquinaria?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|--------------|------------|-------------|
| SI | 21 | 91% |
| NO | 2 | 9% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 7: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 3.

Elaborado por: El investigador

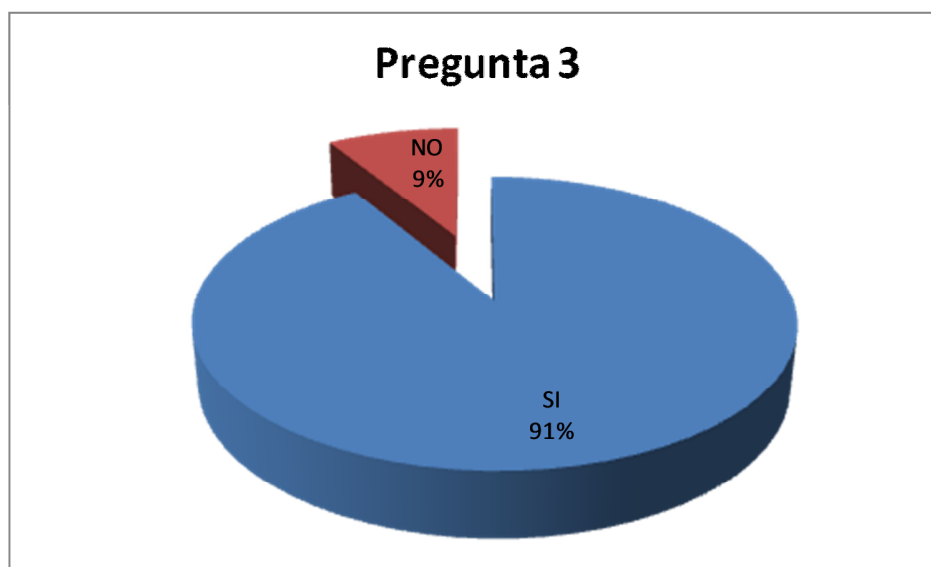


Ilustración 15: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 3.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 9% considera que no se puede mejorar el método actual que se utiliza para controlar la maquinaria, mientras que el 91% restante menciona que los métodos de control de la maquinaria si se pueden mejorar.

Interpretación: Podemos observar que el personal de la empresa está consciente de que se puede mejorar sustancialmente el método que se utiliza para controlar la maquinaria, y de esta manera mejorar la calidad de su trabajo reduciendo el esfuerzo que realizan en actividades innecesarias.

4. ¿Es posible controlar manual y automáticamente la maquinaria utilizada para el proceso de producción?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| SI | 16 | 70% |
| NO | 7 | 30% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 8: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 4.

Elaborado por: El investigador

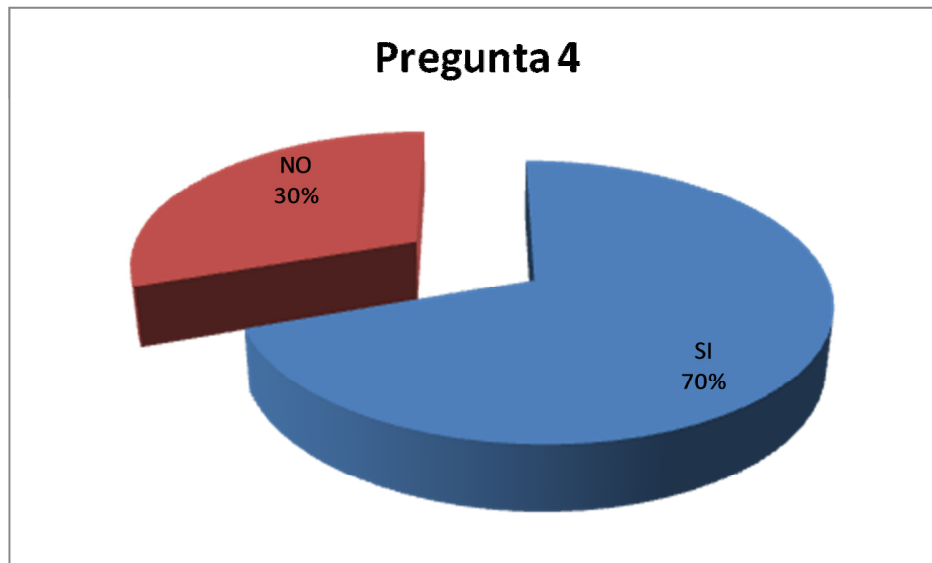


Ilustración 16: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 4.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 30% considera que no se puede controlar manual y automáticamente la maquinaria utilizada para el proceso de producción, mientras que el 70% restante menciona que si es posible realizar un control tanto manual como automático de ciertas máquinas.

Interpretación: Este dato revela que la empresa si cuenta con un nivel de automatización aceptable, lo cual es de gran beneficio para el desarrollo actual del proyecto ya que se puede tomar en cuenta sistemas automáticos existentes, teniendo de esta manera un nivel de partida muy bueno.

5. ¿Se puede monitorear el funcionamiento de la maquinaria desde un lugar específico?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|--------------|------------|-------------|
| SI | 7 | 30% |
| NO | 16 | 70% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 9: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 5.

Elaborado por: El investigador

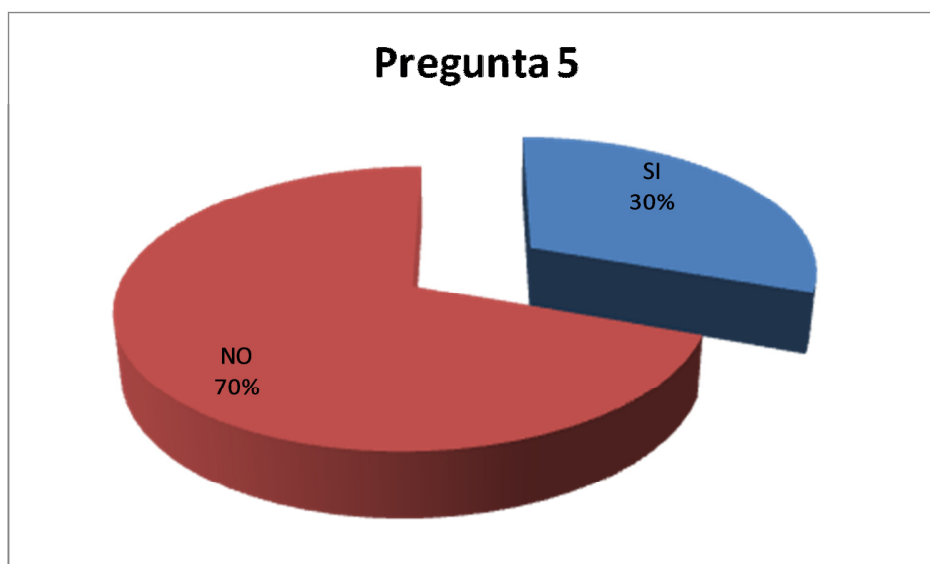


Ilustración 17: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 5.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 30% considera que si se puede monitorear el funcionamiento de la maquinaria desde un lugar específico, mientras que el 70% restante menciona que no se cuenta con un monitoreo de la mayoría de la maquinaria.

Interpretación: Los datos muestran que si se realiza un monitoreo de cierta maquinaria del proceso, pero la mayoría de máquinas no cuentan con esta ventaja, con lo que un monitoreo de todos los elementos involucrados en el proceso de producción va a ser de mucha ayuda para la empresa.

6. ¿Se implementan con frecuencia nuevas técnicas para mejorar el proceso de producción?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|--------------|------------|-------------|
| SI | 5 | 22% |
| NO | 18 | 78% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 10: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 6.

Elaborado por: El investigador

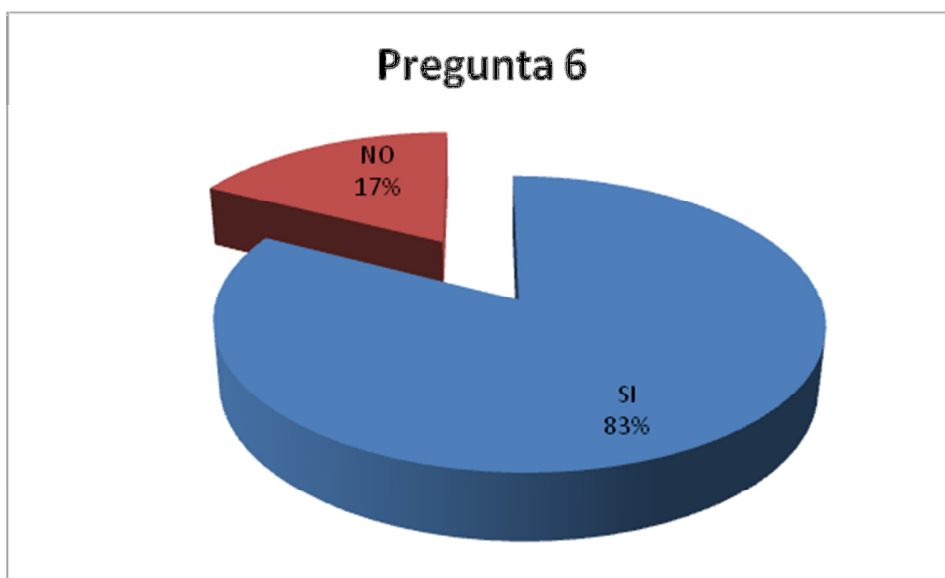


Ilustración 18: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 6.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 22% considera que si se implementan nuevas técnicas para mejorar el proceso de producción, mientras que el 88% restante menciona que no se están implementando nuevas técnicas de mejora.

Interpretación: Esto nos indica que se necesita una mejora continua de los procesos de producción, debido a que la empresa se está quedando limitada en la utilización de procesos y tecnologías antiguas de producción.

7. ¿Se controla la calidad del producto al final del proceso?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| SI | 7 | 30% |
| NO | 16 | 70% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 11: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 7.

Elaborado por: El investigador

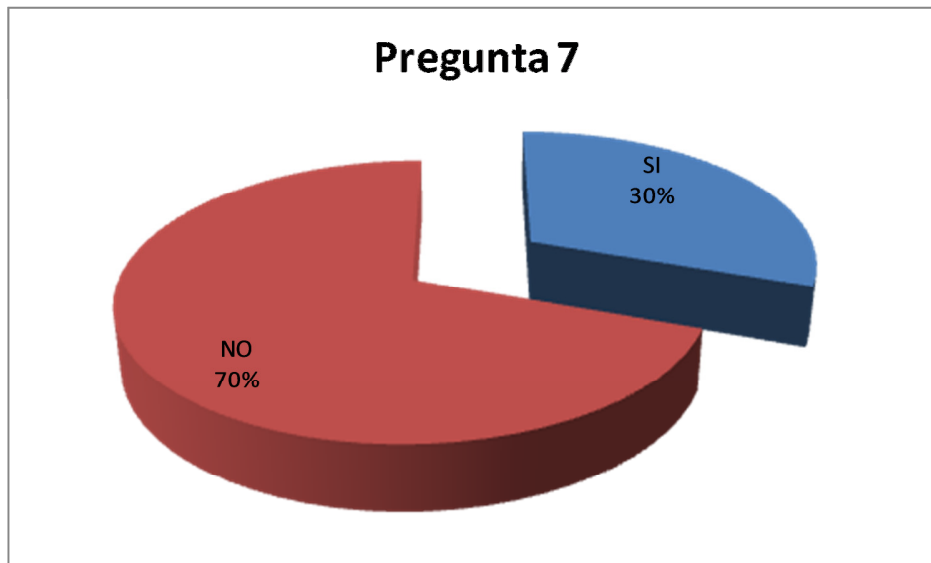


Ilustración 19: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 7.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 30% considera que si es controlada la calidad del producto al final del proceso, mientras que el 70% restante menciona que hace falta un mejor control en la calidad del producto terminado.

Interpretación: Estos resultados demuestran que la calidad del producto no se encuentra muy bien controlada al terminar los procesos de producción; un monitoreo de la calidad del producto en cada etapa del proceso ayudaría sustancialmente a la empresa a cerciorarse que se está obteniendo un producto de muy buena calidad.

8. ¿Con el volumen actual de producción se cumplen con las demandas del mercado?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|--------------|------------|-------------|
| SI | 19 | 83% |
| NO | 4 | 17% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 12: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 8.

Elaborado por: El investigador

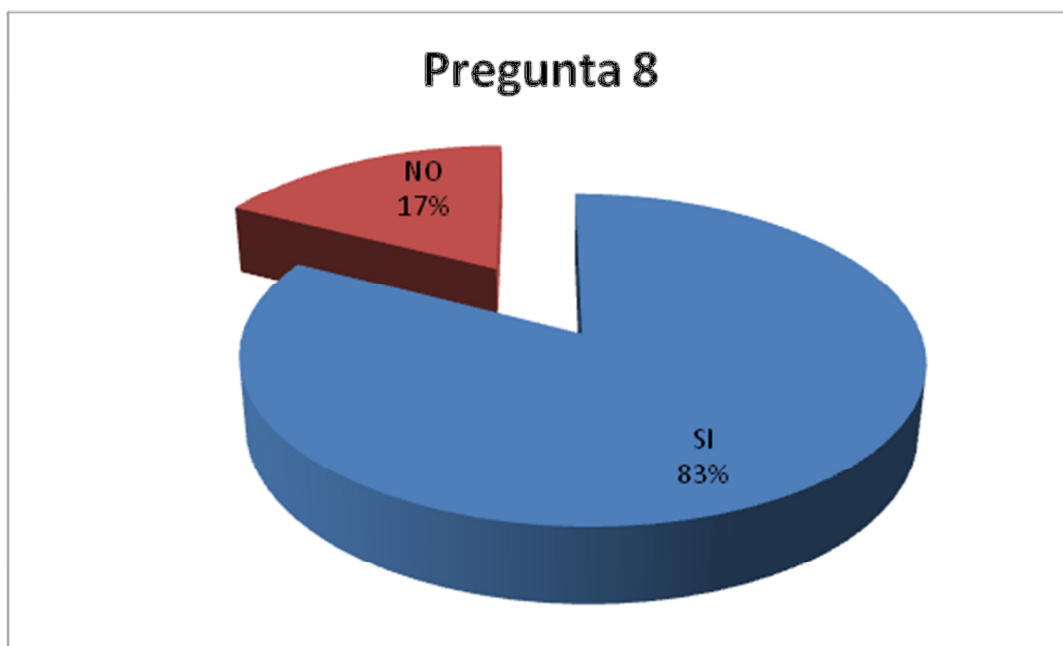


Ilustración 20: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 8.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 83% considera que con el volumen actual de producción si se llega a cumplir con las demandas del mercado, mientras que el 17% restante menciona que en ocasiones no se llega a cumplir con ciertas demandas de producción.

Interpretación: Esta pregunta confirma que en su gran mayoría se está cumpliendo con las demandas del mercado, pero sería de gran beneficio la utilización de nuevas tecnologías para disminuir las actividades que no agregan valor al producto, y así lograr que la empresa pueda desarrollarse sin ninguna limitación llegando a satisfacer de mejor manera las necesidades y requerimientos de los clientes.

9. ¿Se toma en cuenta la inocuidad en cada producción?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|--------------|------------|------------|
| SI | 18 | 78% |
| NO | 5 | 22% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 13: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 9.

Elaborado por: El investigador

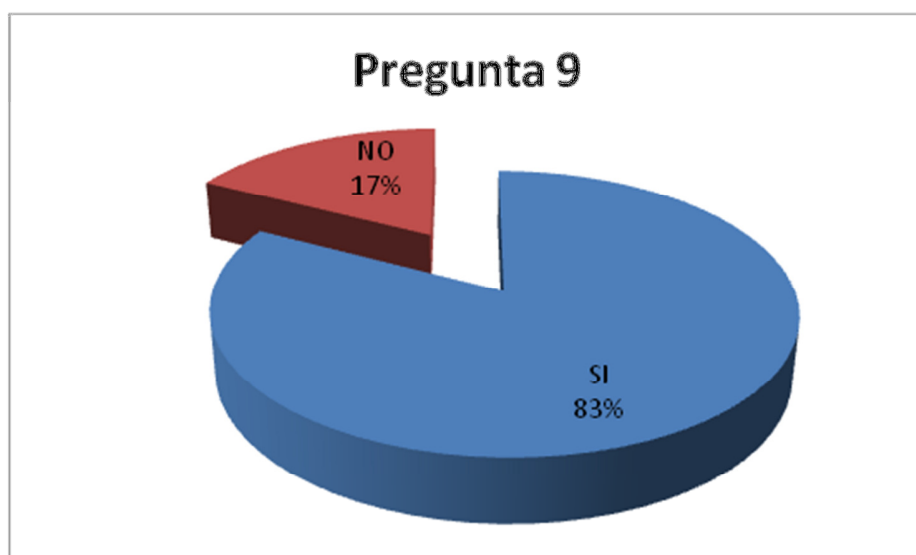


Ilustración 21: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 9.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 83% menciona que la inocuidad del producto es un factor que se toma muy en cuenta en cada producción, mientras que el 17% restante considera que todavía falta prestar mucha más atención en la inocuidad del producto.

Interpretación: Estos datos nos indican que la inocuidad del producto es un factor muy importante que se debe tener en cuenta en cada proceso de producción, por lo tanto es necesario prestar mucha atención y cuidado con este parámetro en el momento de implementar algún nuevo sistema en el proceso.

10. ¿Se transporta el producto con las seguridades adecuadas para que este no se dañe ni contamine?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|--------------|------------|-------------|
| SI | 14 | 61% |
| NO | 9 | 39% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 14: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 10.

Elaborado por: El investigador

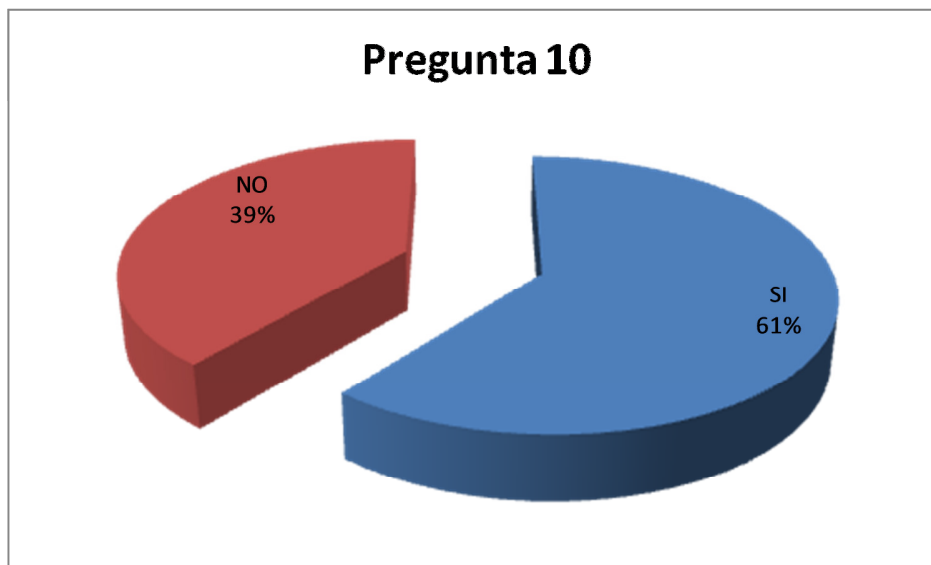


Ilustración 22: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 10.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 61% menciona que el producto si se transporta con las seguridades adecuadas para que este no se dañe ni contamine, mientras que el 39% restante considera que la manera de trasportar el producto no tiene todas las seguridades adecuadas.

Interpretación: Se puede notar claramente que el trasporte del producto es una etapa crucial en el proceso, debido a que el producto se puede contaminar si se lo trasporta de una manera inadecuada; por tal motivo es necesario evitar en lo posible la intervención directa del personal con el producto en proceso, logrando lo anteriormente mencionado con la automatización de las líneas de producción.

11. ¿Considera que es urgente la implementación de un control automático centralizado de la maquinaria utilizada en los proceso de producción?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| SI | 21 | 91% |
| NO | 2 | 9% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 15: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 11.

Elaborado por: El investigador

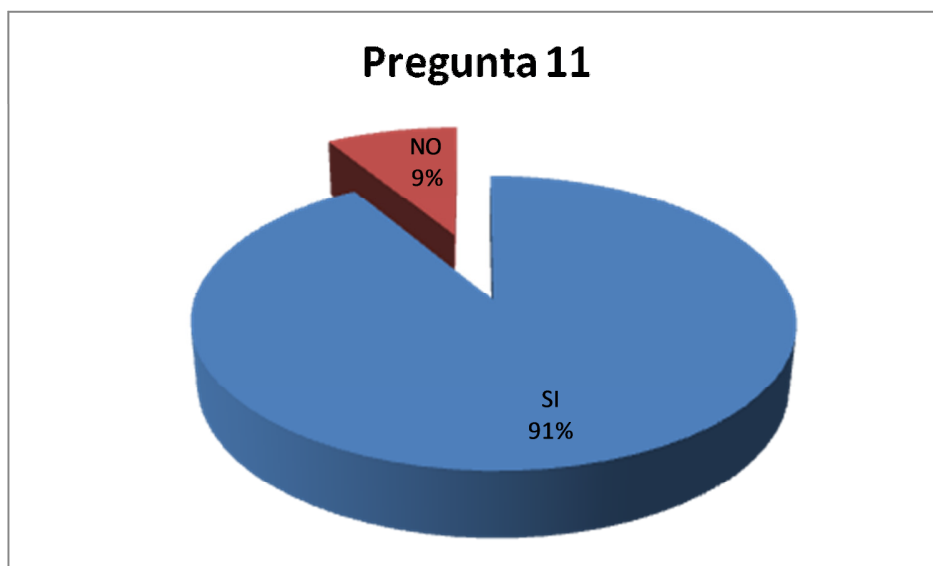


Ilustración 23: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 11.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 91% considera que si es urgente la implementación de un control automático centralizado de la maquinaria utilizada en los proceso de producción, mientras que el 9% restante no lo considera de mucha urgencia.

Interpretación: El personal obrero como el administrativo y gerencial consideran que si es urgente la implementación de un sistema de control automático centralizado, debido a que se va a mejorar la manera de controlar y monitorear la maquinaria, llegando a disminuir las actividades no productivas de cada trabajador y logrando así un desarrollo sustancial de los procesos de producción.

12. ¿Cree usted que la implementación de un control automático centralizado de la maquinaria mejorará la producción?

Si:

No:

| RESPUESTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| SI | 19 | 83% |
| NO | 4 | 17% |
| Total | 23 | 100% |

Tabla 16: Cuadro estadístico porcentual de la pregunta 12.

Elaborado por: El investigador

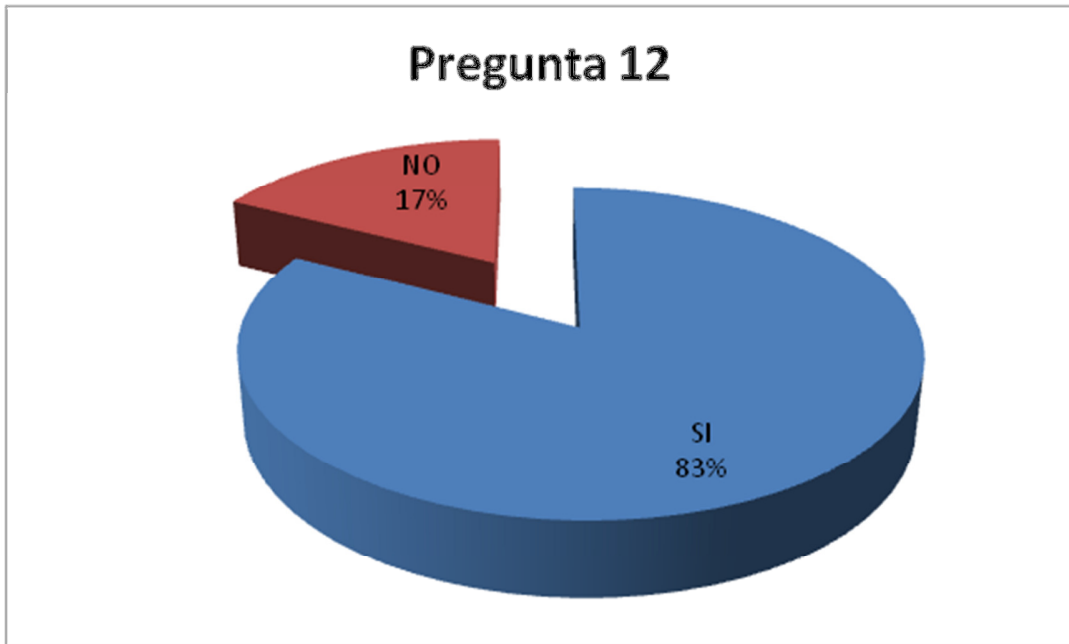


Ilustración 24: Gráfica estadística porcentual de la pregunta 12.

Elaborado por: El investigador

Análisis: Del total de la población encuestada, el 83% considera que la implementación de un control automático centralizado de la maquinaria si va a mejorar sustancialmente la producción, mientras que el 17% restante cree que no se va a mejorar en mucho con este sistema.

Interpretación: La mayoría de quienes conforman Lácteos Marco's están de acuerdo que se va a mejorar la producción con la implementación de un control automático centralizado, debido a que se mejorará la manera de controlar la maquinaria, se mejorará la calidad del producto, se disminuirá el esfuerzo físico de cada trabajador. Con lo anteriormente mencionado es fácil darse cuenta que este proyecto beneficiara tanto a los trabajadores como al desarrollo de la empresa, llegando así a la filosofía de ganar y ganar.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Después de haber realizado una investigación detallada, se ha llegado a determinar las siguientes conclusiones:

- En muchas ocasiones no se están cumpliendo con los tiempos de producción preestablecidos, debido a las demoras en la producción en ciertas etapas claves; dadas por el mal manejo de la maquinaria y la realización de actividades que no le dan valor al producto.
- En el proceso de producción de leche, la mayoría de máquinas se controlan de forma manual, lo que conlleva a que los trabajadores tengan que estar pendientes a cada momento del funcionamiento correcto de la maquinaria, con lo cual se limitan las actividades de cada persona.
- La empresa cuenta con un control aceptable de la maquinaria, lo cual es de gran beneficio para el desarrollo actual del proyecto ya que se puede tomar en cuenta sistemas automáticos existentes, teniendo de esta manera un nivel de partida muy bueno para el desarrollo de un sistema automático centralizado.
- La mayoría de quienes conforman Lácteos Marco's están de acuerdo y muy conscientes de que se va a mejorar la producción con la implementación de un control automático centralizado, debido a que se mejorará la manera de

controlar la maquinaria, se mejorará la calidad del producto, se disminuirá el esfuerzo físico de cada trabajador. Con lo anteriormente mencionado es fácil darse cuenta que este proyecto beneficiará tanto a los trabajadores como al desarrollo de la empresa, llegando así a la filosofía de ganar y ganar.

5.2 RECOMENDACIONES

- Al ser productos alimenticios los que la fábrica produce, la calidad del producto debe ser muy bien controlada en el transcurso del proceso de producción; es así que se debería implementar un monitoreo automático de la calidad del producto en cada etapa del proceso ayudando sustancialmente a la empresa a cerciorarse que se está obteniendo un producto de muy buena calidad.
- El transporte del producto es una etapa crucial en el proceso, debido a que el producto se puede contaminar si se lo transporta de una manera inadecuada; por tal motivo es necesario evitar en lo posible la intervención directa del personal con el producto en proceso, logrando lo anteriormente mencionado con la automatización de las líneas de producción.
- Actualizar los procesos de producción en base a la utilización de nuevas tecnologías para disminuir las actividades que no agregan valor al producto, y así lograr que la empresa pueda desarrollarse sin ninguna limitación llegando a satisfacer de mejor manera las necesidades y requerimientos de los clientes.
- La inocuidad del producto es un factor muy importante que se debe tener en cuenta en cada etapa del proceso de producción, por lo tanto es necesario prestar mucha atención y cuidado con este parámetro en el momento de implementar algún nuevo sistema en el proceso.

- Es importante que la Planta de Lácteos Marco's siga desarrollándose con las nuevas tecnologías, evolucionando hacia nuevos controles automáticos de su maquinaria; para lo cual se recomienda la implementación de este Control Automático Centralizado desarrollado en la propuesta.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

- **Título:**

“Diseño de un sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de Lácteos Marco’s”.

- **Institución Ejecutora:**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización

- **Beneficiarios:**

Lácteos Marco’s

- **Ubicación:**

Provincia de Tungurahua, Cantón Pillaro, Vía la Primavera.

- **Tiempo Estimado Para la Ejecución:**

4 meses

- **Equipo Técnico Responsable:**

Autor: Paúl David Proaño López

Tutor: Ing. Franklin Silva

- **Costo:**

\$ 800.00

6.2 Antecedentes de la Propuesta

Luego de la investigación realizada se constató que en la planta de Lácteos Marco's en muchas ocasiones no se están cumpliendo con los tiempos de producción preestablecidos, muchas veces por el mal manejo de la maquinaria y la realización de actividades que no le dan valor al producto; lo cual conlleva a una pérdida importante de tiempo, limitando de esta manera el desarrollo tanto de la producción como de la empresa en sí.

En la actualidad la empresa está controlando la maquinaria de forma manual, lo que conlleva a que los trabajadores tengan que estar pendientes a cada momento del funcionamiento correcto de cada máquina, con lo cual se limitan las actividades de cada persona. Es así que con la observación y análisis realizado se notó que se puede mejorar sustancialmente el método que se utiliza para controlar la maquinaria, y de esta manera mejorar la calidad de su trabajo reduciendo el esfuerzo que realizan en actividades innecesarias.

Cabe destacar que tanto el personal obrero, administrativo y gerencial de Lácteos Marco's está consciente que se necesita un proceso de mejora continua y de innovación tecnológica, dado que la utilización de nuevas tecnologías permitirá disminuir las actividades que no agregan valor al producto, y así lograr que la empresa pueda desarrollarse sin ninguna limitación llegando a satisfacer de mejor manera las necesidades y requerimientos de los clientes.

Es importante destacar que la empresa cuenta con una muy buena organización y distribución de su maquinaria, con lo que se tiene un nivel de partida muy bueno para realizar un correcto diseño con una factibilidad muy grande de implementación del sistema automático centralizado.

6.3 Justificación

El constante desarrollo de la tecnología hace que un sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso sea una necesidad primordial en el desarrollo de la producción de Lácteos Marco's; pudiendo de esta manera ir creciendo paulatinamente en el ámbito de la elaboración de productos lácteos de muy buena calidad, e inmiscuyéndose en la tecnificación industrial de sus procesos.

Con un sistema automático centralizado se podrá disminuir sustancialmente las actividades no productivas que muchas veces realizan los trabajadores en el control manual de la maquinaria, logrando de esta manera posicionar al personal en otras actividades en las cuales verdaderamente se necesite la intervención humana.

Uno de los principales beneficios de un sistema automático centralizado se enfoca en la calidad del producto, debido a que se evitará en muchas partes del proceso de producción la intervención de los trabajadores, con lo que se estará impidiendo el contacto del personal con el producto. Es así que también se estaría ahorrando mucho

tiempo de producción, ya que no se deberá estar controlando la calidad a cada instante porque se tendrá la confianza necesaria de que el producto en proceso no se está contaminando ya que se están haciendo las cosas bien desde el principio.

El poder monitorear un proceso desde un lugar central nos da la oportunidad de controlar los parámetros de producción, así como nos permite observar el correcto funcionamiento de la maquinaria; teniendo la capacidad de reacción inmediata en el momento de que alguna máquina o elemento del proceso comience a funcionar de una manera errónea.

Es importante destacar que todos quienes conforman Lácteos Marco's están de acuerdo y muy conscientes de que se va a mejorar la producción con la implementación de un control automático centralizado, debido a que se mejorará la manera de controlar la maquinaria, se mejorará la calidad del producto, se disminuirá el esfuerzo físico de cada trabajador. Logrando de esta manera el desarrollo y satisfacción tanto empresarial como humana.

6.4 Objetivos

6.4.1 General

Diseñar un sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso en Lácteos Marco's.

6.4.2 Específicos

- Identificar los sensores, actuadores y elementos de control que poseen los procesos de producción, los cuales van a intervenir en el sistema automático centralizado.

- Establecer los parámetros fundamentales que se van a controlar en cada etapa del proceso.
- Desarrollar el diseño de la automatización, control y monitoreo más óptimo para cada proceso de producción.
- Simular el sistema de control automático centralizado que fue diseñado, para cada proceso de producción.

6.5 Análisis de Factibilidad

Con un control automático centralizado la empresa va a ganar en calidad del producto terminado, en ahorro de tiempo, reducción de actividades no productivas, actualización tecnológica en sus procesos; lo cual hace que este proyecto sea factible para un desarrollo tanto humano como empresarial.

6.5.1 Factibilidad Tecnológica

Este proyecto es factible tecnológicamente debido a que la empresa cuenta con un control aceptable de la maquinaria y una correcta organización en cada proceso, lo cual es de gran beneficio para el desarrollo actual del proyecto ya que se puede tomar en cuenta sistemas automáticos existentes, teniendo de esta manera un nivel de partida muy bueno para el desarrollo de un sistema automático centralizado.

6.5.2 Factibilidad Económica - Financiera

Este proyecto es muy factible tanto económica como financieramente hablando, ya que si se lo llegaría a implementar los beneficios al mejorar la calidad, producción y tecnología que este otorgaría serían tan buenos que toda la inversión se la recuperaría en corto tiempo; es decir que este proyecto tendría la capacidad de pagarse solo, y de esta manera dejar situada a la empresa en un desarrollo económico muy bueno.

Tomando en cuenta todos los beneficios que traería la implementación de este proyecto, y en base al presupuesto de puesta en marcha que se encuentra detallado al final de esta propuesta; la inversión se llegaría a recuperar fácilmente en un lapso de dos a tres años, logrando así un incremento en los ingresos económicos a partir de este periodo de tiempo.

6.5.3 Factibilidad Organizacional

La factibilidad organizacional de este proyecto es muy clara debido a que quienes conforman Lácteos Marco's están de acuerdo y muy conscientes de que se va a mejorar la producción con la implementación de un control automático centralizado, debido a que se mejorará la manera de controlar la maquinaria, se mejorará la calidad del producto, se disminuirá el esfuerzo físico de cada trabajador. Es así que este proyecto beneficiará tanto a los trabajadores como al desarrollo de la empresa, llegando así a la filosofía de ganar y ganar.

6.6 Fundamentación Científico – Técnica

Un sistema automático centralizado del proceso de producción de leche, yogurt y queso abarca todo lo referente a la automatización y control industrial, involucrándose netamente en el control y monitoreo del procesos de producción de leche además de un monitoreo del área de yogurt y queso.

Es importante mencionar que lo que se desea lograr es un mejoramiento de la manera en cómo se está controlando actualmente la maquinaria, y así, en base al diseño de un control automático centralizado optimizar los procesos de producción de leche, yogurt y queso.

Antes de empezar con el desarrollo de la propuesta es necesario tener un fundamento técnico claro de cómo se está controlando actualmente la maquinaria, así como un

fundamento científico que sustente e incremente los conocimientos requeridos para el desarrollo de la propuesta.

Fundamentación Técnica de la Situación Actual de Lácteos Marco's:

La situación actual del control de la maquinaria está representada en el diagrama de la Ilustración 25. El cual muestra la manera como se distribuye la leche fresca desde su recepción y almacenamiento, hacia los diferentes procesos de leche enfriada, leche pasteurizada, yogurt y queso.

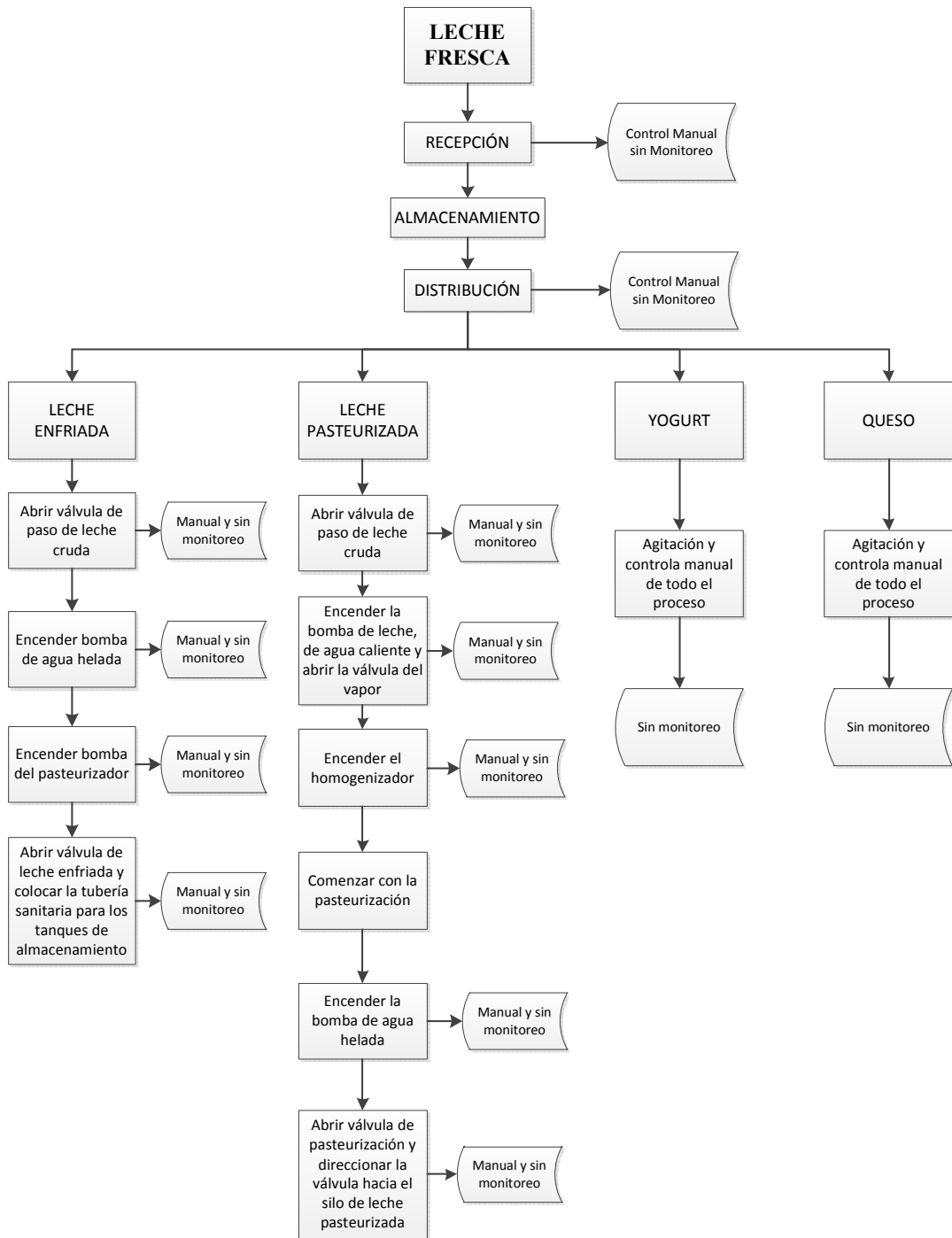


Ilustración 25: Diagrama de situación actual del control de la maquinaria

Elaborado por: El investigador

El diagrama anterior nos muestra claramente que la mayoría de controles de la maquinaria tanto en el proceso de producción de leche, yogurt y queso se las viene llevando de manera manual.

Comenzando con la recepción y distribución de la leche cruda, este proceso es llevado a cabo mediante el control manual de las bombas y válvulas de paso, como se muestra en la Ilustración 26.



Ilustración 26: Recepción y distribución de leche

Fuente: LÁCTEOS MARCO'S

En el proceso de preenfriado de leche se realiza el encendido manual y secuencial de los diferentes equipo, como se muestra en el diagrama de la Ilustración 25; además de que es necesaria la intervención del personal para colocar la manguera sanitaria que dirija el flujo de leche desde el pasteurizador a los tanques de leche enfriada, como se muestra en la Ilustración 27.



Ilustración 27: Preenfriado de leche

Elaborado por: El investigador

Para el proceso de pasteurización de leche, de la misma manera que en el preenfriado, se enciende manual y secuencialmente cada uno de los diferentes equipos como se muestra en el diagrama de la Ilustración 25; además se debe direccionar la válvula de tres vías hacia el silo de leche pasteurizada. La Ilustración 28 muestra claramente el proceso de pasteurización de leche y el tablero de control manual que se utiliza.



Ilustración 28: Pasteurizado de leche

Elaborado por: El investigador

Para los procesos de producción de yogurt y queso, los controles de cierta bombas y agitadores se los realiza manualmente, esto se debe a que el proceso así lo demanda; puesto que se necesita controlar periódicamente niveles de acides e ir adicionando componentes básicos para obtener el producto final. La Ilustraciones 29 y 30 muestran claramente los procesos de producción de yogurt y queso respectivamente.



Ilustración 29: Producción de yogurt
Fuente: LÁCTEOS MARCO'S



Ilustración 30: Producción de queso
Fuente: LÁCTEOS MARCO'S

6.7 Modelo Operativo

La automatización nació con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos y para controlar las operaciones de una forma más rápida, secuencial y segura.

La automatización para la industria, es usar tecnología que integre un proceso de control a través de dispositivos capaces de tomar decisiones e interactuar con otros, basándose en un programa establecido por el integrador para el manejo de algunas variables, mediante su monitoreo y comparación con un valor esperado del proceso; esto se realiza de manera automática, generando en el sistema mayor productividad, confiabilidad, estabilidad y calidad en sus resultados.

Un proyecto de automatización se inicia cuando una empresa identifica una oportunidad de mejora dentro de sus procesos productivos susceptibles de ser automatizados. Tal oportunidad puede ser un incremento en la producción, el perfeccionamiento en los atributos y cualidades de alguna línea de productos para enfrentar la competencia de otros proveedores o lo más común, mantener la fabricación y calidad dentro de las normas actuales pero disminuyendo los costos totales asociados a la producción.

Tomando en cuenta lo anteriormente nombrado, se decide diseñar un sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de Lácteos Marco's. Para lo cual se desarrolla sistemáticamente una lista de tareas secuenciales a realizar, con el fin de lograr un sistema automático centralizado que llegue a optimizar los procesos de producción que este abarque.

Por lo tanto, antes de iniciar una automatización es importante tener en cuenta que:

- Las organizaciones son complejas y realizan diversas funciones que están relacionadas entre sí, que sus necesidades de manejo de información cambian y crecen, y que además del manejo operativo de la información hay una necesidad de contar con un acceso global que permita una mejor toma de decisiones.
- La tecnología es muy cambiante, cada vez hay mayor variedad de equipos y sistemas más poderosos de costos diversos, lo que complica la selección de la tecnología adecuada.
- El diseño, la programación y la operación de los sistemas requieren en la mayoría de los casos de especialistas.

Por todo lo antes mencionado, si se pretende que una automatización no solamente cause una mejora de la producción, sino que además resulte una inversión rentable en cuanto a la adquisición de una tecnología adecuada, es necesario contar con una metodología para llevar a cabo dicha automatización.

Los pasos por seguir para aplicar la metodología de esta propuesta son:

1. Identificación de los procesos a mejorar.
2. Diagramas necesarios para la descripción del proceso.
3. Identificación de los equipos y elementos involucrados en la automatización.
4. Selección de los equipos y elementos adecuados para el proceso.
5. Codificación de los equipos y elementos para facilitar la programación del PLC.
6. Programación del PLC.
7. Programación del NI OPC SERVER.
8. Programación del HMI en Labview.
9. Implementación de los elementos y equipos de control.
10. Funcionamiento del control y monitoreo.

6.7.1 Identificación de los procesos a mejorar

Producción de Leche:

Actualmente en el proceso de producción de leche el control de la maquinaria se lo hace manualmente, teniendo en cuenta que en el manejo del pasteurizador que es el punto clave del proceso se están produciendo muchas deficiencias, tales como:

- Tener que seguir un encendido secuencial de cada uno de los equipos en el momento de realizar una pasteurización o preenfriado de leche, lo que puede traer muchos problemas en casos que exista algún descuido del operario.
- Manejar manualmente la apertura y cierre de la válvula de vapor de acuerdo a la temperatura de pasteurización que se requiera.
- Muchas veces se produce derrames de leche en el tanque de balance del pasteurizador debido a descuidos de los operadores.
- Tener que colocar en la posición adecuada la válvula de tres vías, dependiendo si se está pasteurizando o preenfriando leche.
- Colocar la manguera sanitaria en dirección a los tanques de leche enfriada cada vez que se realiza un preenfriado.

Para las deficiencias anteriormente nombradas se ha pensado diseñar un control automático del proceso de producción de leche, logrando así dar las siguientes soluciones correspondientes a cada uno de los problemas anteriormente nombrados:

- Control automático del encendido de todos los equipos tan solo presionando un botón que inicialice tanto el proceso de producción de leche pasteurizada como el de leche enfriada. Además de tener la posibilidad de seleccionar un funcionamiento manual de los equipos, mediante el cual se los va a poder encender independientemente.

- Realizar un control automático de la temperatura de pasteurización, logrando así mantener a dicha temperatura dentro de los parámetros requeridos por el proceso. Además de tener la posibilidad de observar a que temperatura se está trabajando.
- Evitar los derrames de leche en el tanque de balance del pasteurizador, mediante un control de nivel puntual, que permitirá además evitar que la bomba de pasteurización se quede sin fluido y pueda quemarse.
- Manejar automáticamente la dirección del fluido dependiendo del proceso que se esté realizando, logrando así controlar de una manera automática las electroválvulas que direccionan la leche.
- Diseñar y controlar automáticamente el direccionamiento de la leche preenfriada hacia sus tanques de almacenamiento, evitando así la pérdida de tiempo en la colocación de la manguera sanitaria.

Estas soluciones anteriormente nombradas van a permitir la eliminación de las deficiencias con las que se venía trabajando hasta la actualidad.

Producción de Yogurt y Queso:

Para los procesos de producción de yogurt y queso, los controles de ciertas bombas y agitadores se los realiza manualmente, esto se debe a que el proceso así lo demanda; puesto que se necesita controlar periódicamente niveles de acidez, e ir adicionando componentes básicos para obtener el producto final.

Tratar de implementar un control automático en estos procesos, sería una pérdida de tiempo y dinero, debido a que como se dijo anteriormente estos procesos necesitan de una supervisión continua, y no siguen una secuencia definida que se pueda controlar.

Pero si existe la factibilidad de monitorear centralmente el funcionamiento de cada uno de los equipos que intervienen en estos dos procesos, logrando así tener

monitoreado cada uno de los procesos desde un lugar central. Además de que este monitoreo de los equipos nos puede ayudar claramente para planificar sus mantenimientos o para la obtención de datos de funcionamiento y producción.

6.7.2 Diagramas necesarios para la descripción del proceso

Los siguientes diagramas de procesos muestran claramente los pasos que se siguen para la elaboración de los diferentes productos.

Producción de Leche:

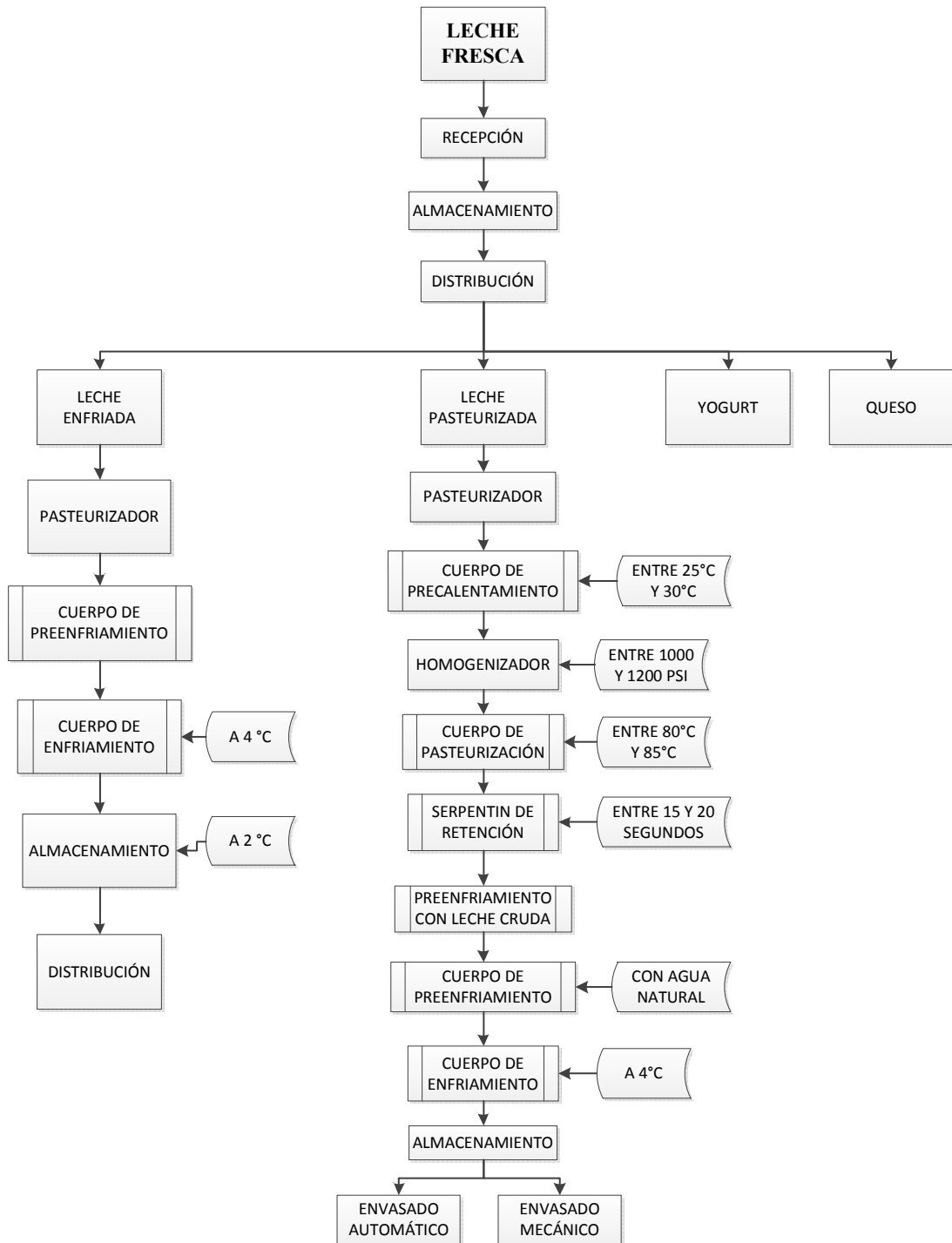


Ilustración 31: Diagrama de flujo del proceso de leche enfríada y pasteurizada

Elaborado por: El investigador

En la ilustración 31 podemos ver el diagrama de flujo del proceso de producción de leche enfriada y pasteurizada, detallando secuencialmente cada uno de los procesos que se siguen hasta obtener el producto final.

El proceso empieza con la recepción de la leche fresca, la cual es entregada por los pequeños y grandes productores. Una vez que los productores llegan con la leche fresca, esta es analizada y controlada para observar y determinar si cumple con los parámetros establecidos de calidad, higiene y salud. Seguidamente si la leche pasa el control de calidad efectuado en la recepción, esta leche pasa a ser almacenada momentáneamente hasta su posterior distribución a los 4 diferentes procesos, entre los cuales están el proceso de leche enfriada, leche pasteurizada, yogurt y queso.

Leche Enfriada:

Esta leche es el resultado de un proceso muy sencillo, el cual consiste en hacer circular la leche por el pasteurizador de placas, pero solamente se van encontrar en funcionamiento el cuerpo de preenfriamiento y el cuerpo de enfriamiento, teniendo como resultado que la leche fresca que ingresó entre 18 y 20°C salga a una temperatura de 4°C, para posteriormente ser almacenada en los tanques de leche enfriada a una temperatura constante de 2°C.

Esta leche no sufre ningún cambio en sus propiedades químicas, solo sufre un enfriamiento de su temperatura de ingreso, por lo que esta leche es comercializada a otras empresas lácteas para sus diferentes usos.

En los Anexos, en el plano 03-12 titulado Proceso de Preenfriamiento de Leche podemos observar detalladamente y bien identificados los fluidos que intervienen en la producción de leche enfriada.

Leche Pasteurizada:

Para describir el proceso que se lleva a cabo para la obtención de leche pasteurizada se detalla principalmente el método de pasteurización.

La pasteurización es un proceso que combina tiempo y temperatura para asegurar la destrucción de todas las bacterias patógenas que pueden estar presentes en el producto crudo con el objetivo de mejorar su capacidad de conservación.

El proceso de pasteurización comienza con la leche fresca que llega entre 18 y 20°C, esta leche pasa por el primer intercambiador de placas denominado cuerpo de precalentamiento, es aquí donde la leche fresca se cruza con la leche pasteurizada y de esta manera la leche que ingresa se calienta mientras que la que sale se enfría; seguidamente la leche se homogeniza entre 1000 y 1200 psi de presión para que la grasa se destruya uniformemente en la leche. Continuando con el proceso la leche pasa por el cuerpo de pasteurización donde alcanza temperaturas de entre 80 y 85°C con un tiempo de sostenimiento de entre 15 y 20 segundos en el serpentín de retención, el efecto de mantener por un tiempo la leche entre 80 y 85°C es destruir todos los microorganismos que mueren a esa temperatura, pero sobre todo los patógenos que es conocido mueren a los 56°C.

Una vez que la leche pasa por el serpentín de retención, esta empieza a enfriarse al cruzarse con la leche que ingresa en el intercambiador de placas; para acelerar el proceso de enfriamiento se hace circular a la leche por el cuerpo de preenfriamiento, en donde se cruza con agua natural para seguir disminuyendo su temperatura. Finalmente para obtener una leche a 4°C que pueda ser almacenada y envasada se la hace circular por el cuerpo de enfriamiento, en el cual se cruza con agua helada. De esta manera obtenemos una leche pasteurizada y enfriada a 4°C, la cual va a ser almacenada en su respectivo silo para su posterior envasado.

En los Anexos, en el plano 02-12 titulado Proceso de Pasteurización de Leche podemos observar detalladamente y bien identificados los fluidos que intervienen en la producción de leche pasteurización.

Cabe destacar que este es el proceso que se va automatizar, para lograr controlar automáticamente el proceso de leche enfriada y leche pasteurizada.

Producción de Yogurt:

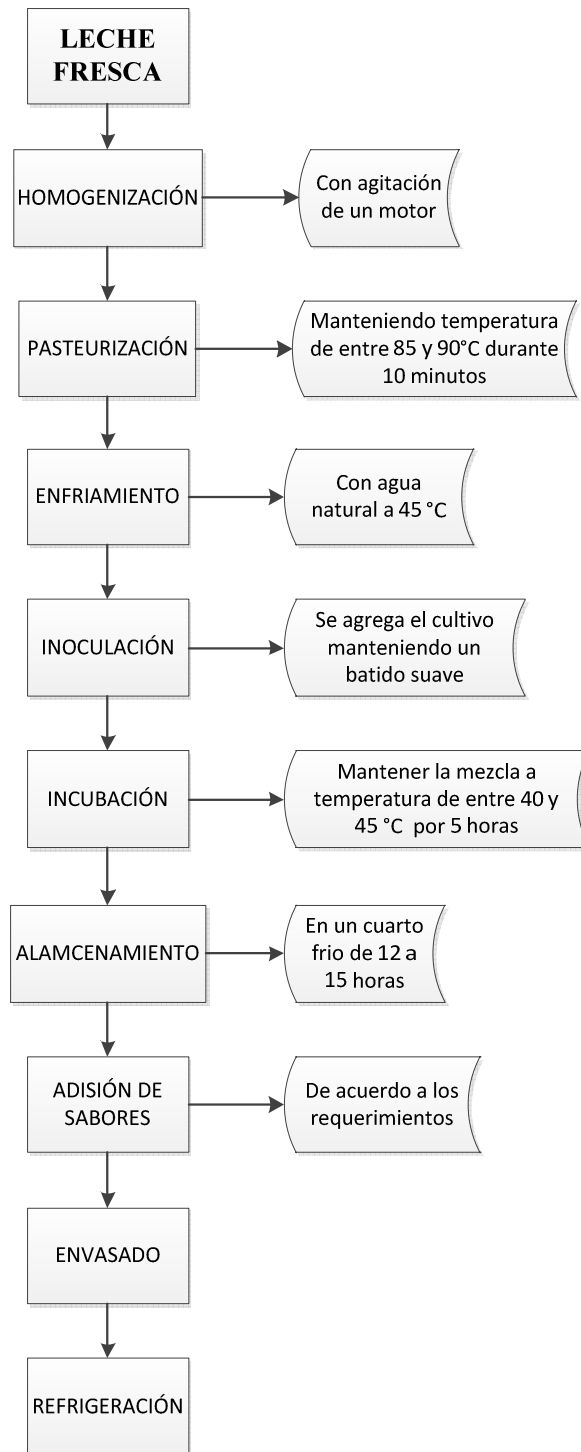


Ilustración 32: Diagrama de flujo del proceso de producción de yogurt

Elaborado por: El investigador

El proceso de producción de yogurt está detallado en la Ilustración 32; este proceso se lo realiza en el tanque de fermentación de yogurt, el cual está compuesto de una triple camisa que cumple las funciones de tanque de proceso (la interior), cámara de intercambio térmico (la central) y aislante térmico (la exterior).

El proceso comienza con el llenado del tanque de fermentación con la leche fresca de la recepción inicial, esta leche es homogenizada con un motor agitador, para luego pasar al proceso de pasteurización lenta, en la cual la leche se calienta a una temperatura de entre 85 y 90°C durante 10 minutos manteniendo una agitación constante. Transcurridos los 10 minutos de pasteurización se procede con el enfriamiento que se lo realiza por intercambio de calor con agua natural, llegando así a una temperatura de 45°C; seguidamente se procede con la inoculación, agregando el cultivo y batiendo suavemente para obtener una mezcla homogénea.

Una vez que la mezcla esté totalmente homogénea se procede con la inoculación, que no es otra cosa que mantener la mezcla a una temperatura promedio de entre 40 y 45°C durante 5 horas en total reposo; obteniendo así un yogurt firme y de calidad. Para que este yogurt se pueda conservar y mantener en condiciones óptimas se procede con un almacenamiento en un cuarto frío durante un lapso de 12 a 15 horas; para luego añadir los sabores correspondientes de acuerdo a los requerimientos y pasar a un posterior envasado.

Cabe destacar que en la mayor parte del proceso debe intervenir un control humano para ir determinando parámetros específicos de la calidad del yogurt, por lo tanto en esta área no se va a controlar automáticamente el tanque de fermentación; sino que solo se va a monitorear su funcionamiento.

Producción de Queso:

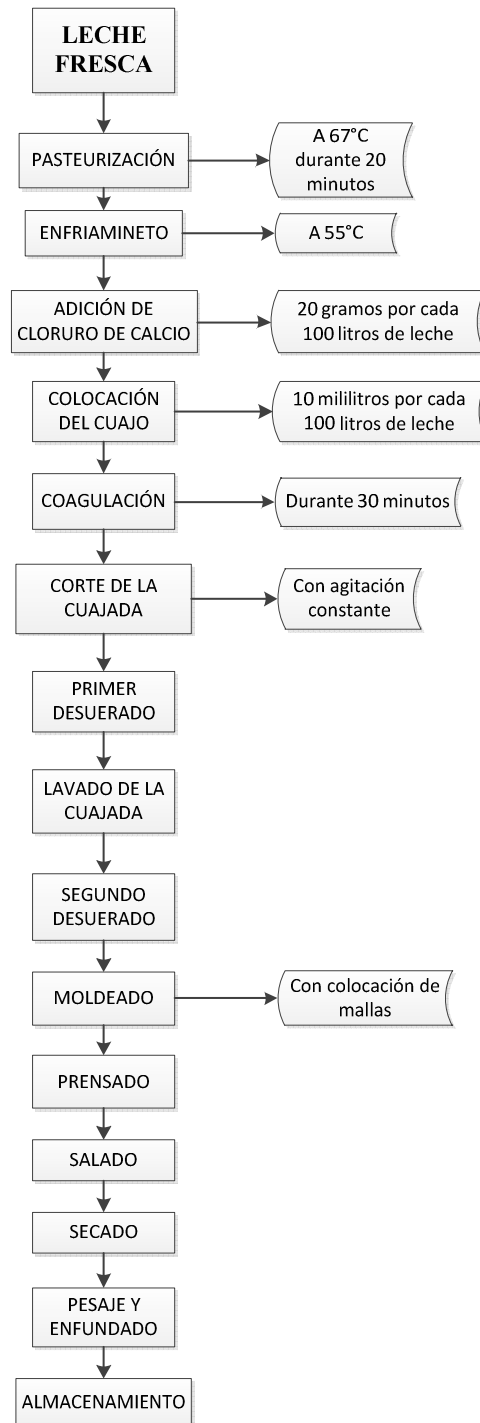


Ilustración 33: Diagrama de flujo del proceso de producción de queso

Elaborado por: El investigador

La Ilustración 33 muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de queso. En este proceso al igual que para el proceso de producción de yogurt se lo realiza en tanques de fermentación, pero cabe destacar que para la producción de queso solo se cuenta con un tanque de fermentación con agitador de motor, en los otros dos tanques la agitación se la realiza manualmente.

Para obtener el queso terminado se comienza con la recepción de la leche fresca en los tanques de fermentación, para luego empezar con la pasteurización lenta que se la realiza a 67°C durante 20 minutos; seguidamente se procede a un enfriamiento hasta llegar a una temperatura de 55°C, habiendo ya llegado a esa temperatura se procede con la adición de cloruro de calcio en una cantidad de 20 gramos por cada 100 litros de leche; una vez adicionado el cloruro se procede nuevamente a bajar la temperatura hasta 36°C, con el objetivo de dejar lista la mezcla para la colocación del cuajo en una cantidad de 10 mililitros por cada 100 litros.

Continuando con el proceso, la mezcla realizada se la deja coagular durante 30 minutos, para proceder con el corte de la cuajada y posterior agitación. Una vez realizada la agitación se procede con el primer desuerado, un lavado de la cuajada y un segundo desuerado, con lo cual la cuajada queda lista para ser colocada en los moldes con la malla respectiva. Ya con la cuajada en los moldes se procede con el prensado, el salado y el secado, para tener listo el queso en sus diferentes formas y presentaciones, el cual va a ser pesado y enfundado.

Es importante destacar que en esta área todo el proceso se lo realiza manualmente, teniendo solo la oportunidad de monitorear el funcionamiento del motor agitador del tanque de fermentación y la bomba de desuerado.

Diagramas de fluidos de la planta:

Para entender mejor el proceso de producción de toda la planta de Lácteos Marco's se desarrolló un plano de los fluidos que intervienen en los procesos de producción de la planta, el cual lo podemos encontrar en los Anexos como Diagrama de Fluidos de la Planta de Lácteos Marco's de número 01-12.

En este plano podemos encontrar con colores el tipo de fluido, teniendo así:

| FLUIDOS | |
|-----------|-------------------------|
| ————— | LECHE CRUDA EN TUBERÍA |
| - - - - - | LECHE CRUDA EN MANGUERA |
| ————— | LECHE EN PROCESO |
| ————— | LECHE ENFRIADA |
| ————— | LECHE PASTEURIZADA |
| ————— | YOGURT |
| ————— | SUERO |
| ————— | AGUA NATURAL |
| ————— | AGUA CALIENTE |
| ————— | AGUA HELADA |
| ————— | VAPOR |

Tabla 17: Tipos de fluidos en colores

Elaborado por: El investigador

Leche cruda: Es la leche fresca que se receipta de los pequeños y grande productores; y es la principal materia prima que se va utilizar en todos los procesos de producción.

Leche en Proceso: Es la leche que ingresa al pasteurizador y empieza a sufrir un proceso bien sea de pasteurización o de preenfriamiento.

Leche Enfriada: Es la leche que se obtiene después de un proceso de preenfriamiento de la leche cruda. Esta leche es vendida a otras empresas lácteas.

Leche Pasteurizada: Es aquella leche que resulta de un procesos de pasteurización anteriormente descrito. Este producto es enfundado y distribuido para su venta y consumo alimenticio.

Yogurt: Es el resultado de un proceso, mezcla y tratamiento de la leche cruda.

Suero: Es un líquido obtenido en el proceso de fabricación del queso, después de la separación de la cuajada o fase micelar.

Agua natural: Es el agua utilizada en todo los procesos para realizar un preenfriado, y también es utilizada para el lavado de equipos.

Agua Caliente: Es el agua que fluye dentro del intercambiador de calor del pasteurizador, y ésta es utilizada en el cuerpo de pasteurización para aumentar la temperatura de la leche en proceso.

Agua Helada: Es el agua utilizada para disminuir drásticamente la temperatura de la leche en proceso.

Vapor: Es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida, este gas es utilizado para aumentar la temperatura de los fluidos en proceso por medio de intercambiadores de calor.

Además en el plano 01-12 podemos encontrar detalladas las capacidades de almacenamiento de los silos y tanques que son utilizados en los procesos productivos de elaboración de leche, yogurt y queso. Teniendo así los siguientes tanques y silos.

- **Tanque de leche enfriada 1:** 6100 litros.
- **Tanque de leche enfriada 2:** 6100 litros.
- **Tanque de leche enfriada 3:** 6200 litros.
- **Silo de leche cruda:** 4200 litros.
- **Silo de leche pasteurizada:** 4200 litros.
- **Tanque de balance:** 80 litros.
- **Olla de yogurt 1:** 520 litros.
- **Olla de yogurt 2:** 520 litros.
- **Olla de yogurt 3:** 1200 litros.
- **Tanque para enfundado de yogurt:** 220 litros.
- **Tanque de queso 1:** 800 litros.
- **Tanque de queso 2:** 800 litros.
- **Tanque de queso 3:** 600 litros.

Diagramas P&ID (Tuberías e Instrumentación):

Estos diagramas los podemos observar en los Anexos con los nombres de Diagrama P&ID del Área de Leche con número P&ID-01 y Diagrama P&ID del Área de Yogurt, Queso y Agua Helada con número P&ID-02.

Estos diagramas P&ID nos ayudaran a tener organizadas y bien designadas cada una de las áreas de producción; teniendo así un plano de las máquinas, tuberías y controles de alto nivel, como en las grandes y prestigiosas empresas petroleras.

Cabe destacar que estos diagramas P&ID se los realizó con todas las normas respectivas tales como las ASME (AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS), las API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE), las ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION) y las ISA (THE INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION). Logrando de esta manera un diagrama estandarizado de la planta de producción de Lácteos Marco's.

A continuación se detallan cada uno de los elementos que intervienen en los diagramas P&ID-01 Y P&ID-02:

Instrumentación y Denominación:

Para identificar los diferentes equipos y elementos se definieron 4 áreas de producción, estas áreas están representadas por los siguientes números:

- Área de leche (1).
- Área de yogurt (2).
- Área de queso (3).
- Área de agua helada (4).

Equipos mecánicos con nombres y números:

Los diferentes equipos mecánicos como tanques, silos, bombas, etc.; se encuentran identificados como se muestra en la Ilustración 34.

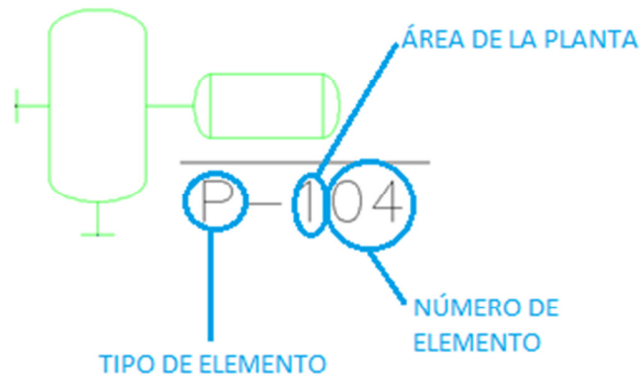


Ilustración 34: Designación de equipos P&ID

Elaborado por: El investigador

Tomando en cuenta la manera de la designación de equipos; la planta cuenta con los siguientes equipos:

Tanques, silos y ollas:

- **TK-101:** Tanque de leche enfriada 1
- **TK-102:** Tanque de leche enfriada 2
- **TK-103:** Tanque de leche enfriada 3
- **T-101:** Silo de leche cruda
- **T-102:** Silo de leche pasteurizada
- **TK-104:** Tanque de recepción
- **TK-105:** Tanque de balance
- **TK-201:** Olla de yogurt 1
- **TK-202:** Olla de yogurt 2

- **TK-203:** Olla de yogurt 3
- **TK-204:** Tanque para enfundado de yogurt
- **TK-301:** Tanque de queso 1
- **TK-302:** Tanque de queso 2
- **TK-303:** Tanque de queso 3
- **TK-304:** Tanque de suero
- **HM-101:** Homogenizador

Bombas:

- **P-101:** Bomba de recepción de leche cruda
- **P-102:** Bomba de distribución de leche cruda
- **P-103:** Bomba de despacho de leche enfriada
- **P-104:** Bomba para envasado de leche pasteurizada
- **P-105:** Bomba de pasteurización
- **P-106:** Bomba de agua caliente
- **P-201:** Bomba para el enfundado de yogurt
- **P-301:** Bomba de drenaje del suero
- **P-401:** Bomba de agua helada 1
- **P-402:** Bomba de agua helada 2

Motoagitadores:

- **M-101:** Motor agitador del tanque de leche enfriada 1
- **M-102:** Motor agitador del tanque de leche enfriada 2
- **M-103:** Motor agitador del tanque de leche enfriada 3
- **M-104:** Motor agitador del silo de leche cruda
- **M-105:** Motor agitador del silo de leche pasteurizada
- **M-201:** Motor agitador de la olla de yogurt 1

- **M-202:** Motor agitador de la olla de yogurt 2
- **M-203:** Motor agitador de la olla de yogurt 3
- **M-301:** Motor agitador del tanque de queso 2

Intercambiadores de calor:

- **E-101:** Cuerpo de enfriamiento
- **E-102:** Cuerpo de preenfriamiento
- **E-103:** Cuerpo de precalentamiento
- **E-104:** Cuerpo de pasteurización
- **E-105:** Intercambiador de calor con vapor

Además de los elementos anteriormente nombrados, la planta cuenta con un sin número de válvulas de mano representadas con HV-101, HV201, etc.

Proceso de tuberías, el tamaño y la identificación:

La denominación de las tuberías es muy importante en un diagrama P&ID, debido a que se necesita conocer el tipo de tubería, el tamaño y el fluido que transporta, para de esta manera lograr identificar brevemente los fluidos que intervienen en un proceso.

A continuación se puede observar en la Ilustración 35 la forma de identificar las tuberías:



Ilustración 35: Identificación de tuberías

Elaborado por: El investigador

En el proceso de producción de leche, yogurt y queso las tuberías por donde se transporta la materia prima y el producto terminado en su mayoría tienen un tamaño de 1 1/2" y son de acero inoxidable para evitar la contaminación del producto. También se utiliza en ciertas partes del proceso manguera sanitaria, debido a que se necesita mover con facilidad la tubería, lo cual traería mucho problema si se utilizara acero inoxidable.

Para los demás fluidos que no sean leche, yogurt o algún producto alimenticio, se utiliza tuberías de acero galvanizado que varían en su tamaño desde 1" y hasta 2".

Cabe destacar que la tubería de vapor tiene su respectivo revestimiento protector para evitar accidentes de quemaduras.

Flujo de direcciones:

En muchas partes del proceso se necesita determinar de dónde llegan o a dónde van cada uno de los fluidos, para lo cual es necesario la utilización de flechas de dirección; las cuales nos muestran de donde proviene cada fluido, a donde se dirige, el tipo de fluido y su designación, como podemos observar en la Ilustración 36.

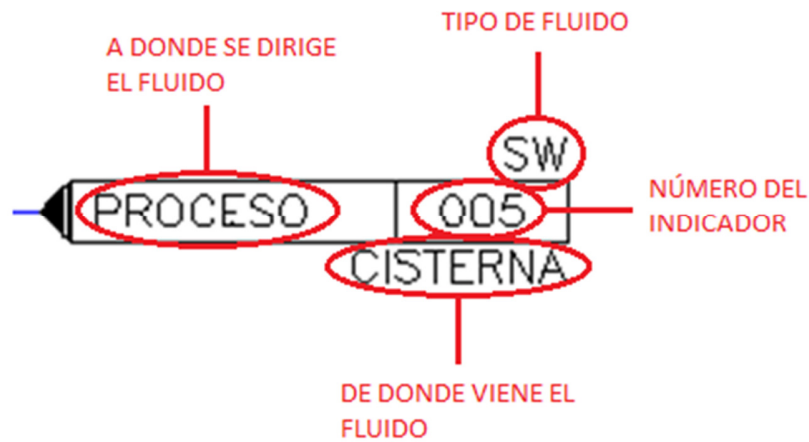


Ilustración 36: Flecha de dirección de fluidos

Elaborado por: El investigador

Es importante resaltar que el fluido puede provenir de un diagrama anteriormente realizado, y de la misma manera se puede dirigir a otro diagrama. Esto nos sirve cuando el fluido está moviéndose de un diagrama P&ID a otro. Esto lo podemos observar en la Ilustración 37.

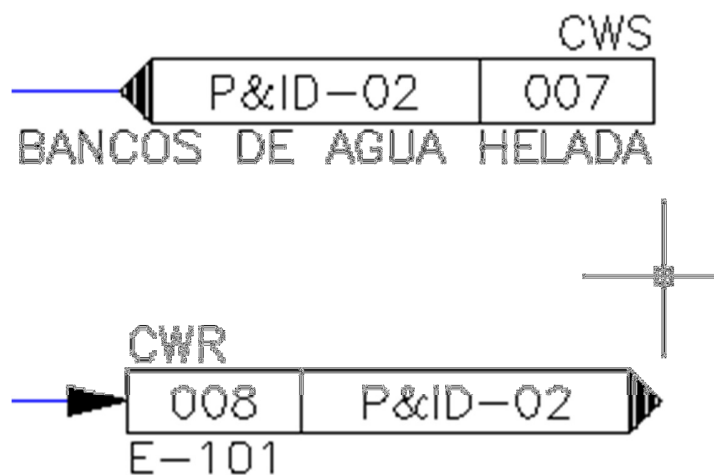


Ilustración 37: Flechas indicadoras dirigiéndose a otro diagrama

Elaborado por: El investigador

Sistemas de control:

Un diagrama P&ID además de mostrar el camino de los fluidos, las tuberías, la conexión de los equipos, etc.; debe tener claramente bien definidos los lazos de control de la maquinaria y elementos que intervienen en cada proceso. Ya que una de las partes primordiales de todo procesos son los sistemas de control que hacen funcionar la producción de una manera automática y controlada.

En el diagrama P&ID-01 que se encuentra en los anexos, podemos observar claramente los lazos de control existentes en el procesos de pasteurización de leche. Es muy fácil detectar estos lazos, debido a que todos los elementos que intervienen están unidos con una línea segmentada de color rojo, la cual nos indica que son señales eléctricas. Y los instrumentos que intervienen en los lazos de control están de color amarillo como nos muestra la Ilustración 38.

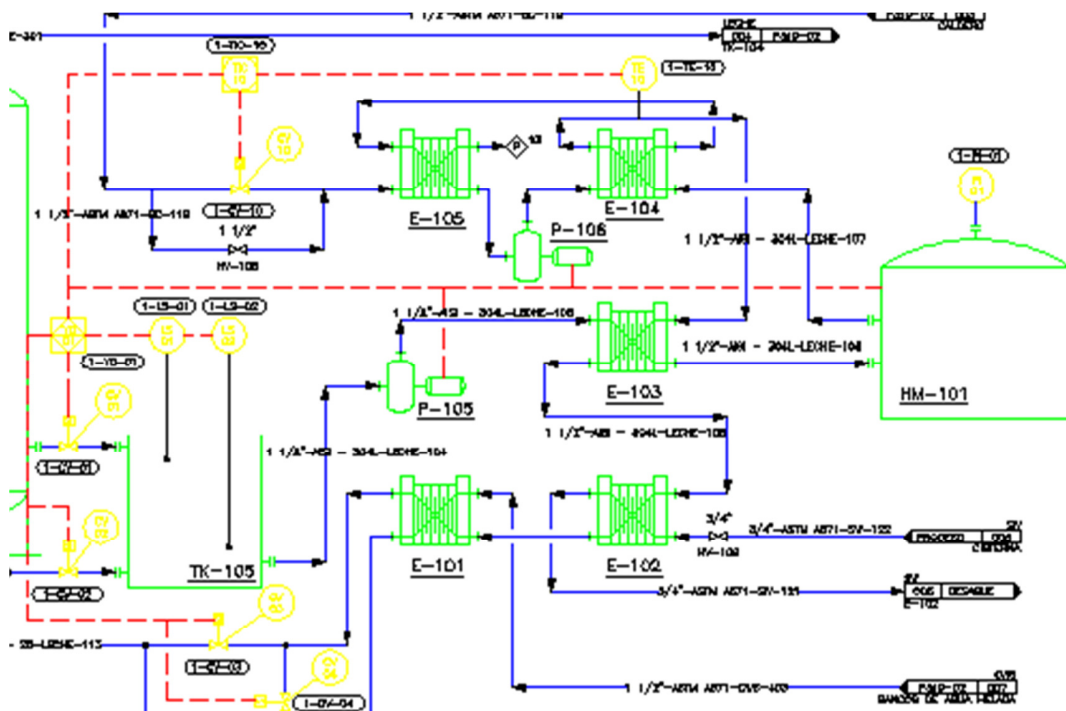


Ilustración 38: Lazos de control eléctrico

Elaborado por: El investigador

El proceso de pasteurización de leche tiene dos lazos de control, los cuales están gobernados por un PLC, estos lazos de control están designados con los siguientes números:

- Control de temperatura del intercambiador de calor (1).
- Control total del pasteurizador (0).

Para poder saber los instrumentos que pertenecen a cada lazo de control, estos llevan primero el número de lazo de control seguidamente del número de instrumento, como se ve en la Ilustración 39.

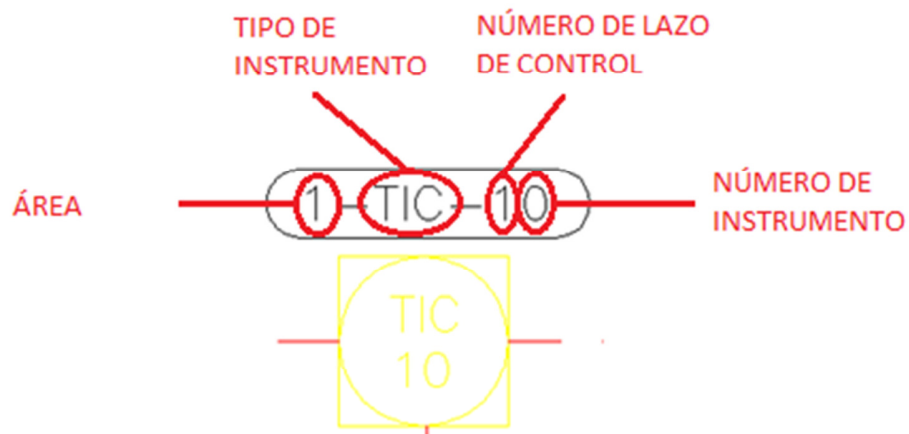


Ilustración 39: Designación de instrumentos

Elaborado por: El investigador

Los instrumentos que podemos encontrar en cada lazo de control son los siguientes:

Control de temperatura del intercambiador de calor:

Este es un control on-off, debido a que el proceso que está controlando es relativamente lento. El funcionamiento empieza cuando el sensor de temperatura detecta el parámetro superior seteado en el control indicador de temperatura, que a su vez hace que la electroválvula de vapor se cierre, impidiendo el paso de vapor; mientras que cuando el sensor de temperatura detecta el nivel inferior seteado hace que la electroválvula de vapor se abra permitiendo el paso de vapor hacia el intercambiador de calor. Los instrumentos de control de temperatura que intervienen en el proceso se los puede observar en la Tabla 18.




| | |
|---|------------------------------------|
|  | Control indicador de temperatura |
|  | Electroválvula de control de vapor |
|  | Sensor de temperatura |

Tabla 18: Instrumentos del control de temperatura

Elaborado por: El investigador

Control total del pasteurizador:

Para realizar el control total del pasteurizador se utiliza un PLC, el cual gobierna todos los instrumentos que intervienen en el proceso de pasteurización y está programado de acuerdo a los requerimientos de funcionamiento. Este funcionamiento se detallará cuando se vea la programación del PLC. Los instrumentos de control total del pasteurizador se los puede observar en la Tabla 19.


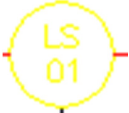


| | |
|---|---|
|  | PLC (Controlador Lógico Programable) |
|  | LS-01: Swich de nivel alto LS-02: Swich de nivel bajo |
|  | CV-01: Electroválvula de leche cruda CV-02: Electroválvula de agua natural CV-03: Electroválvula de leche enfriada CV-04: Electroválvula de leche pasteurizada |
|  | Indicador de presión |

Tabla 19: Instrumentos del control total del pasteurizador

Elaborado por: El investigador

6.7.3 Identificación de los equipos involucrados en la automatización

El sistema automático centralizado que se va a diseñar cuenta de dos partes bien definidas, una parte que es la automatización del pasteurizador en el proceso de producción tanto de leche enfriada como de leche pasteurizada. En este proceso de automatización se controlaran y monitorizaran cada uno de los equipos y elementos involucrados.

Otra parte del sistema automático centralizado es el monitoreo central de las bombas y motoagitadores utilizados tanto en los procesos de producción de leche, yogurt y queso.

Sin embargo es importante destacar que estas dos partes se llegan a fusionar en un solo HMI que representará todo el funcionamiento de la planta de Lácteos Marco's; logrando así tener un control y monitoreo central desde un lugar específico.

Elementos y equipos involucrados en la parte del monitoreo central:

- **P-101:** Bomba de recepción de leche cruda
- **P-102:** Bomba de distribución de leche cruda
- **P-103:** Bomba de despacho de leche enfriada
- **P-104:** Bomba para envasado de leche pasteurizada
- **P-201:** Bomba para el enfundado de yogurt
- **P-301:** Bomba de drenaje del suero
- **M-101:** Motor agitador del tanque de leche enfriada 1
- **M-102:** Motor agitador del tanque de leche enfriada 2
- **M-103:** Motor agitador del tanque de leche enfriada 3
- **M-104:** Motor agitador del silo de leche cruda
- **M-105:** Motor agitador del silo de leche pasteurizada

- **M-201:** Motor agitador de la olla de yogurt 1
- **M-202:** Motor agitador de la olla de yogurt 2
- **M-203:** Motor agitador de la olla de yogurt 3
- **M-301:** Motor agitador del tanque de queso 2

Elementos y equipos involucrados en la parte de automatización:

- **CAM-101:** Selector de funcionamiento manual o automático del pasteurizador
- **PA-101:** Pulsador de inicio de la pasteurización automática
- **PEA-101:** Pulsador de inicio de preenfriado automático
- **PG-101:** Pulsador de paro general del funcionamiento automático
- **CCV-110:** Selector de encendido manual de electroválvula de vapor
- **CCV-101:** Selector de encendido manual de electroválvula de leche cruda
- **CCV-102:** Selector de encendido manual de electroválvula de agua natural
- **CCV-104:** Selector de encendido manual de electroválvula de leche pasteurizada
- **CCV-103:** Selector de encendido manual de electroválvula de leche enfriada
- **CP-105:** Selector de encendido manual de la bomba de pasteurización
- **CP-106:** Selector de encendido manual de la bomba de agua caliente
- **CP-401:** Selector de encendido manual de la bomba de agua helada 1
- **CP-402:** Selector de encendido manual de la bomba de agua helada 2
- **CHM-101:** Selector de encendido manual del homogenizador
- **CATIC-110:** Contacto abierto del control indicador de temperatura
- **LS-101:** Swich de nivel alto
- **LS-102:** Swich de nivel bajo
- **CV-101:** Electroválvula de leche cruda
- **P-105:** Bomba de pasteurización
- **CV-110:** Electroválvula de vapor

- **P-106:** Bomba de agua caliente
- **HM-101:** Homogenizador
- **P-401:** Bomba de agua helada 1
- **P-402:** Bomba de agua helada 2
- **TIC-110:** Control indicador de temperatura
- **CV-102:** Electroválvula de agua natural
- **CV-104:** Electroválvula de leche pasteurizada
- **CV-103:** Electroválvula de leche enfriada
- **IM-101:** Luz indicadora de funcionamiento manual
- **IPA-101:** Luz indicadora de pasteurización automática
- **IPEA-101:** Luz indicadora de preenfriado automático
- **ASL-101:** Alarma de tanque d balance sin leche
- **ALA-101:** Alarma de mezcla de leche con agua

6.7.4 Selección de los equipos y elementos adecuados para el proceso

Teniendo ya el conocimiento de los elementos y equipos que van a intervenir en la automatización y monitoreo, se procede a seleccionar dichos elementos y equipos de acuerdo a las características del procesos de producción de leche, yogurt y queso.

Es importante mencionar que la empresa ya posee muchos de los equipos que intervienen en el nuevo diseño, tales como (bombas de leche, bombas de agua, motor agitadores); pudiendo de esta manera ser adaptados y utilizados en el nuevo diseño.

Una vez observados todos los equipos y elementos que la empresa ya posee, se va a seleccionar todos los elementos que faltan para la implementación del nuevo diseño, es así que se procede con la selección de los elementos más idóneos para trabajar en un ambiente alimenticio de producción de leche, yogurt y queso.

Los elementos necesarios para el diseño del control automático centralizado son los siguientes:

Pulsadores:

Tomando en cuenta que se va a necesitar realizar el arranque del proceso de pasteurización automática y el arranque del preenfriado automático es necesario la utilización de dos pulsadores de arranque industriales.

Se selecciona el pulsador rasante color verde de 22 mm normalmente abierto que se muestra en la ilustración 40, debido a su gran robustez en usos industriales.



Ilustración 40: Pulsador rasante NA

Fuente: CEDECO (2005, internet)

De la misma manera es necesaria la utilización de un pulsador de paro, que detenga el proceso automático que se encuentre en funcionamiento; para lo que se ha seleccionado el pulsador rasante color rojo de 22 mm normalmente cerrado que se muestra en la Ilustración 41. Tomando en cuenta que este pulsador va a detener en cualquier momento cualquier proceso automático que se encuentre en funcionamiento.



Ilustración 41: Pulsador rasante NC

Fuente: CEDECO (2005, internet)

Luces Piloto:

Estas luces se van a colocar en el tablero de control para indicar si el funcionamiento del pasteurizador se encuentra de manera manual o de manera automática, de la misma manera indicaran que proceso se está realizando, si se está pasteurizando leche automáticamente o si se está enfriando leche automáticamente. Además existirán dos luces piloto que indiquen las alarmas correspondientes, de tal manera que sea fácil darse cuenta cuando el proceso de pasteurización se lo está realizando de una manera inadecuada.

Para las luces de mando se han seleccionado luces piloto multicolor verde de 16mm con una alimentación de 220 voltios de corriente alterna, como se muestra en la Ilustración 42. Se selecciona este tipo de luz piloto debido a su resistencia en usos industriales, y tomado muy en cuenta el color verde como luces de mando o indicación de funcionamiento de algún equipo o proceso.



Ilustración 42: Multiled verde de 220 V AC

Fuente: CEDECO (2005, internet)

Para identificar la presencia de una alarma se ha tomado muy en cuenta el color que identifica todo tipo de alarma o peligro seleccionando de esta manera las luces piloto multiled color rojo de 16mm con una alimentación de 220 voltios de corriente alterna, como se muestra en la Ilustración 43.



Ilustración 43: Multiled roja de 220 V AC

Fuente: CEDECO (2005, internet)

Selectores:

Tomando en cuenta la necesidad imperiosa de controlar ciertas máquinas y equipos de forma manual, se ha pensado en la utilización de selectores con iluminación, los cuales van a ir montados en el panel de control central. Estos selectores van a ser los que controlen el funcionamiento de cada una de las máquinas y equipos que intervienen en el proceso de pasteurización.

Por lo anteriormente nombrado se ha decidido utilizar los selectores de dos posiciones con iluminación de la marca Allen Bradley, como se muestra en la Ilustración 44.



Ilustración 44: Selector de dos posiciones con iluminación

Fuente: ALLEN BRADLEY (2005, internet)

Este tipo de selectores, a más de permitirnos controlar los equipos, nos permitirán observar en el panel de control y en el mismo selector que equipo se encuentra en funcionamiento.

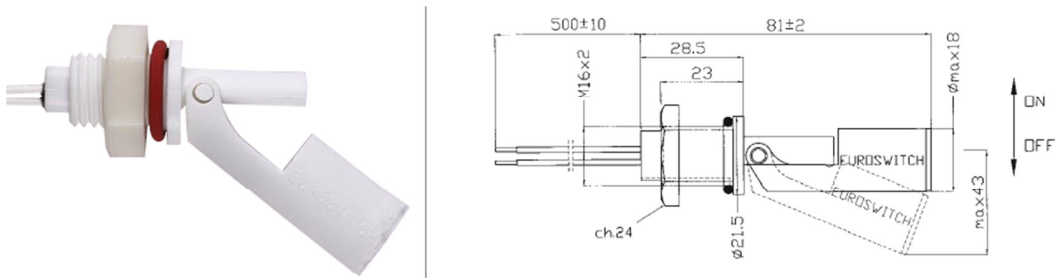
Al utilizar selectores de la marca Allen Bradley estamos obteniendo los siguientes beneficios:

- Robustez de los elementos.
- Apariencia estética muy buena.
- Cumplimiento de normas internacionales.
- Durabilidad.
- Seguridad de conmutación.

Interruptores de Nivel:

Tomando en cuenta que el proceso de pasteurización de leche posee un tanque de balance con una capacidad de 80 litros, se ha decidido implementar un control de nivel mediante interruptores, el cual va a impedir que se riegue la leche o a su vez se pueda quedar sin este mismo fluido la bomba de pasteurización. Podemos observar en que parte del proceso se encuentran estos interruptores de nivel basándonos en el plano P&ID-01, y observando su designación LS-101 y LS-102

Es así que con lo anteriormente nombrado se ha seleccionado los interruptores de nivel que más se adecuan al proceso; por tal motivo se ha decidido utilizar interruptores de nivel de un solo punto electromagnéticos y de montaje lateral, como se muestra en la Ilustración 45. Este tipo de interruptores van ir montados en la parte lateral del tanque de balance a una altura adecuada para que se realice el control más óptimo.



Fuente: EUROSWICH (2011, internet)

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Uso | Agua-Ácidos (Líquidos alimenticios) |
| Fijación | M 16X2 |
| Vástago | Polipropileno |
| Flotador | Polipropileno |
| Tuerca | Nylon |
| Junta Tórica | Silicona |
| Salida de cableado | 500 mm PVC |
| Tipo de contacto | Lengüeta N.O./ N.C. (SPDT) |
| Capacidad Máxima | 40 W (3 W SPDT) |
| Corriente Máxima | 1 A (0,25 A SPDT) |
| Voltaje Máximo | 50 V (250 V en requerimiento) |
| Tipo de acción | 1B |
| Situación de contaminación | Normal |
| Especificación del peso de fluido | > 0,8 |
| Temperatura de trabajo | -10°C/ +80°C |
| Peso | ~ 24 gr |

Tabla 20: Características de los interruptores de nivel

Fuente: EUROSWICH (2011, internet)

La selección de este tipo de interruptores se ha dado debido al cumplimiento de los siguientes criterios, los cuales se pueden sustentar mediante la Tabla 20.

- Son interruptores de uso alimenticio, es decir que no existe la posibilidad de contaminación del producto.
- Se adaptan fácilmente a las paredes del tanque de balance de 80 litros.
- Se acoplan a la temperatura de la leche, debido a que la leche que va a ingresar al tanque de balance se encuentra entre 15 y 30 °C.
- Al necesitar solo un control puntual de nivel del tanque de balances, estos se adaptan con facilidad debido a su pequeño tamaño.

Sensor de Temperatura:

Es necesario seleccionar el sensor de temperatura más adecuado para el proceso, tomando en cuenta que el punto clave de la pasteurización de leche es alcanzar una temperatura de entre 80 y 85°C, en la cual los microorganismos maliciosos y especialmente los patógenos mueren. Por tal motivo se debe seleccionar el sensor de temperatura que mejor se adapte a este proceso, logrando así tener una leche pasteurizada de muy buena calidad.

Para seleccionar el sensor de temperatura se han tenido en cuenta los siguientes criterios que demanda el proceso de pasteurización:

- Las temperaturas que se van a controlar fluctúan entre 60 y 100°C.
- Deben ser químicamente resistentes a los ácidos de la leche.
- Robustez para soportar el fluido de leche.
- Producir una salida estable, debido a que el proceso que se va a controlar será lento.
- Poseer una exactitud y precisión muy buenas debido a que la calidad de la leche pasteurizada depende mucho de este control.
- Tener una adecuada respuesta a la variación de la temperatura.
- Ser económicamente accesibles para un posterior mantenimiento o recambio.
- Tomar muy en cuenta que va a ser acoplada directamente a un controlador de temperatura, para lo cual es necesario que venga integrada con su respectivo alambre de transmisión. Cabe destacar que la distancia del controlador a la ubicación del sensor de temperatura no es más de 2 metros.

Tomando en cuenta los criterios de selección anteriormente nombrados se ha decidido utilizar un sensor de temperatura Pt100, como se muestra en la Ilustración 46. Esta Pt100 cumple claramente con los requerimientos del proceso.



Ilustración 46: Sensor de temperatura Pt100

Fuente: EUROSWICH (2011, internet)

Es importante mencionar que esta Pt100 se adapta fácilmente en la tubería diseñada para el sensor de temperatura que ya existía en el pasteurizador.

Este sensor Pt100 a más de cumplir con los requerimientos del proceso otorga los siguientes beneficios:

- Son muy buenas en aplicaciones de bajas temperaturas -100 a 200°C , es decir que son las ideales para el proceso de pasteurización.
- Pueden fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que la Pt100 no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre, con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso.
- Puede ser colocada a cierta distancia del medidor sin mayor problema.

Controlador de Temperatura:

Una vez seleccionado el sensor de temperatura, se necesita un controlador de temperatura que permita setear los valores de temperaturas a controlar, y además poder observar la temperatura a la cual se está llevando a cabo el proceso de

pasteurización. Para esto es necesario escoger el controlador de temperatura más adecuado de acuerdo a los siguientes criterios de selección que demanda el proceso de pasteurización:

- Control on-off, debido a que el proceso a controlar es lento y no es relevante si se llega a sobrepasar o disminuir ciertos grados centígrados.
- Soporte fácilmente la conexión del sensor de temperatura Pt100 que se va a utilizar.
- Muestreo sencillo de la temperatura seteada y de la temperatura controlada.
- Contactos normalmente abiertos y cerrados que faciliten su utilización en la automatización del proceso de pasteurización.
- Salidas de voltaje y corriente para una posible automatización y monitoreo en base a PLC's.

Tomando en cuenta todos los criterios de selección anteriormente nombrados se va a utilizar el controlador de temperatura OMRON E5CN que se muestra en la Ilustración 47.



Ilustración 47: Controlador de temperatura

Fuente: DESARROLLOS DIGITALES (2011, internet)

El controlador de temperatura OMRON E5CN posee las siguientes características que cumplen con los requerimientos del proceso de pasteurización:

- Tiempo de muestreo 250 ms.
- Display PV con seteo de tres colores seteables.
- Conexión a termocupla, infrarrojo, o RTD.
- Detección de heater burnout de tres fases, disponibilidad de detección falla de SSR.
- Salidas de Voltaje para control de calor y frío.
- Salida de relé de larga vida, hasta 10x la vida útil del convencional.
- Entrada Termocupla: Tipo K, J, T, L, E, U, N, R, S, B, W, o PL II.
- Entrada RTD: Pt100 y JPt100.
- Entrada de Voltaje: 0 - 50 mV.
- Entrada Analógica de corriente: 4-20 mA, 0-20 mA.
- Entrada Analógica de voltaje: 1-5 V, 0-5 V, 0-10 V.
- Salida Relé: SPST-NO, 3 A 250 VAC.
- 100,000 accionamientos eléctricos (estándar).
- 1 millón accionamientos (relé híbrido larga vida).
- Salida de Voltaje: 12 VDC +/- 15% para SSR, 21 mA carga máxima con protección de cortocircuito.
- Salida de pulsos de Voltaje para manejo de SSR externos.
- Salida de Corriente: 4-20 mA DC/0-20 mA DC, carga: 600 ohm máxima, resolución aproximada 10,000.

Electroválvulas de Leche:

Para el control automático del pasteurizador es sumamente necesaria la utilización de electroválvulas, las cuales permitirán o no el flujo de leche en las diferentes

direcciones. Para este diseño se van a necesitar tres electroválvulas de leche, las cuales las podemos observar en el plano P&ID-01 con las siguientes denominaciones:

- **CV-101:** Electroválvula de leche cruda.
- **CV-104:** Electroválvula de leche pasteurizada.
- **CV-103:** Electroválvula de leche enfriada.

Para la selección de estas electroválvulas se deben tener muy en cuenta los siguientes criterios que demanda el proceso:

- El fluido a controlar es leche, por lo tanto hay que seleccionar una electroválvula que no contamine el producto.
- Las presiones a las cuales circula la leche fluctúan entre 40 y 50 psi.
- La temperatura de la leche que estas electroválvulas van a controlar están entre 4 y 20°C.
- Las cañerías en las cuales estas electroválvulas van a ser acopladas son de acero inoxidable de 1 ½”.
- Los voltajes de funcionamiento pueden ser de 110 o 220 AC.
- Deben ser electroválvulas normalmente cerradas, que cuando se les aplique voltaje dejen pasar la leche.

Teniendo muy en cuenta los criterios anteriormente nombrados se ha decidido utilizar la electroválvula de bola en acero inoxidable AKE168E, que se muestra en la Ilustración 48.



Ilustración 48: Electrovalvula de bola en acero inoxidable AKE168E

Fuente: BEE GERMANY (2011, internet)

Esta electrovalvula es de procedencia alemana, y es de lo mejor que existe en el mercado, destacando así sus principales características, las cuales cumplen con los requerimientos del proceso de producción de leche.

- Fabricada en acero inoxidable, la hace idónea para trabajar con productos alimenticios.
- Posee un accionamiento eléctrico de unidad rotatoria.
- La temperatura de trabajo está entre -20 y 180°C dependiendo de la presión, y tomando en cuenta que el actuador eléctrico solo soporta una temperatura de hasta 50°C .
- Soporta y maneja presiones de hasta los 220 psi.
- Existen en una gran variedad de tamaños, desde la $\frac{1}{2}$ '' hasta las 12''.
- Los voltajes de funcionamiento están en 85-240 V AC.

Electroválvula de Agua Natural:

Para el proceso de control del pasteurizador se necesita una electroválvula para agua natural, la cual la podemos observar en el plano P&ID-01 designada como CV-102.

Es importante destacar que los criterios de selección con respecto a las electroválvulas de leche son los mismos, teniendo en cuenta la diferencia de que el líquido que se va a controlar es agua de cisterna y que la tubería en la cual va a ser acoplada es una tubería galvanizada de 1". Es así que se decide utilizar una electroválvula de bola de latón AKE64 del mismo fabricante alemán de las anteriores; como se muestra en la Ilustración 49.



Ilustración 49: Electroválvula de bola de latón AKE64

Fuente: BEE GERMANY (2011, internet)

Esta electroválvula posee características similares a la electroválvula de leche, con la gran diferencia de que está fabricada en latón y es utilizada para fluidos no alimenticios.

Electroválvula de Vapor:

Para el paso del vapor en el intercambiador de calor del pasteurizador será necesaria la utilización de una electroválvula de vapor, que se muestra en el diagrama P&ID con la designación CV-110. Esta electroválvula permitirá realizar el control automático de la temperatura de pasteurización, permitiendo así mantenerla entre los rangos requeridos para obtener una leche pasteurizada de alta calidad.

Si bien una electroválvula de vapor también puede ser utilizada para fluidos acuosos, pudiendo de esta manera seguir los criterios de selección de las válvulas anteriormente nombradas; es mucho más aconsejable seleccionar a las electroválvulas de vapor de acuerdo a sus propios criterios de selección, tomando en cuenta su uso exclusivo en el control de vapor.

Los criterios de selección que se han tomado en cuenta para esta electroválvula de vapor son:

- La temperatura del vapor que se va a controlar esta entre 120 y 130°C.
- Se trabaja con una presión de vapor de entre 80 y 90 psi.
- Es un vapor que posee un nivel de corrosión del 40%.
- La pureza del vapor se encuentra en un 70%.
- Se va a montar la electroválvula en una tubería de 1”.
- El voltaje de control del solenoide puede ser de 110-220V AC.
- Se necesita una electroválvula normalmente cerrada, que cuando se le aplique voltaje esta se abra y permita el paso del vapor.

Con todos los criterios anteriormente nombrados se ha seleccionado la electroválvula de vapor Danfoss EV225B que se muestra en la Ilustración 50.



Ilustración 50: Electroválvula de vapor Danfoss

Fuente: DANFOSS (2011, internet)

Esta electroválvula de vapor Danfoss a más de cumplir con todos los criterios de selección anteriormente mencionados, tienen las siguientes características:

- Posee un servomecanismo de pistón y cilindro compuesto por un pistón de latón con un anillo de PTFE (teflón) que permite que las válvulas puedan resistir temperaturas de hasta 185 °C y una presión de 150 psi.
- Incorporan un tipo de diafragma PTFE que no se bloquea. Dicho diafragma resulta ideal en aquellas situaciones en las que el vapor está contaminado, así como para soportar temperaturas de hasta 185 °C.
- Están fabricadas de latón resistente a la desgalvanización y acero inoxidable a prueba de ácido en el asiento.
- Es fácil de montar y estable ante temperaturas extremas, con lo que se soluciona un problema más de rendimiento de las válvulas.

EI PLC:

Para tener un control y monitoreo automático del procesos de producción de leche, yogurt y queso es necesario seleccionar el PLC que mejor se adapte con los

requerimientos del proceso. Es así que en la selección del PLC se ha tomado en cuenta los siguientes factores:

- Tipo y cantidad de entradas.
- Tipo y cantidad de salidas.
- La capacidad de la memoria del procesador.
- Tipo de comunicación.

Para la automatización y monitoreo de acuerdo a la lista de equipos y elementos anteriormente identificados en el literal 6.7.2, y tomando en cuenta los factores de selección se necesita un PLC con:

- 32 entradas digitales.
- 16 salidas digitales de relé.
- Comunicación OPC que permita el enlace con Labview.

De las 32 entradas digitales, 15 se las utiliza solamente para el monitoreo central de los equipos; mientras que las otras 17 se necesitan para el procesos de automatización, así como las 16 salidas digitales de relé. La comunicación OPC es muy importante para el enlace del HMI desarrollado en Labview, logrando así un monitoreo exitoso del proceso.

Teniendo ya la cantidad de entradas, salidas y comunicación necesaria se decide utilizar un PLC marca OMRON CQM1 CPU21, el cual cumple con las características del proceso a controlar y lo podemos observar en la Ilustración 51.



Ilustración 51: PLC OMRON CQM1 CPU21
Fuente OMRON ELECTRONICS, S.A. (2004)

Este PLC posee las siguientes características:

- Formato modular pequeño.
- No necesita rack.
- Hasta 512 E/S.
- Hasta 11 tarjetas.
- Hasta 15 KW de memoria de programa.
- Hasta 12.000 registros de datos.
- Cartuchos de memoria EEPROM con Reloj / Calendario.
- Instrucciones cálculo en coma flotante.
- CPU's con huecos para tarjetas funcionales.
- CPU's con posibilidad de comunicación en red multimaestro.

Además para la alimentación de esta CPU21 necesitamos un módulo de fuente de alimentación, teniendo así la fuente PA203 que se indica en la Ilustración 52.



Ilustración 52: Módulo de fuente de alimentación PA203
Fuente OMRON ELECTRONICS, S.A. (2004)

Para poder alimentar las entradas digitales se va a necesitar un módulo de fuente de alimentación de 24 VDC, teniendo así la fuente de alimentación PA204S que se indica en la Ilustración 53.



Ilustración 53: Módulo de fuente de alimentación PA204S
Fuente OMRON ELECTRONICS, S.A. (2004)

Como el total de entradas que se necesitan para controlar todo el proceso son 32; y el PLC CQM1 CPU21 ya cuenta con un módulo de 16 entradas, hace falta incrementar un módulo de entradas digitales, el cual va a ser el módulo ID212 que se muestra en la Ilustración 54.



Ilustración 54: Módulo de entradas digitales ID212

Fuente OMRON ELECTRONICS, S.A. (2004)

Finalmente para el control adecuado de las distintas bombas, electroválvulas y alarmas se necesitan dos módulos de salidas digitales a relé independientes, con los cuales se puede controlar de manera autónoma cada salida, permitiendo así utilizar cada una de las salidas con el voltaje necesario para el funcionamiento de los distintos elementos actuadores.

Como el requerimiento de salidas es de 16, se necesitan dos módulos OC221 como se muestra en la Ilustración 55.



Ilustración 55: Módulo de salidas digitales independientes a relé OC221

Fuente OMRON ELECTRONICS, S.A. (2004)

6.7.5 Codificación de los equipos y elementos para la programación del PLC

Para la programación del PLC es necesario identificar claramente los elementos que van a actuar en las entradas y los elementos que van a ser controlados en las salidas. Con el fin de facilitar la programación del PLC se ha designado a cada elemento de entrada y salida una dirección específica, logrando de esta manera organizar la programación y ahorrar tiempo en ella.

En los elementos de entrada se han dividido en entradas utilizadas para la automatización y en entradas utilizadas solo para el monitoreo. Teniendo así asignadas las siguientes direcciones:

Tabla 21: Entradas utilizadas en la parte de automatización

| DIRECCIÓN | CÓDIGO | ELEMENTO |
|------------------|---------------|--|
| 1.15 | CAM-101 | Selector de funcionamiento manual o automático del pasteurizador |
| 0.00 | PA-101 | Pulsador de inicio de la pasteurización automática |
| 0.01 | PEA-101 | Pulsador de inicio de preenfriado automático |
| 0.02 | PG-101 | Pulsador de paro general del funcionamiento automático |
| 0.03 | CCV-110 | Selector de encendido manual de electroválvula de vapor |
| 0.04 | CCV-101 | Selector de encendido manual de electroválvula de leche cruda |
| 0.05 | CCV-102 | Selector de encendido manual de electroválvula de agua natural |
| 0.06 | CCV-104 | Selector de encendido manual de electroválvula de leche pasteurizada |
| 0.07 | CCV-103 | Selector de encendido manual de electroválvula de leche enfriada |
| 0.08 | CP-105 | Selector de encendido manual de la bomba de pasteurización |
| 0.09 | CP-106 | Selector de encendido manual de la bomba de agua caliente |
| 0.10 | CP-401 | Selector de encendido manual de la bomba de agua helada 1 |
| 0.11 | CP-402 | Selector de encendido manual de la bomba de agua helada 2 |
| 0.12 | CHM-101 | Selector de encendido manual del homogenizador |
| 0.13 | CATIC-110 | Contacto abierto del control indicador de temperatura |
| 0.14 | LS-101 | Swich de nivel alto |
| 0.15 | LS-102 | Swich de nivel bajo |

Elaborado por: El investigador

Tabla 22: Entradas utilizadas en la parte del monitoreo central

| DIRECCIÓN | CÓDIGO | ELEMENTO |
|------------------|---------------|---|
| 1.00 | P-101 | Bomba de recepción de leche cruda |
| 1.01 | P-102 | Bomba de distribución de leche cruda |
| 1.02 | P-103 | Bomba de despacho de leche enfriada |
| 1.03 | P-104 | Bomba para envasado de leche pasteurizada |
| 1.04 | P-201 | Bomba para el enfundado de yogurt |
| 1.05 | P-301 | Bomba de drenaje del suero |
| 1.06 | M-101 | Motor agitador del tanque de leche enfriada 1 |
| 1.07 | M-102 | Motor agitador del tanque de leche enfriada 2 |
| 1.08 | M-103 | Motor agitador del tanque de leche enfriada 3 |
| 1.09 | M-104 | Motor agitador del silo de leche cruda |
| 1.10 | M-105 | Motor agitador del silo de leche pasteurizada |
| 1.11 | M-201 | Motor agitador de la olla de yogurt 1 |
| 1.12 | M-202 | Motor agitador de la olla de yogurt 2 |
| 1.13 | M-203 | Motor agitador de la olla de yogurt 3 |
| 1.14 | M-301 | Motor agitador del tanque de queso 2 |

Elaborado por: El investigador

Tabla 23: Salidas utilizadas en la parte de automatización

| DIRECCIÓN | CÓDIGO | ELEMENTO |
|------------------|---------------|---|
| 100.00 | CV-101 | Electroválvula de leche cruda |
| 100.01 | P-105 | Bomba de pasteurización |
| 100.02 | CV-110 | Electroválvula de vapor |
| 100.03 | P-106 | Bomba de agua caliente |
| 100.04 | HM-101 | Homogenizador |
| 100.05 | P-401 | Bomba de agua helada 1 |
| 100.06 | P-402 | Bomba de agua helada 2 |
| 100.07 | TIC-110 | Control indicador de temperatura |
| 100.08 | CV-102 | Electroválvula de agua natural |
| 100.09 | CV-104 | Electroválvula de leche pasteurizada |
| 100.10 | CV-103 | Electroválvula de leche enfriada |
| 100.11 | IM-101 | Luz indicadora de funcionamiento manual |
| 100.12 | IPA-101 | Luz indicadora de pasteurización automática |
| 100.13 | IPEA-101 | Luz indicadora de preenfriado automático |
| 100.14 | ASL-101 | Alarma de tanque d balance sin leche |
| 100.15 | ALA-101 | Alarma de mezcla de leche con agua |

Elaborado por: El investigador

6.7.6 Programación del PLC

Para la programación en el PLC OMRON CQM1 CPU 21 se utiliza el CX-Programmer, que es el programador de los autómatas programables de Omron. Permite programar todos los modelos, desde micro-PLC hasta la nueva serie CS de gama alta. Además de un entorno de programación exhaustivo, CX-Programmer proporciona todas las herramientas necesarias para proyectar, probar y depurar cualquier sistema de automatización.

Los pasos a seguir en la programación de esta automatización son los siguientes:

1. Configuración y creación de un nuevo proyecto:

Para crear un nuevo proyecto, antes de utilizar la programación es necesario seleccionar un PLC y una red de comunicación. Por tanto, después de realizar las conexiones hay que comprobar el correcto funcionamiento de la comunicación entre PC y PLC. Para empezar seleccionamos archivo/nuevo así:

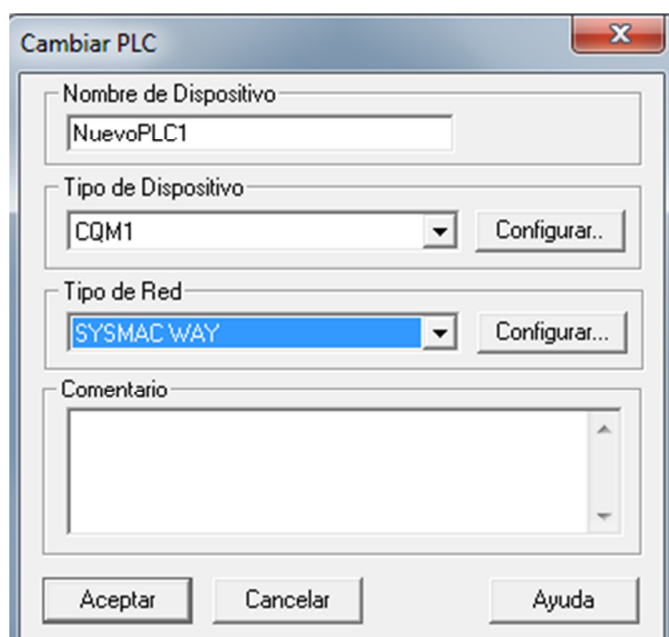


Ilustración 56: Ventana de proyecto nuevo

Fuente: CX-Programmer.

- Como *Nombre de Dispositivo* se elige el nombre que se quiera dar al PLC (elegido por el usuario).
- En *Tipo de Dispositivo* se especifica el modelo de PLC. Para este caso se selecciona la familia de autómatas CQM1. Y en **Configurar...** se selecciona el modelo particular de esta familia que para este caso será CPU21 como se muestra en la Ilustración 57.

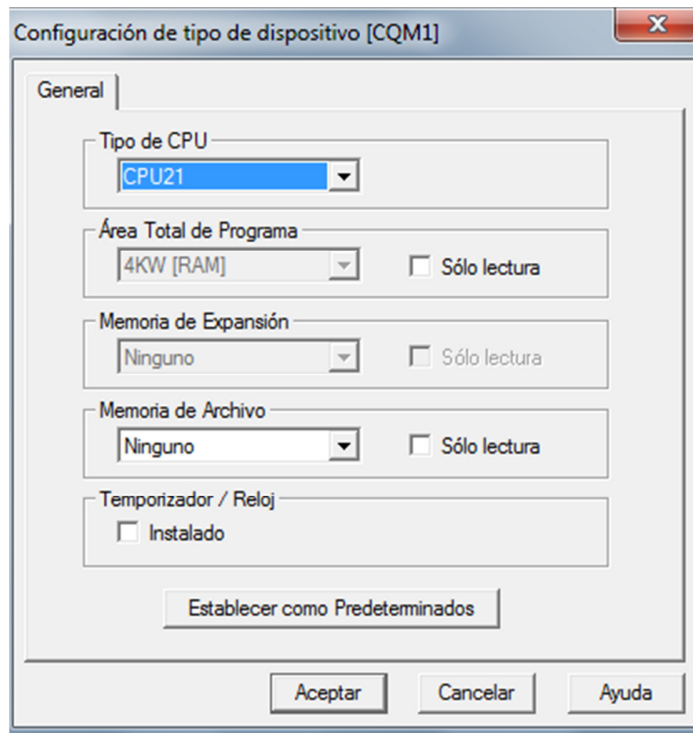


Ilustración 57: Ventana de configuración de tipo de dispositivo

Fuente: CX-Programmer.

- En *Tipo de Red* se especifica el tipo de comunicación entre el PC y el PLC. En este caso, se selecciona una comunicación mediante SYSMAC WAY. En **Configurar...** definiremos los parámetros de la comunicación, es decir, una velocidad de transferencia de 9600bits/s y el COM3 como número de puerto serie.

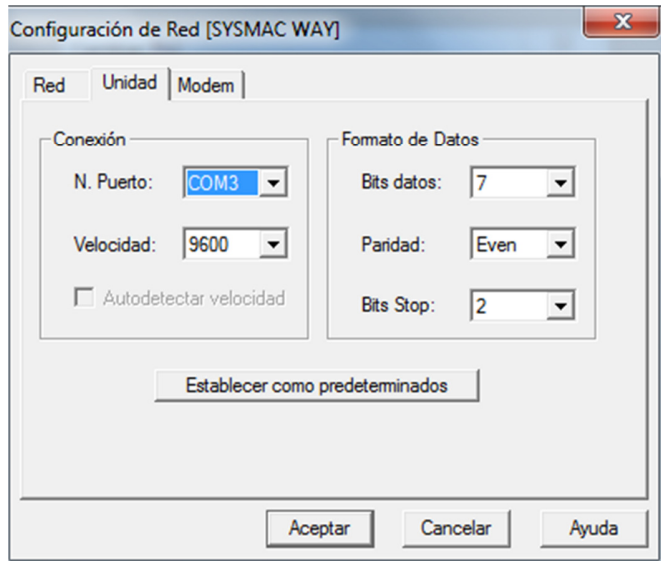


Ilustración 58: Ventana de configuración de red

Fuente: CX-Programmer.

2. Entorno de programación:

Una vez creado el proyecto, ya se puede acceder al área de trabajo, también denominado *Editor de diagrama de relés*.

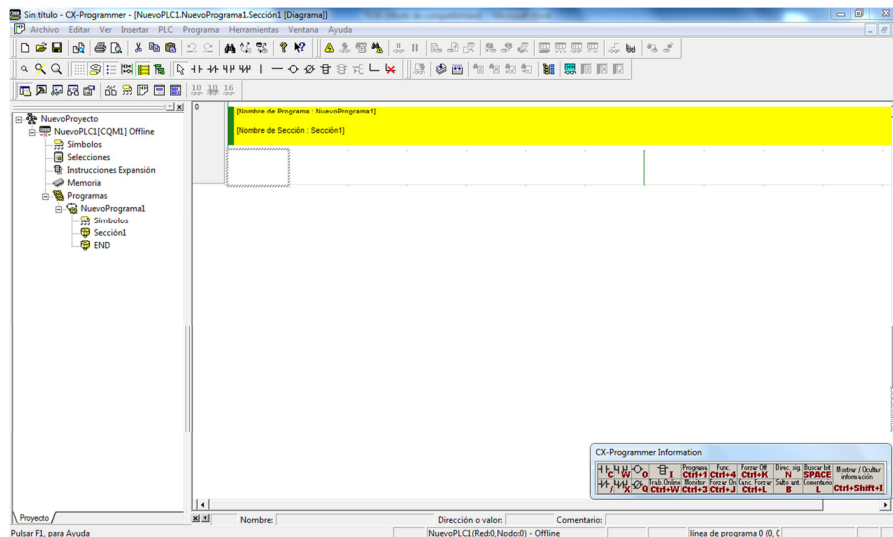


Ilustración 59: Ventana general CX-Programmer

Fuente: CX-Programmer.

Un diagrama de relés o esquema de contactos consiste en una línea vertical a la izquierda que se llama “barra de bus” y de líneas paralelas que parten de ella denominadas “líneas de instrucción”. En las líneas de instrucción se colocan los relés o contactos, que pueden corresponder con estados del sistema o con condiciones de ejecución. Las combinaciones lógicas de estos contactos determinan cuándo y cómo se ejecutan las instrucciones del esquema, situadas al final de las líneas de instrucción. Todos los contactos, a efectos de programación, llevan asignados una dirección de bit.

Las entradas digitales de nuestro PLC se representan por los bits comprendidos entre 0.00 - 0.15 y 1.00 - 1.15, las salidas por los bits 100.00 - 100.15 y los demás bits utilizados en nuestro programa corresponden a variables de memoria internas del PLC.

Todo contacto del diagrama de relés está ON u OFF dependiendo del estado del bit asignado. Una condición normalmente abierta está en ON si el bit asignado está en ON, y en OFF si el bit asignado está en OFF. Una condición normalmente cerrada está en ON si el bit asignado está en OFF, y en OFF si el bit asignado está en ON.

A continuación podemos observar en las Ilustraciones 60, 61 y 62 la programación de la automatización en el esquema de contactos:

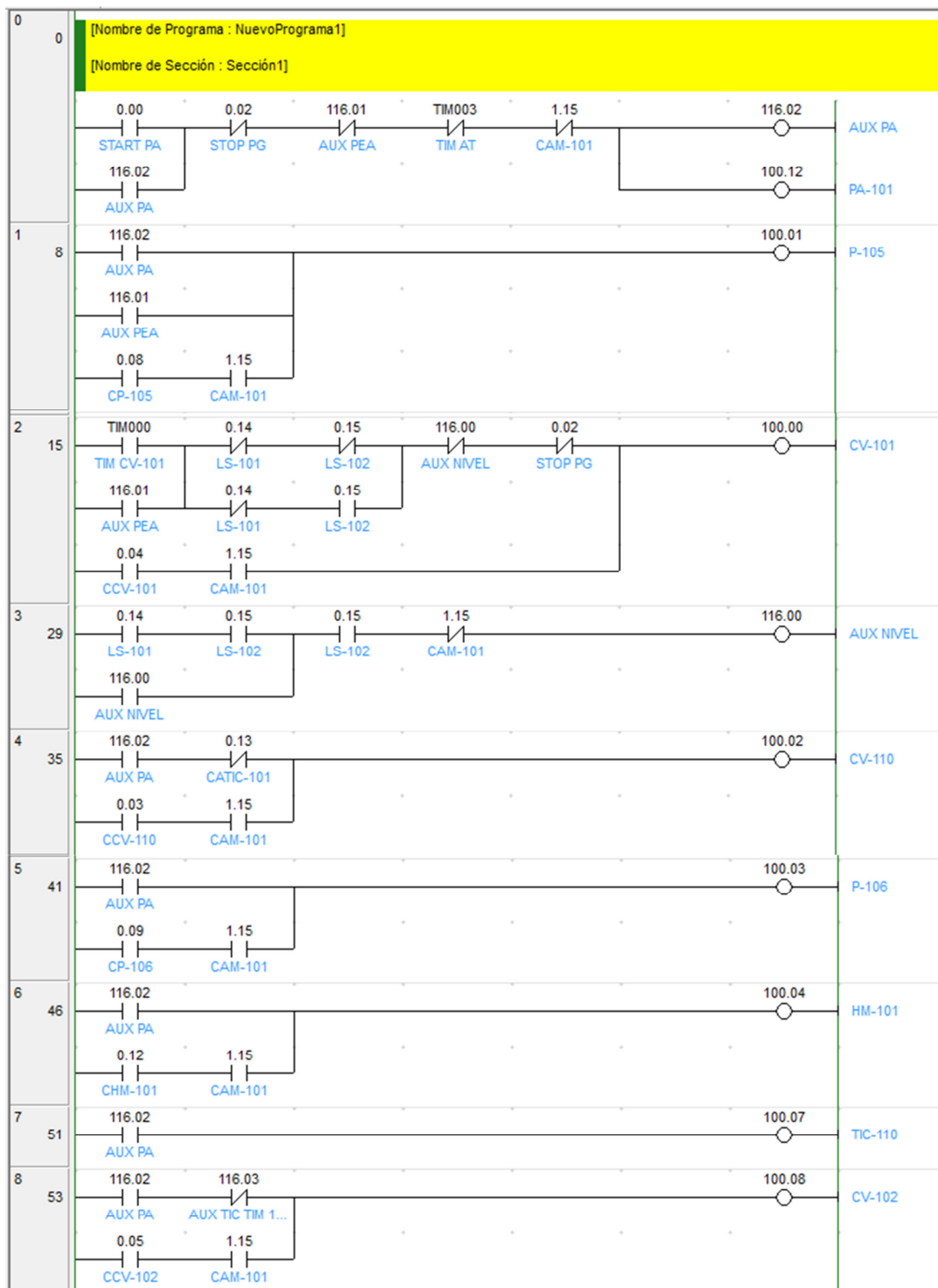


Ilustración 60: Parte 1 del diagrama de contactos del proceso

Elaborado por: El investigador

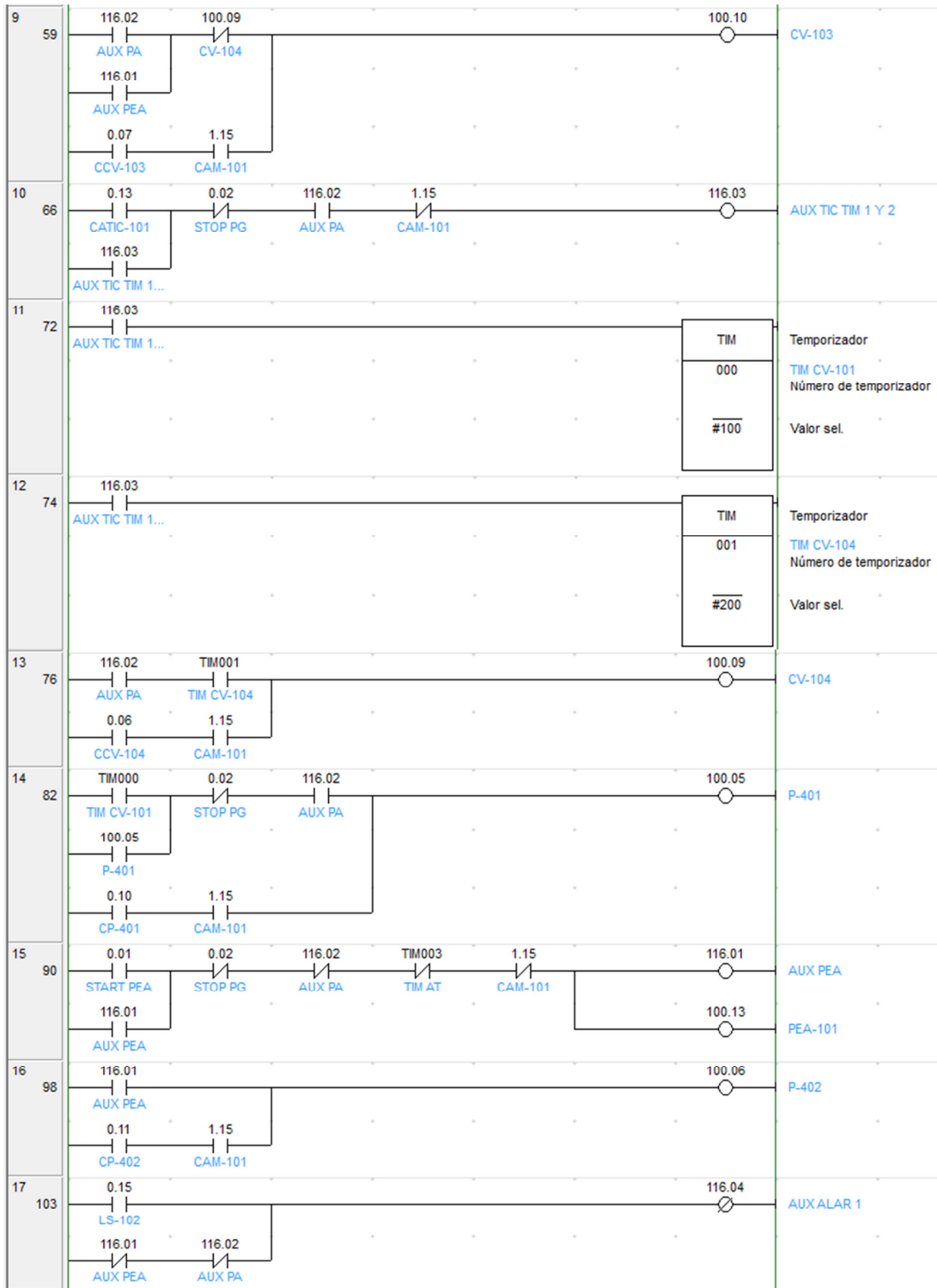


Ilustración 61: Parte 2 del diagrama de contactos del proceso

Elaborado por: El investigador

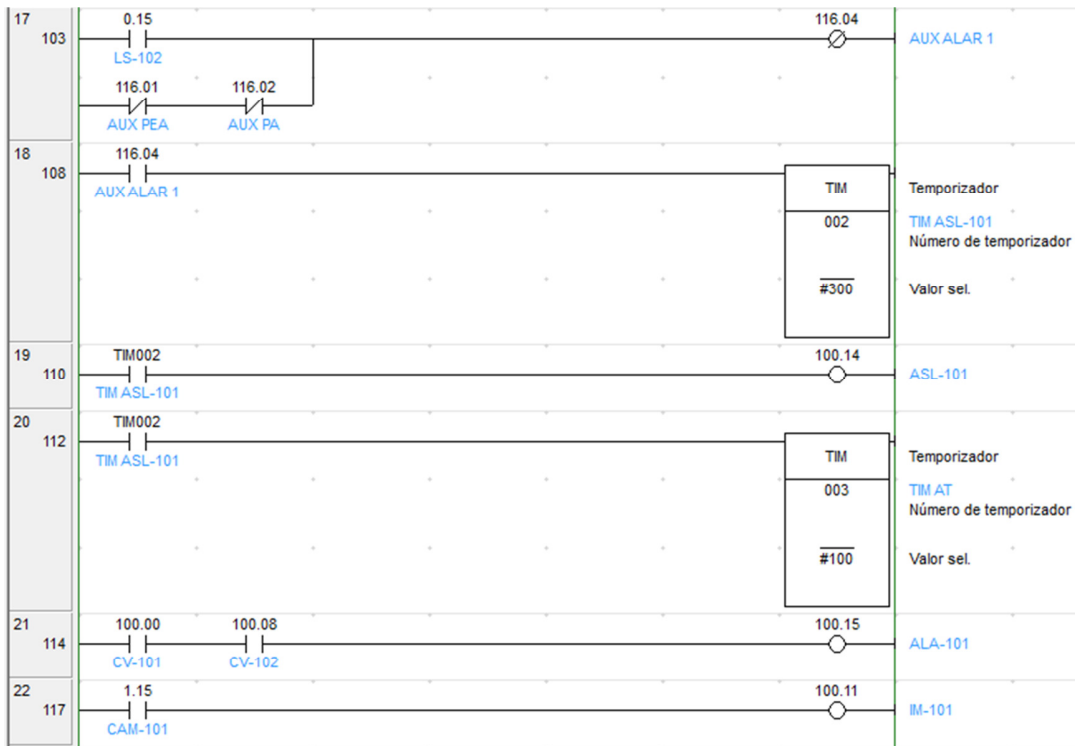



Ilustración 62: Parte 3 del diagrama de contactos del proceso

Elaborado por: El investigador

3. Verificación del programa:

El chequeo del programa se realiza durante la compilación. Para realizar la compilación se debe seleccionar el icono . Los posibles errores o avisos se muestran en la ventana de salida tal y como se muestra en la Ilustración 63.

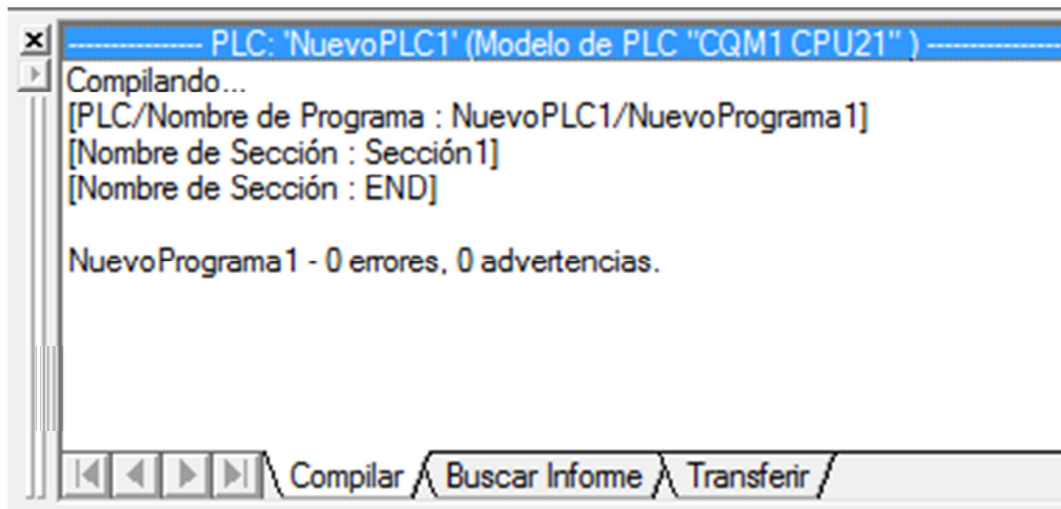


Ilustración 63: Ventana de resultado de la compilación

Fuente: CX-Programmer.


Haciendo doble clic sobre el error, el cursor se posiciona en rojo sobre la instrucción o parte del programa que tiene el error.

4. Modo On-Line:

El modo *On-Line* permite establecer la comunicación con el PLC. Para entrar en modo *On-Line* seleccionar el icono 

5. Transferencia del programa:

Una vez realizada la comunicación con el PLC mediante el modo *On-Line* tenemos que transferir el programa creado con el diagrama de relés al PLC.

Para tal efecto, tenemos que seleccionar el icono  Cabe destacar que es posible seleccionar las partes del programa a transferir.

6. Modo de operación:

Una vez transferido el programa se puede trabajar en diferentes modos de operación, tal y como se describen a continuación:



Modo Monitor: En el modo de operación Monitor, los programas del PLC se ejecutan, y las operaciones de E/S están activas. A pesar de esto, es posible escribir en la memoria del PLC desde un ordenador.

Mientras está en Monitor, se puede:

- Cambiar datos en todas las áreas de memoria.
- Realizar ediciones de programa online.
- Cambiar valores de TIM/CNT.
- Forzar bits (contactos / bobinas) a ON u OFF.



Modo Run: El modo de operación Run hace que el PLC ejecute el programa(s) y no permite escribir/forzar áreas de memoria del PLC desde un ordenador. Aunque si es posible leer (monitorizar) la memoria del PLC.

6.7.7 Programación del NI OPC SERVER

El NI OPC Server sirve para comunicarse con el PLC que se acaba de programar. No es necesario que el PLC tenga un programa corriendo, pero es conveniente hacerlo para confirmar la lectura de las señales.

Los pasos a seguir en la programación NI OPC Servers para esta automatización son los siguientes:

1. Abrir el programa NI OPC Servers.

2. Abrir un nuevo proyecto usando el botón **New Project** ubicado en la parte superior izquierda. Aceptar cerrar y desconectar clientes activos en caso que fuera necesario.

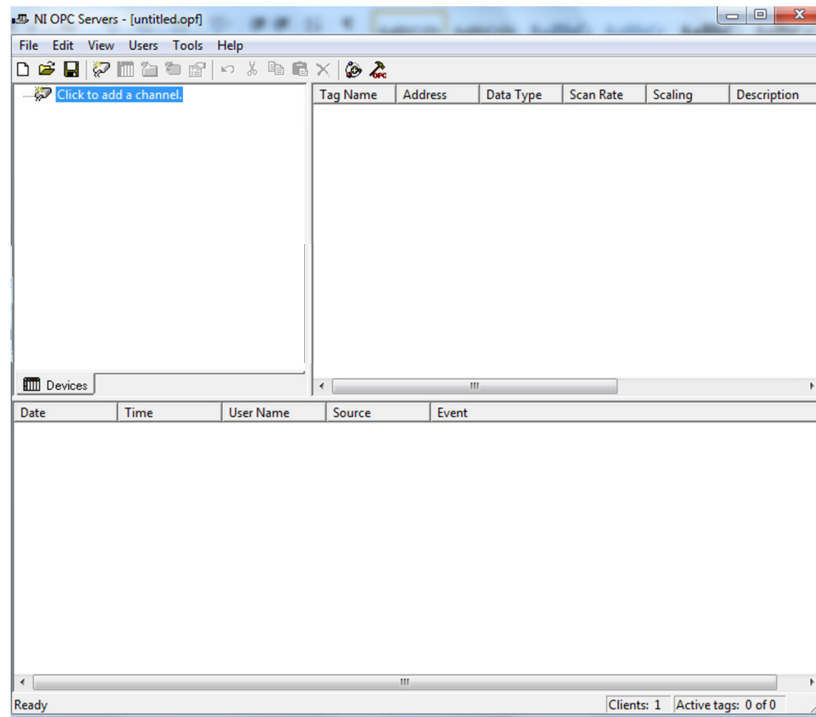


Ilustración 64: Ventana de configuración del NI OPC Server

Fuente: NI OPC Servers

3. Añadir un canal haciendo clic en la figura del conector **Click to add a channel** en la parte izquierda superior de la pantalla. Un canal es una forma de comunicación del computador con el hardware, especificando además qué tipo de PLC se utilizará.
4. Agregar un nombre al canal. En este caso se utilizará el nombre **OMRON** para identificar el canal de esta automatización. Presionar el botón **Siguiente**.

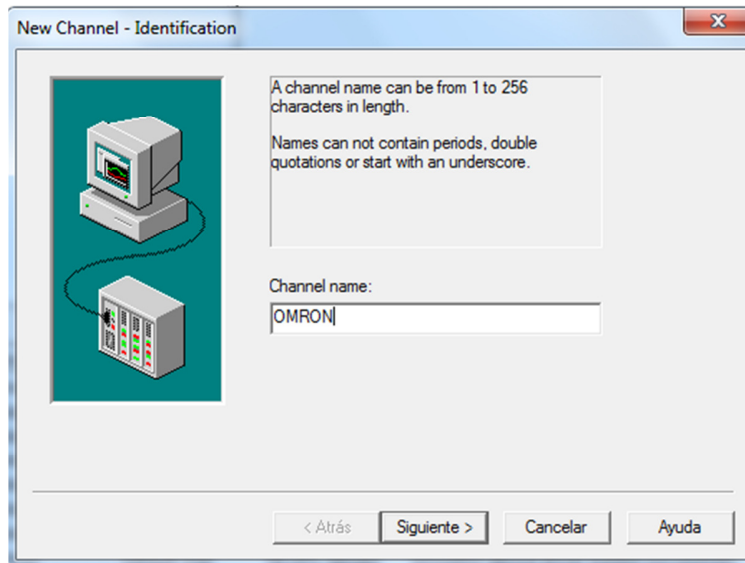


Ilustración 65: Ventana de identificación de canal

Fuente: NI OPC Servers

5. De la lista desplegable, se selecciona **Omron Host Link**, que es en donde se encuentra el tipo de PLC que estamos utilizando. Habilitar el diagnóstico para depurar errores. Presionar el botón **Siguiente**.

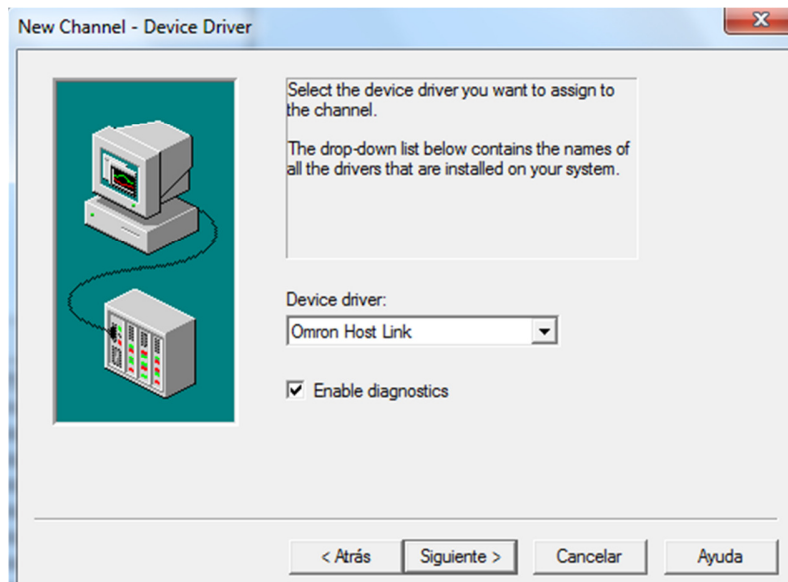


Ilustración 66: Ventana de controlador de dispositivo

Fuente: NI OPC Servers

6. Seleccionar los parámetros de comunicación de acuerdo a la configuración tanto del PLC como del adaptador serial. Presionar el botón **Siguiente**.

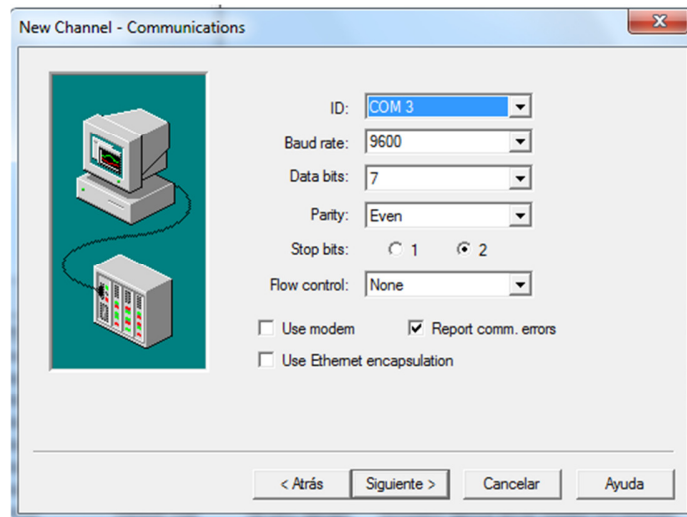


Ilustración 67: Ventana de comunicaciones

Fuente: NI OPC Servers

7. En la ventana de **Write Optimizations** dejar los parámetros predeterminados. Presionar el botón **Siguiente**.

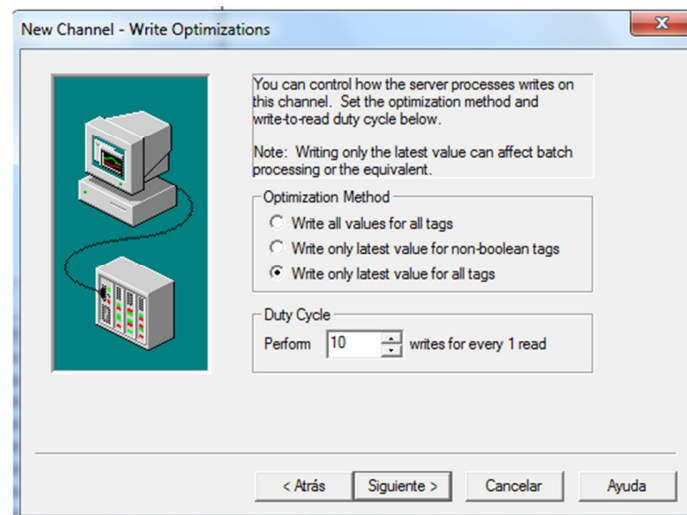


Ilustración 68: Ventana de opciones de escritura

Fuente: NI OPC Servers

8. Especificar la dirección Master (o local) del computador de acuerdo a la configuración del PLC. Presionar el botón **Siguiente**.

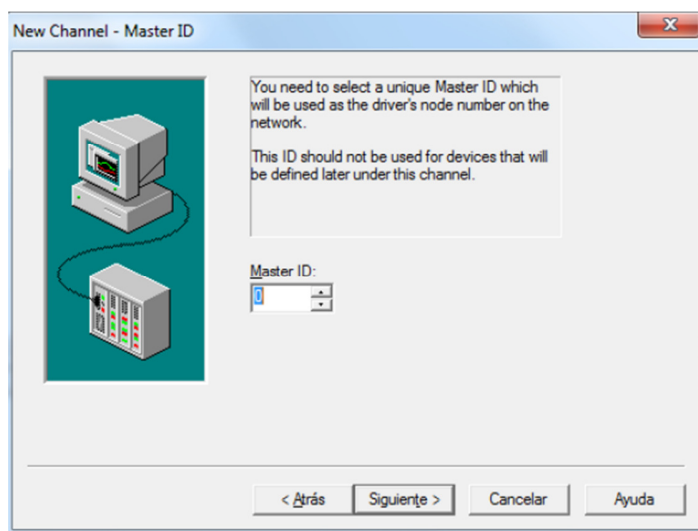


Ilustración 69: Ventana de dirección master

Fuente: NI OPC Servers

9. Aparecerá la pantalla que resume la configuración del canal.

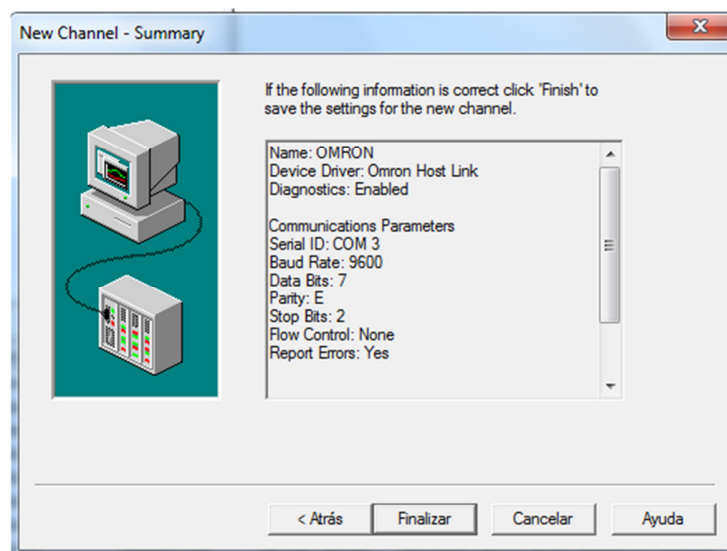


Ilustración 70: Ventana de resumen de configuración del canal

Fuente: NI OPC Servers

10. Finalizar la configuración.
11. Puesto que en un canal de comunicaciones se pueden conectar varios equipos, a continuación es necesario agregar un dispositivo. Presionar **Click to add a device** en la parte izquierda superior de la pantalla.

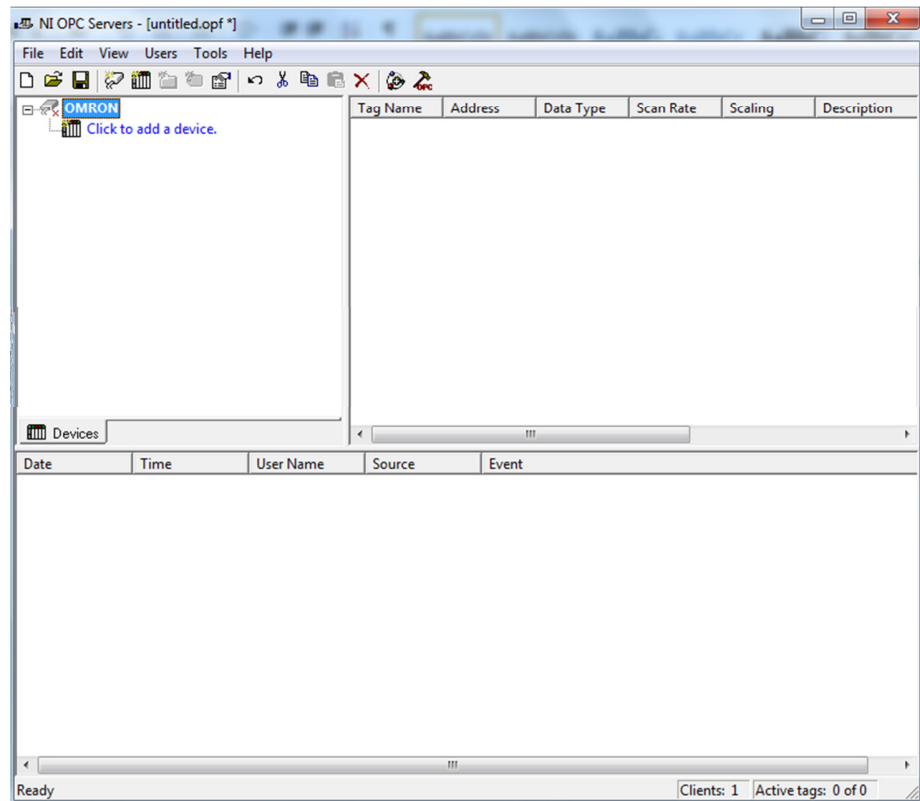


Ilustración 71: Ventana para agregar dispositivos

Fuente: NI OPC Servers

12. Dar un nombre al dispositivo. En este caso se ha nombrado **CPU21**. Presionar el botón **Siguiente**.

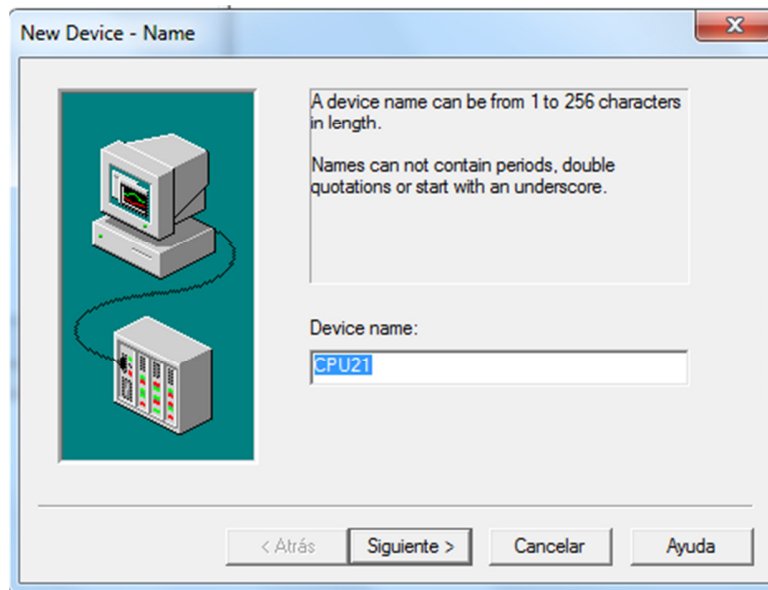


Ilustración 72: Ventana de identificación de dispositivo

Fuente: NI OPC Servers

13. Seleccionar el modelo del PLC, para este caso el modelo de PLC utilizado es el CQM1.

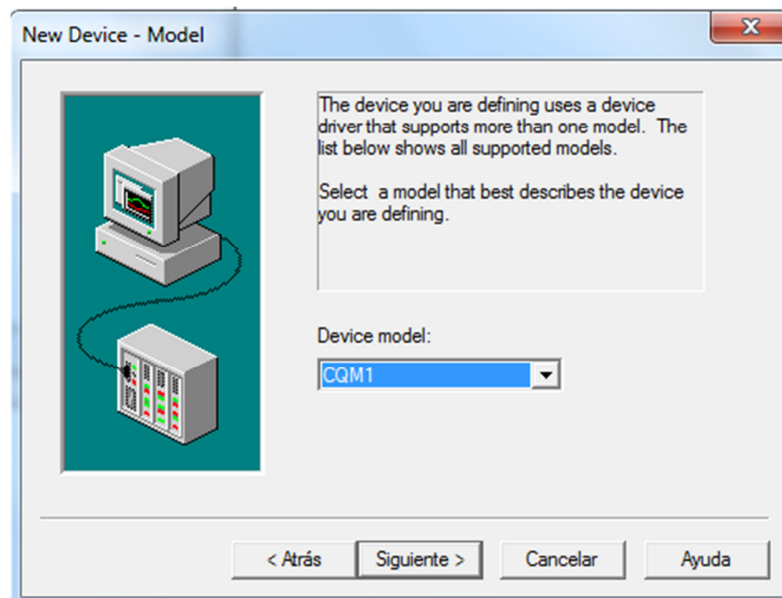


Ilustración 73: Ventana de modelo de dispositivo

Fuente: NI OPC Servers

14. Determinar a qué dirección de dispositivo se conectará. Ésta debe coincidir con la dirección cuando se configuró el PLC, en este caso la número 0 (en formato Decimal). Presionar el botón **Siguiente**.

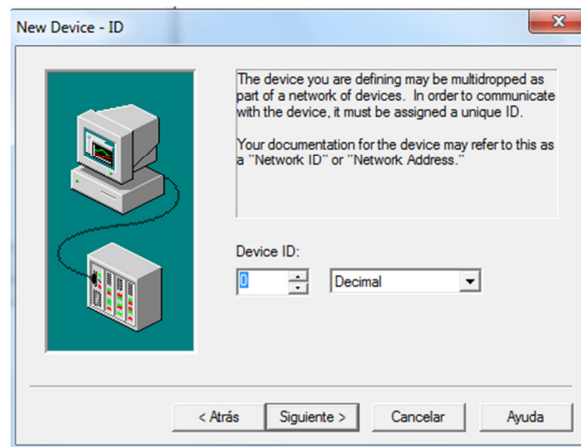


Ilustración 74: Ventana de dirección de dispositivo

Fuente: NI OPC Servers

15. Configurar los parámetros de tiempo de comunicación. **Request timeout** es el tiempo que espera el driver sin comunicación antes de emitir una falla, no la tasa a la que el driver se comunica con el PLC (llamada poll rate). Se pueden dejar los valores predeterminados. Presionar el botón **Siguiente**.

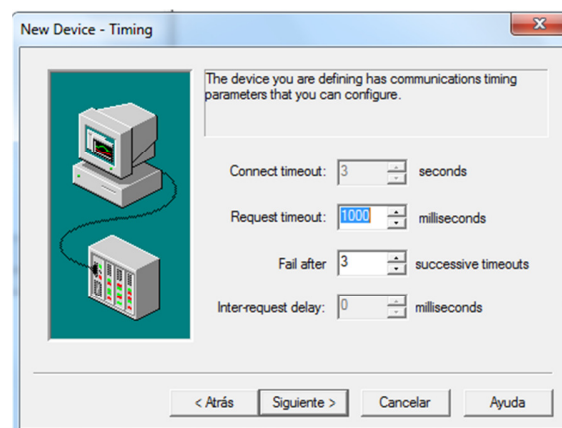


Ilustración 75: Ventana de tiempo de comunicación

Fuente: NI OPC Servers

16. Se puede activar la opción **Auto Demotion** para que el driver pueda intentar reconectar el dispositivo en caso de una pérdida de comunicación. Presionar el botón **Siguiente**.

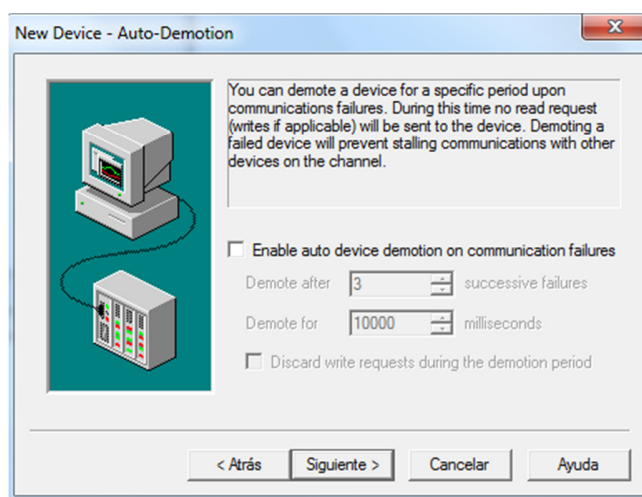


Ilustración 76: Ventana de auto detección de comunicación

Fuente: NI OPC Servers

17. La pantalla **Summary** resume la configuración del dispositivo. Presionar el botón **Finalizar** para terminar la configuración.

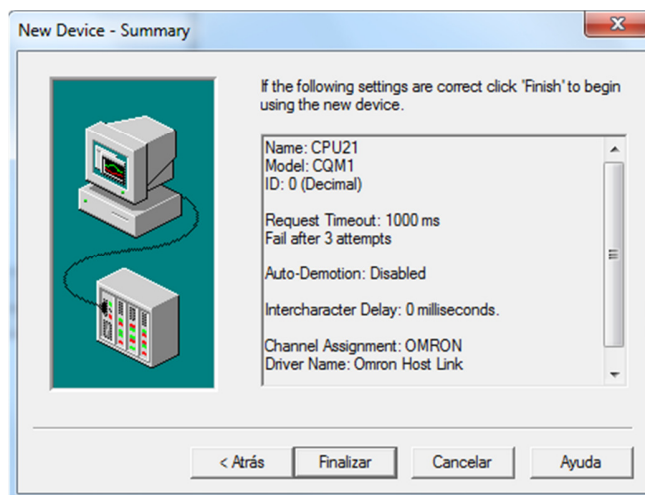


Ilustración 77: Ventana de resumen de configuración de dispositivo

Fuente: NI OPC Servers

En este punto ya está configurada la comunicación del PLC OMRON CQM1 CPU21 con el computador mediante OPC; es decir que desde un cliente OPC se podría monitorear las entradas, salidas, y parámetros del sistema del PLC. Sin embargo es conveniente agregar una etiqueta estática (Static Tag) tanto para probar la comunicación como para que sea accedida posteriormente desde el cliente OPC.

Para agregar etiquetas estáticas se deben seguir los pasos descritos a continuación:

1. Añadir una etiqueta estática haciendo clic en el enlace **Click to add a static tag**.

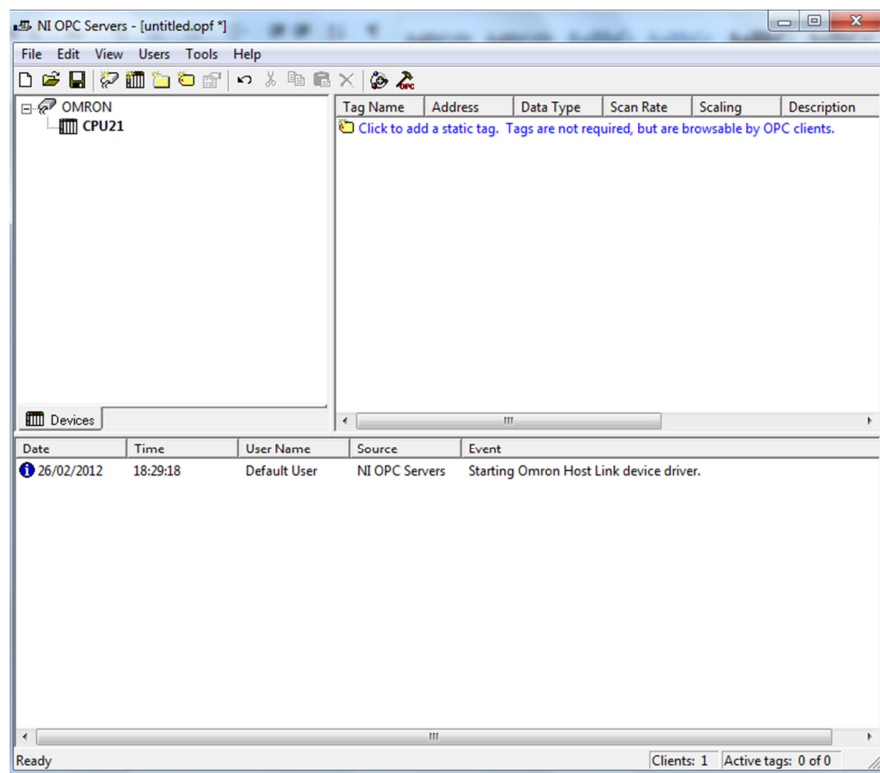


Ilustración 78: Ventana para agregar etiquetas estáticas

Fuente: NI OPC Servers

2. Configurar las propiedades de la etiqueta como se muestra a continuación. Notar que el tipo de dato debe ser **Boolean**, no Byte (que es el tipo de dato

predeterminado). En este caso, cuando se especifica una dirección (por ejemplo IR 100.15) se debe presionar el visto para verificar si se está direccionando correctamente. Presionar **Aceptar** una vez configurada la etiqueta.

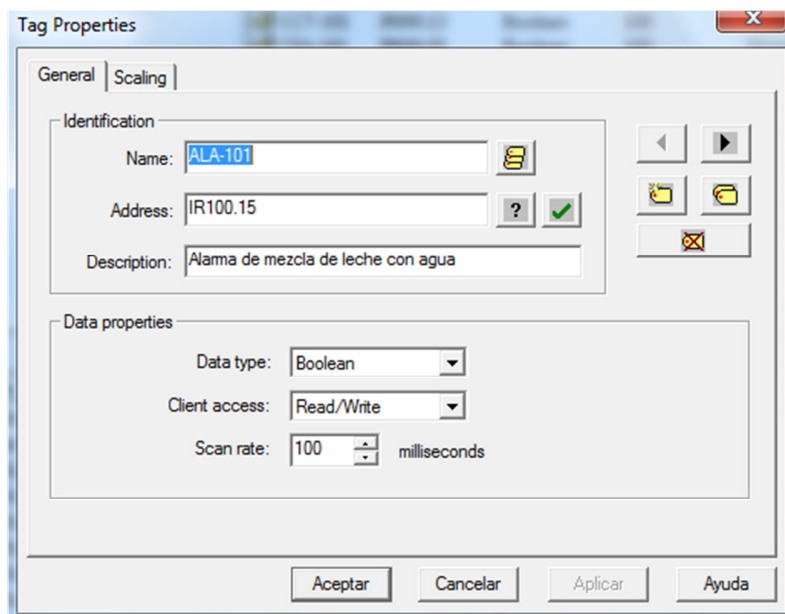


Ilustración 79: Ventana de propiedades de etiqueta

Fuente: NI OPC Servers

Una vez realizado el paso anterior la etiqueta se habrá creado en el proyecto. De la misma manera proseguimos en todas la etiquetas de entradas y salidas que se deseen crear, teniendo las etiquetas como se muestra en la Ilustración 80.

5. Guardar el proyecto.

La configuración del servidor OPC ha sido terminada. Se puede cerrar el servidor.

6.7.8 Programación del HMI en Labview

Una vez que se ha configurado correctamente el servidor OPC se puede conectar cualquier cliente OPC para monitorear los PLC. En esta automatización se utilizará LabVIEW como cliente OPC. Mediante LabVIEW se podrá monitorear y controlar cada una de las entradas y salidas del PLC que fueron creadas como etiquetas estáticas, para lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

1. En LabVIEW, Crear un nuevo proyecto. Grabado como **HMI TESIS**.
2. Crear un nuevo VI en My Computer para monitorear el PLC, y en donde se va a desarrollar el HMI de la planta. Nombrando al VI como **HMI1**.

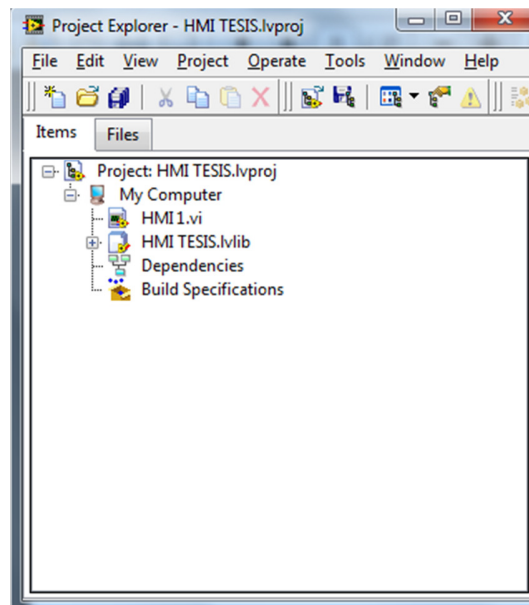


Ilustración 82: Ventana de proyectos en Labview

Fuente: National Instruments LabVIEW 2011

3. La comunicación de LabVIEW como cliente OPC se puede hacer de varias maneras. En este proyecto se utilizará una Bound Variable conectada al servidor OPC. Ambos elementos deben estar contenidos dentro de una librería.

- En My Computer, hacer clic derecho y seleccionar **New>I/O Server**.

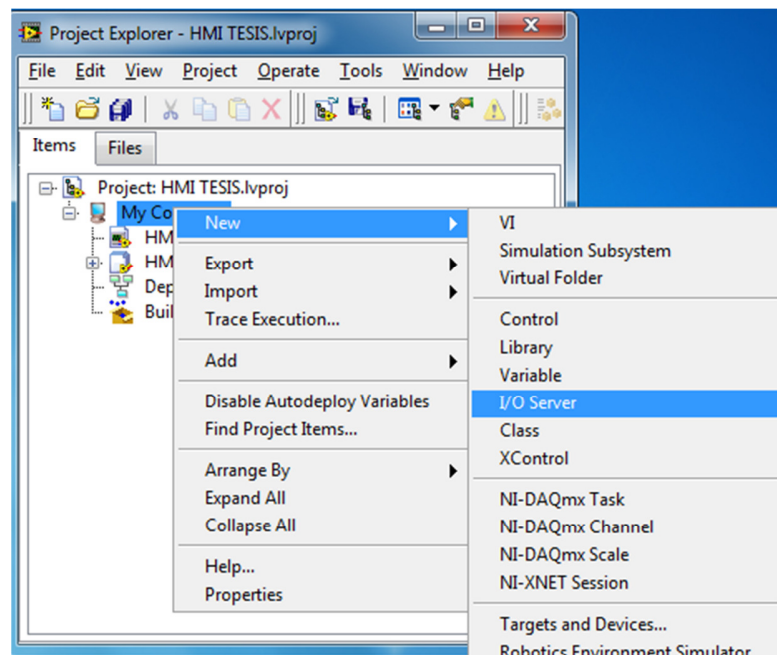


Ilustración 83: Ventana para crear un I/O Server

Fuente: National Instruments LabVIEW 2011

- Seleccionar **OPC Client** de la lista y presionar **Continue**.

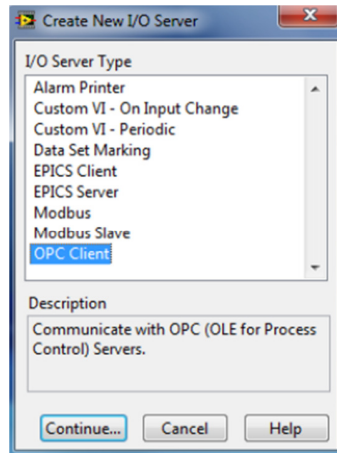


Ilustración 84: Ventana para crear un Cliente OPC

Fuente: National Instruments LabVIEW 2011

- En la pantalla de configuración de Cliente OPC, seleccionar el servidor **National Instruments.NIOPCServers**. Update Rate (ms) es la tasa a la que el servidor se comunicará con el PLC. Configurar a **100 ms** en lugar de los 1000 ms predefinidos debido a que el programa del PLC corre relativamente rápido. Presionar el botón **OK**.

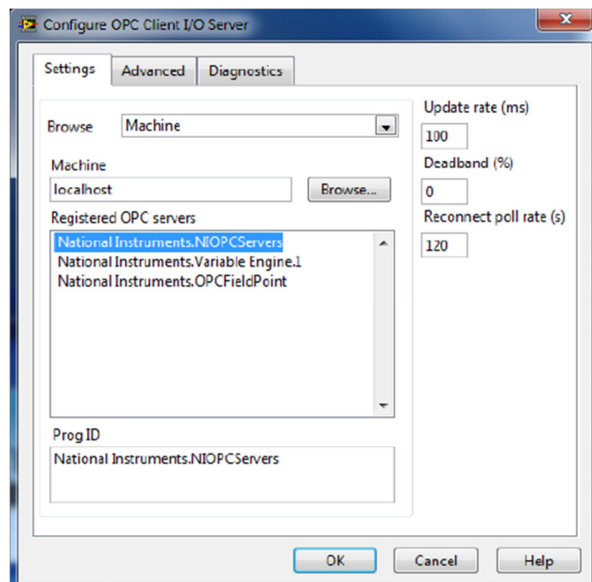


Ilustración 85: Ventana de configuración del cliente OPC

Fuente: National Instruments LabVIEW 2011

- En el proyecto se habrá agregado una nueva librería con el servidor OPC dentro de ella. Grabar todo el proyecto, nombrando la librería como **HMI TESIS**.
- Para crear las Bound Variables que vamos a utilizar en El VI del HMI damos clic derecho sobre la librería HMI TESIS y seleccionamos la opción Create Bound Variable.

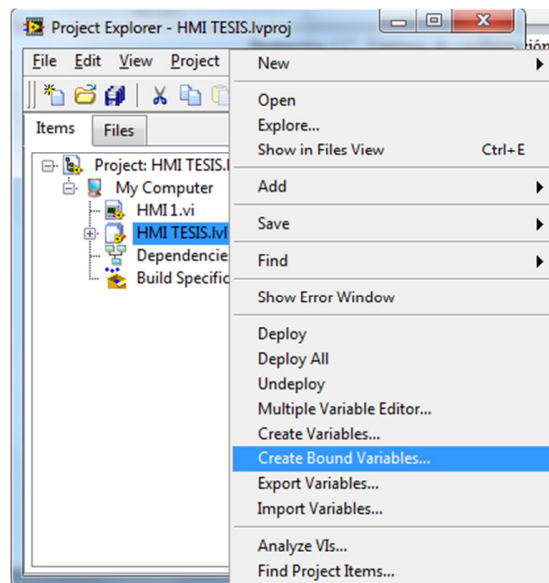


Ilustración 86: Ventana de selección de Bound Variables

Fuente: National Instruments LabVIEW 2011

- De la ventana de Create Bound Variables seleccionamos el servidor OPC1 que se encuentra en la librería HMI TESIS. Desplegamos la carpeta OMRON/CPU21 y aparecerán todas las variables creadas como etiquetas en el NI OPC SERVER anteriormente descrito.

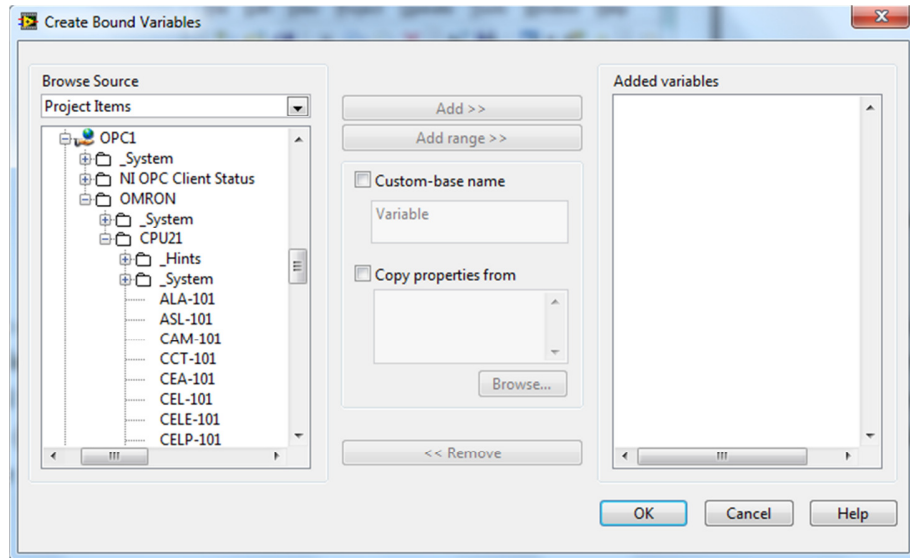


Ilustración 87: Ventana de configuración de Bound Variables

Elaborado por: El investigador

- Se agregan todas las variables que se vayan a utilizar en el VI del HMI.

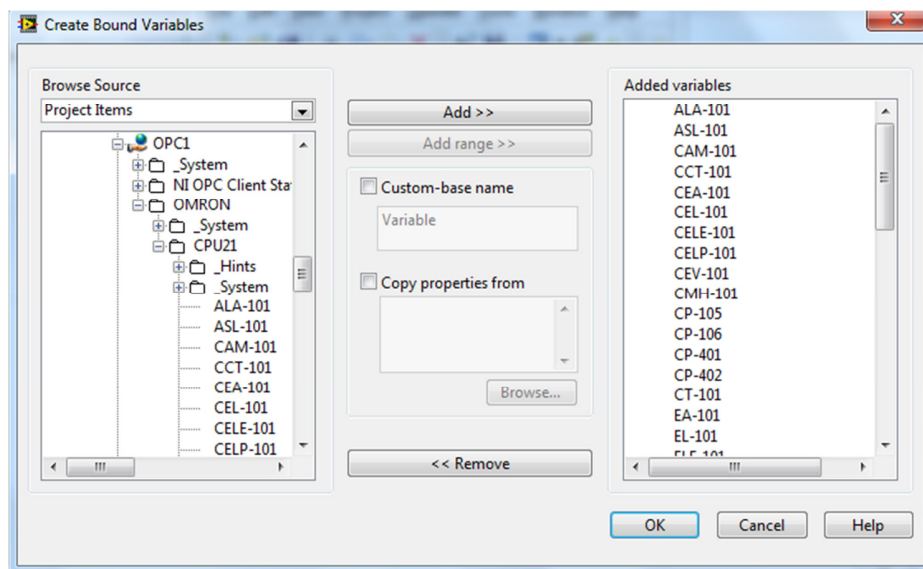


Ilustración 88: Ventana de agregación de variables

Elaborado por: El investigador

- Finalmente presionando OK, el proyecto quedara con las variables listas a ser utilizadas, como se muestra en la Ilustración 89.

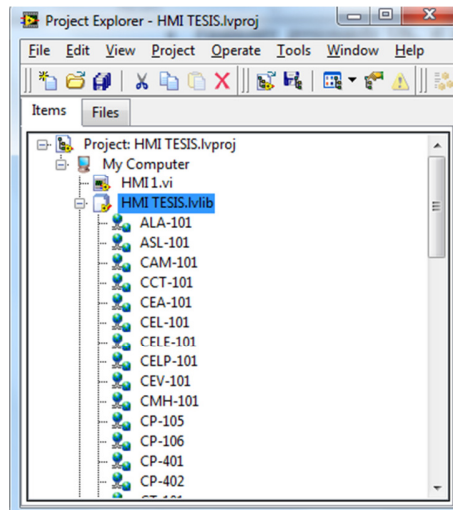


Ilustración 89: Ventana del proyecto con las variables listas

Elaborado por: El investigador

- Ya con las variables listas en el proyecto, sencillamente se abre el VI del HMI y se arrastran la variable que se necesitan hacia el panel frontal.

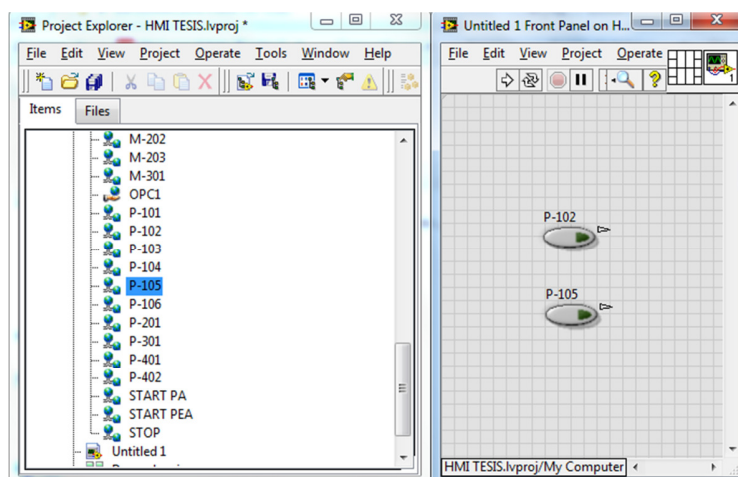


Ilustración 90: Variables en el panel frontal del VI

Elaborado por: El investigador

Una vez ya con las variables del proceso listas a ser utilizadas, la programación del HMI o (interfaz gráfica del proceso) es realizada con la herramienta de LabVIEW DSC que cuenta con una librería de imágenes prediseñadas.

La programación del HMI puede ser realizada de un sin fin de maneras, teniendo como límite la imaginación del programador.

Toda la programación tanto del panel frontal como del diagrama de bloques se la puede encontrar anexa a este documento.

6.7.9 Implementación de los Elementos y Equipos de Control

La implementación del control automático centralizado del proceso de producción de leche, yogurt y queso se la divide en dos parte: La parte de plomería y colocación de electroválvulas y la parte eléctrica de mando y control.

Plomería y Colocación de Electroválvulas:

Para la implementación tanto de las tuberías y colocación de las electroválvulas de debe contar con la ayuda de un personal de plomería calificado, el cual va a realizar la instalación de las tuberías galvanizadas, de acero inoxidable y la conexión respectiva de las electroválvulas anteriormente seleccionadas. Todo este trabajo va a ser realizado basándose en los planos de tuberías e instrumentación P&ID-01 y P&ID-02 que los podemos observar en los anexos.

Parte Eléctrica de Mando y Control:

Una vez concluida la parte de plomería se procede con la instalación eléctrica de mando y control, la cual debe estar a cargo de personal eléctrico capacitado.

1. Acometida al tablero central de control desde los diferentes equipos a monitorear y controlar:

Para los elementos que van a ser solo parte del monitoreo, es necesario que tengan una acometida desde el lugar donde se encuentra cada equipo, sea este bomba o motoagitador; cada acometida debe llegar al tablero central de control con dos cables flexibles AWG #18 de 600V, estos cables deben estar muy bien designados para saber a qué equipo se están conectando y de esta manera facilitar el armado del tablero de control.

Es importante mencionar que los dos cables flexibles AWG #18 de 600V que van a llegar a cada equipo, van a estar conectados en un contacto normalmente abierto del contactor de cada bomba o motoagitador; logrando de esta manera obtener la señal de control deseada en el momento en que se encienda cada elemento.

Para el control de los contactores que gobiernan cada una de las bombas y electroválvulas que intervienen en el proceso de automatización se va a utilizar alambre sólido #14 THHN de 600V.

En el caso del sensor de temperatura Pt100 se va a utilizar el cable adecuado para este sensor, el cual se conectara con el controlador de temperatura que de igual manera se encuentra en el panel frontal del tablero central de control.

Las acometidas de todos los equipos que van a intervenir en el sistema automático centralizado se las puede observar en los planos ELÉCTRICO-01 y ELÉCTRICO-02 que se encuentran en los anexos.

Además existe la acometida de la red de comunicación desde el panel central de control hacia la computadora de monitoreo ubicada en las oficinas; esta

acometida se deberá realizar con cable UTP mediante una comunicación serial, que se la llevará una distancia aproximada de 10 metros.

2. Montaje del panel central de control:

Para el funcionamiento de las bombas y electroválvulas involucradas en la automatización se deberá utilizar contactores que controlen y protejan las diferentes bombas y electroválvulas. Es así que se ha realizado un diseño de la distribución de los contactores en la parte interna del tablero central de control, como se muestra en la Ilustración 91.

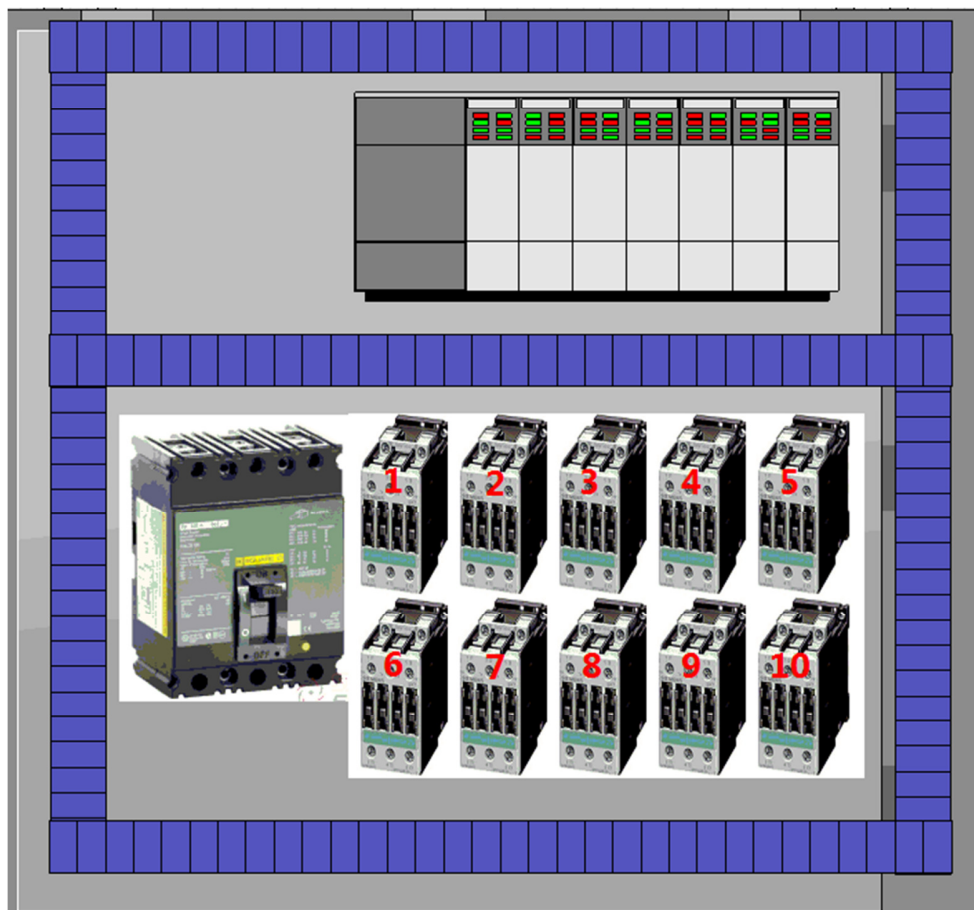


Ilustración 91: Distribución del interior del tablero central de control

Elaborado por: El investigador

Como podemos observar en la Ilustración 91, los contactores se encuentran distribuidos en una manera ordenada y cada uno controla y protege a una bomba o electroválvula, así:

1. Electroválvula de vapor con contactor de 10A.
2. Electroválvula de leche cruda con contactor de 10A.
3. Electroválvula de agua con contactor de 10A.
4. Electroválvula de leche pasteurizada con contactor de 10A.
5. Electroválvula de leche enfriada con contactor de 10A.
6. Bomba de pasteurización con contactor de 15A.
7. Bomba de agua caliente con contactor de 15A.
8. Bomba de agua helada 1 con contactor de 15A.
9. Bomba de agua helada 2 con contactor de 15A.
10. Homogenizador con contactor de 20A.

La tapa frontal del tablero central de control va a estar constituida por pulsadores, selectores, luces piloto y el controlador de temperatura. Estos elementos son los que van a accionar las diferentes formas de funcionamiento del pasteurizador, ya sea manual o automáticamente.

El panel frontal del tablero central de control se lo muestra en la Ilustración 92 con la distribución adecuada de cada elemento.



Ilustración 92: Panel frontal del tablero central de control

Elaborado por: El investigador

3. Cableado y conexión del panel central de control:

Para el cableado de las entradas del PLC así como en la conexión de los elementos del panel frontal se va a utilizar cable flexible AWG #18 de 600V, debido a que se va a manejar amperajes muy bajos.

En el cableado de control se deberá utilizar alambre sólido #14 THHN de 600V, esto debido a que el amperaje que se va a manejar no supera los 5 amperios ya que solo van accionarse las bobinas de los contactores.

Para el cableado de potencia es necesaria la utilización de alambre sólido THHN DE 600V, cuyo calibre va a depender de la potencia de cada elemento que se vaya a controlar, teniendo así:

1. Electroválvula de vapor con contactor de 10A y alambre sólido #14.
2. Electroválvula de leche cruda con contactor de 10A y alambre sólido #14.
3. Electroválvula de agua con contactor de 10A y alambre sólido #14.
4. Electroválvula de leche pasteurizada con contactor de 10A y alambre sólido #14.
5. Electroválvula de leche enfriada con contactor de 10A y alambre sólido #14.
6. Bomba de pasteurización con contactor de 15A y alambre sólido #14.
7. Bomba de agua caliente con contactor de 15A y alambre sólido #14.
8. Bomba de agua helada 1 con contactor de 15A y alambre sólido #14.
9. Bomba de agua helada 2 con contactor de 15A y alambre sólido #14.
10. Homogenizador con contactor de 25A y alambre sólido #12.

Para la conexión y organización del cableado dentro del tablero central de control se deberá utilizar canaletas, logrando así mantener correctamente bien organizados los cables de conexión y además de obtener una vista estética muy buena, como se muestra en la Ilustración 93.

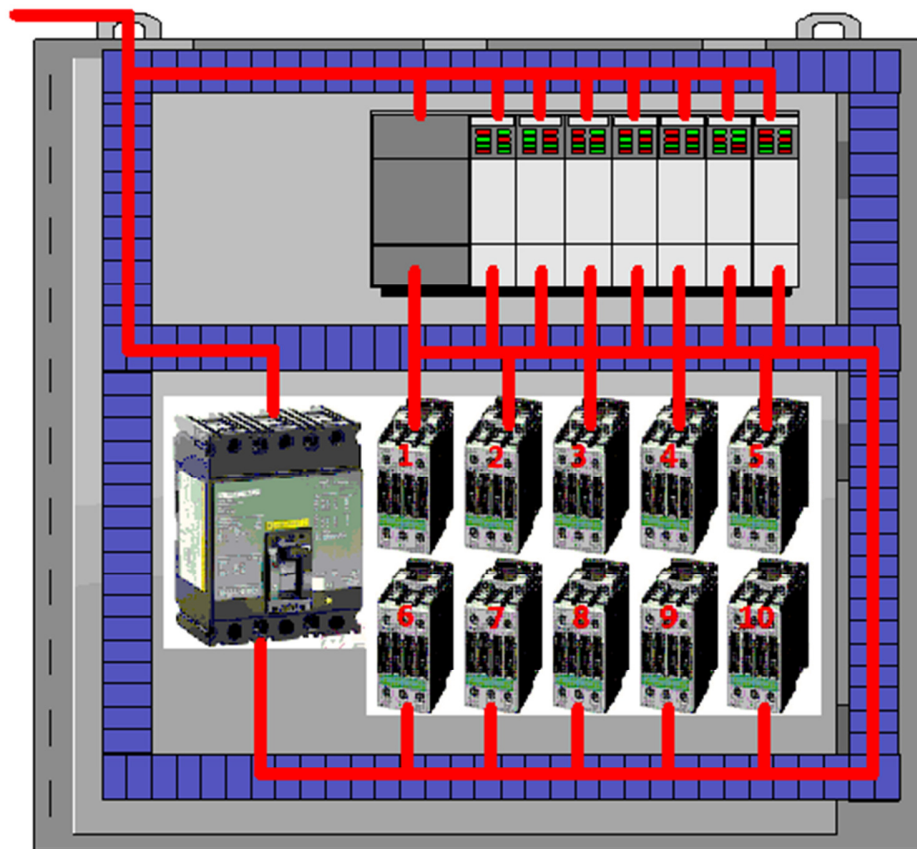


Ilustración 93: Cableado interior del tablero central de control

Elaborado por: El investigador

Es importante destacar que todos los cables de conexión deben estar muy bien designados, para facilitar la conexión de los distintos elementos involucrados en el tablero central de control, y para poder realizar cualquier tipo de chequeo o mantenimiento.

6.7.10 Funcionamiento del Control y Monitoreo

Para el HMI del Proceso de Producción de Leche, Yogurt y Queso de la Planta de Lácteos Marco's se realizó 8 pantallas de acceso, descritas a continuación:

Pantalla de INICIO:

Esta pantalla cuenta con el acceso de control de usuario, el cual tiene la capacidad de identificar entre un usuario OPERADOR y un usuario ADMINISTRADOR, estos dos usuarios tiene sus contraseñas propias para acceder al HMI. Esta pantalla se muestra en la Ilustración 94. Cabe destacar que el usuario Operador solo tiene la capacidad de monitorear el proceso, mientras que el usuario Administrador tiene la capacidad de controlar el funcionamiento de ciertas partes del proceso.



Ilustración 94: Pantalla de inicio

Elaborado por: El investigador

Pantalla PRINCIPAL:

Una vez ingresado la contraseña cualquier tipo de usuario, se despliega automáticamente la pantalla PRINCIPAL, que es aquella desde donde vamos a poder acceder a las pantallas de las distintas áreas del proceso.

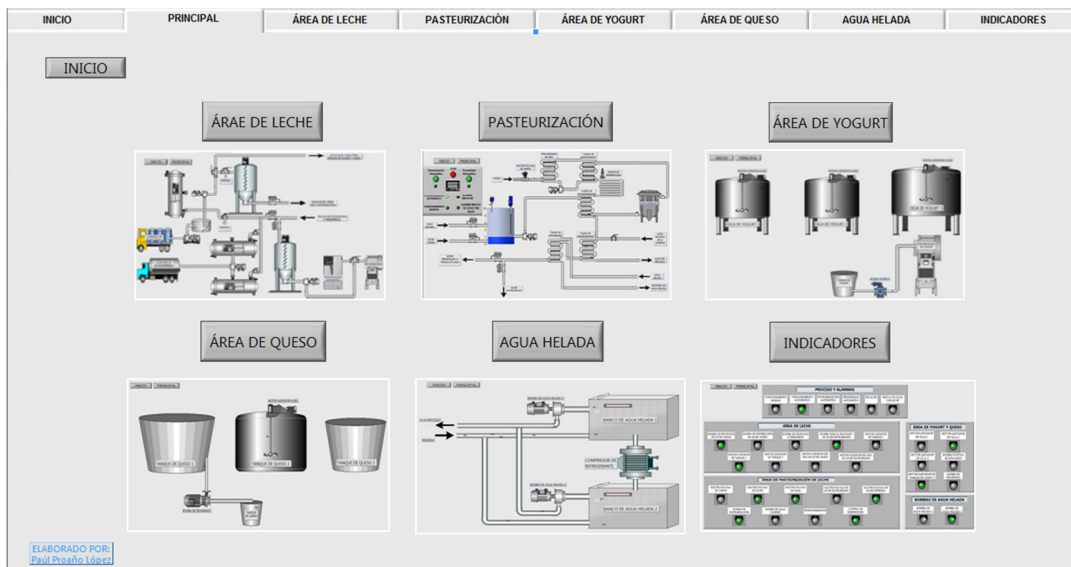


Ilustración 95: Pantalla principal

Elaborado por: El investigador

Pantalla del ÁREA DE LECHE:

En esta pantalla se observa el área de recepción de leche, pudiendo monitorear el funcionamiento de los motoagitadores de los tanques de leche enfriada, los motoagitadores de los silos y ciertas bombas descritas en el diagrama P&ID-01 que se encuentra en los anexos.

Los elementos que intervienen en el área de leche son:

- **P-101:** Bomba de recepción de leche cruda

- **P-102:** Bomba de distribución de leche cruda
- **P-103:** Bomba de despacho de leche enfriada
- **P-104:** Bomba para envasado de leche pasteurizada
- **M-101:** Motor agitador del tanque de leche enfriada 1
- **M-102:** Motor agitador del tanque de leche enfriada 2
- **M-103:** Motor agitador del tanque de leche enfriada 3
- **M-104:** Motor agitador del silo de leche cruda
- **M-105:** Motor agitador del silo de leche pasteurizada

Es importante destacar que cuando los fluidos están pasando por las diferentes tuberías, estas se vuelven del color del tipo de fluido que está transportando, las designaciones de los fluidos las podemos encontrar en el Plano 01-12 que se encuentra en los anexos.

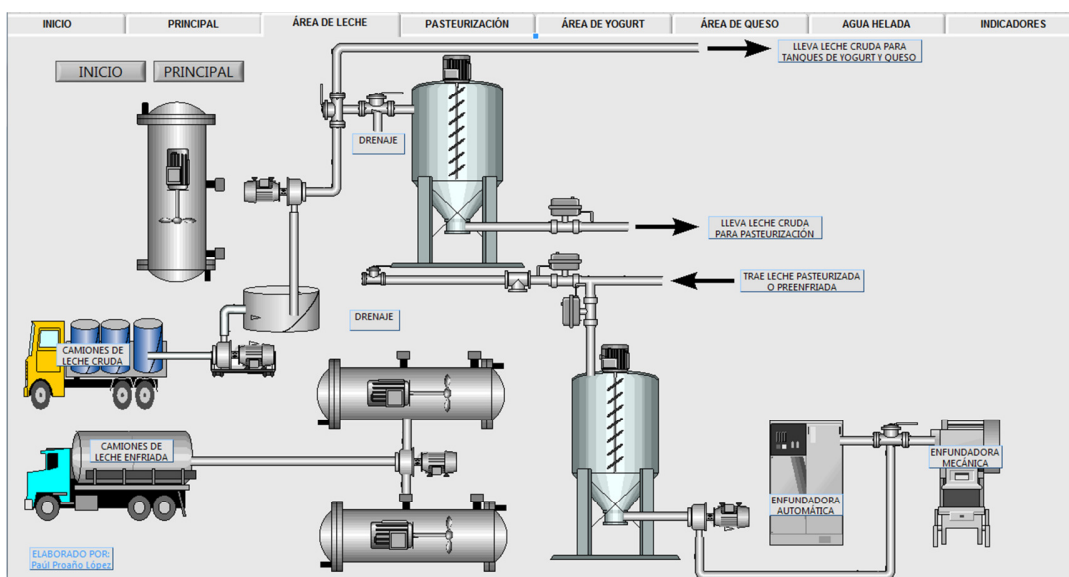


Ilustración 96: Pantalla del área de leche

Elaborado por: El investigador

Pantalla del ÁREA DE PASTEURIZACIÓN:

En el área de pasteurización es en donde interviene la automatización con el PLC, es decir que todo el control está programado en el PLC y el HMI es utilizado solo para el monitoreo.

Los elementos que intervienen en el proceso de pasteurización son:

- **LS-101:** Swich de nivel alto
- **LS-102:** Swich de nivel bajo
- **CV-101:** Electroválvula de leche cruda
- **P-105:** Bomba de pasteurización
- **CV-110:** Electroválvula de vapor
- **P-106:** Bomba de agua caliente
- **HM-101:** Homogenizador
- **P-401:** Bomba de agua helada 1
- **P-402:** Bomba de agua helada 2
- **TIC-110:** Control indicador de temperatura
- **CV-102:** Electroválvula de agua natural
- **CV-104:** Electroválvula de leche pasteurizada
- **CV-103:** Electroválvula de leche enfriada
- **TE-110:** Sensor de temperatura

En esta área se tiene tres controles muy bien definidos, de los cuales se detallara su funcionamiento a continuación:

Pasteurización Automática:

Para comenzar con una pasteurización automática se debe poner el selector del tablero en Funcionamiento Automático, y mediante el pulsador de Pasteurización Automática o el botón del mismo nombre en el HMI, esta arrancará inmediatamente.

La pasteurización automática empieza con la apertura de la electroválvula de agua natural, de vapor, y de drenaje; el funcionamiento de la bomba de pasteurización, de la bomba de agua caliente y del homogenizador. Una vez que el agua natural está circulando por los cuerpos del pasteurizador el sensor de temperatura va a detectar si esta agua llega a la temperatura alta previamente seteada que es de 85°C, para que de inmediato el controlador de temperatura cierre su contacto normalmente abierto y mande la señal al PLC para que este cierre la electroválvula de vapor, cierre la electroválvula de agua natural y después de 10 segundos que es el tiempo estimado en que se agota el agua del tanque de balance abra la electroválvula de leche cruda y encienda la bomba de agua helada 1 para que comience la pasteurización de la leche. Después de 20 segundos de que el controlador de temperatura mandó la señal al PLC, la electroválvula de leche pasteurizada se abre, mientras que la de drenaje se cierra; esto se da debido a que la electroválvula de drenaje debe dar paso para que se desfogue toda la mezcla de leche con agua que estaba en el proceso, y de esta manera después de los 20 segundos que ya se desfogó toda la mezcla, la leche netamente pasteurizada se dirija al silo de almacenamiento.

Cabe destacar que este proceso se da solo en el arranque del pasteurizador, una vez que el pasteurizador esté en funcionamiento, el controlador de temperatura solo va abrir y cerrar la electroválvula de vapor de acuerdo con los valores a los cuales este se encuentre seteado.

Un control adicional que tiene este proceso es el de nivel de leche en el tanque de balance, este control se lo realizó con el fin de que no se riegue la leche, ni se quede

sin la misma la bomba de pasteurización. Una vez que la leche haga contacto con el swich de nivel alto, este cierra la electroválvula de paso hasta que el nivel de leche descienda al swich de nivel bajo. Y cuando la leche pase más de 30 segundos por debajo del swich de nivel inferior, se activara una alarma para que sea atendido el problema inmediatamente, pero si en 10 segundos nadie atiende ese problema, todo el procesos de detendrá automáticamente.

Este proceso se lo puede detener en cualquier instante con el botón de STOP; además se lo puede monitorear en la pantalla de **ÁREA DE PASTEURIZACIÓN** como se muestra en la Ilustración 97.

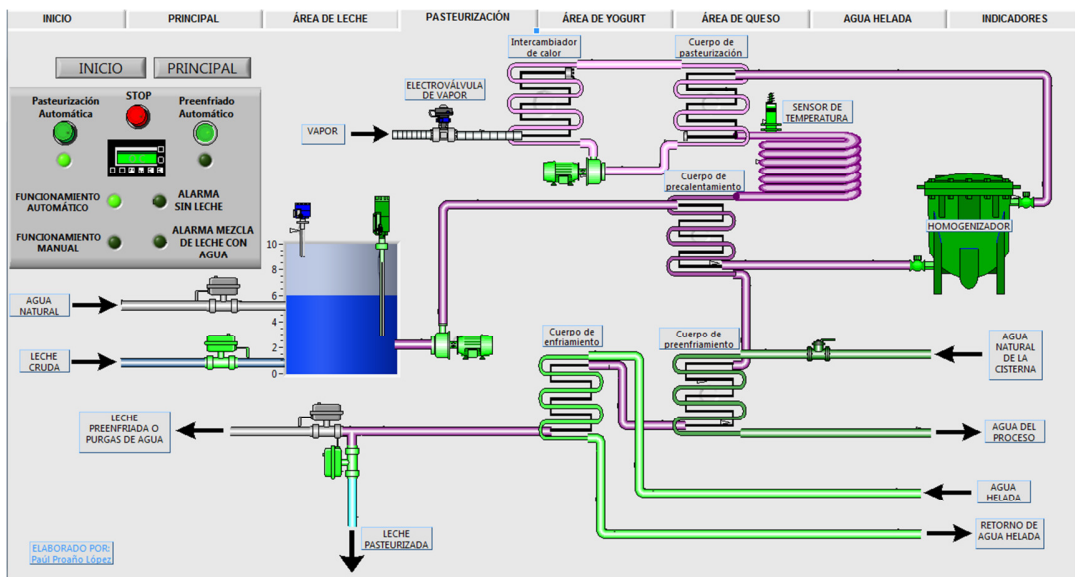


Ilustración 97: Pantalla de pasteurización automática

Elaborado por: El investigador

Preenfriado Automático:

Para comenzar con un preenfriado automático se debe poner el selector del tablero en Funcionamiento Automático, y mediante el pulsador de Preenfriado Automático o el botón del mismo nombre en el HMI, esta arrancará inmediatamente.

El preenfriado automático comienza con la apertura de la electroválvula de leche cruda, de leche enfriada, el funcionamiento de la bomba de pasteurización y de la bomba de agua helada 2. Mientras que todos los demás elementos van a permanecer apagados.

En este proceso existe el mismo control de nivel que en la pasteurización automática, y de igual manera el proceso se lo detiene con el mismo botón de STOP. El monitoreo de esta pantalla se lo puede observar en el **ÁREA DE PASTEURIZACIÓN** como muestra la Ilustración 98.

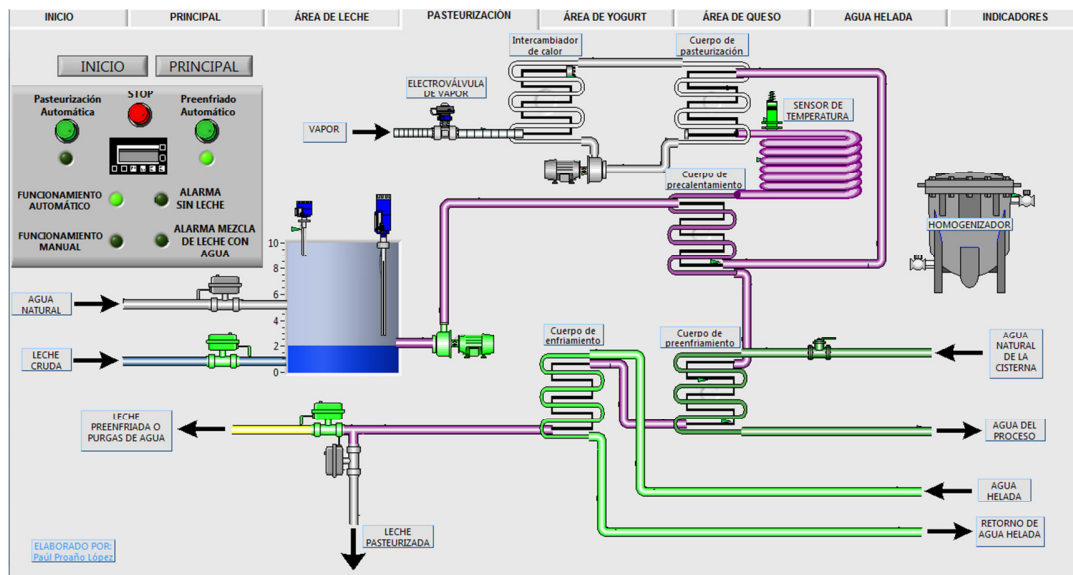


Ilustración 98: Pantalla de preenfriado automático

Elaborado por: El investigador

Control Manual:

Este control manual es realizado para que las bombas y electroválvulas puedan activarse o desactivarse de acuerdo a los requerimientos y necesidades, sin tener que regirse a los controles de pasteurización y preenfriado automático.

Cabe destacar que cada bomba y electroválvula tiene su respectivo selector de control en el tablero que va estar frente al proceso, este tablero lo podemos observar en la Ilustración 99. El control manual fue diseñado para cuando se necesite encender independientemente cada bomba o electroválvula durante la limpieza de los equipos o durante un mantenimiento del proceso.



Ilustración 99: Tablero de control

Elaborado por: El investigador

Pantalla de ÁREA DE YOGURT:

En esta pantalla se observa el área de producción de yogurt, pudiendo monitorear el funcionamiento de los motoagitadores de cada tanque de fermentación, y la bomba de desplazamiento positivo utilizada en el enfundado de yogurt.

Los elementos que intervienen en el área de yogurt son:

- **M-201:** Motor agitador de la olla de yogurt 1
- **M-202:** Motor agitador de la olla de yogurt 2
- **M-203:** Motor agitador de la olla de yogurt 3
- **P-201:** Bomba para el enfundado de yogurt

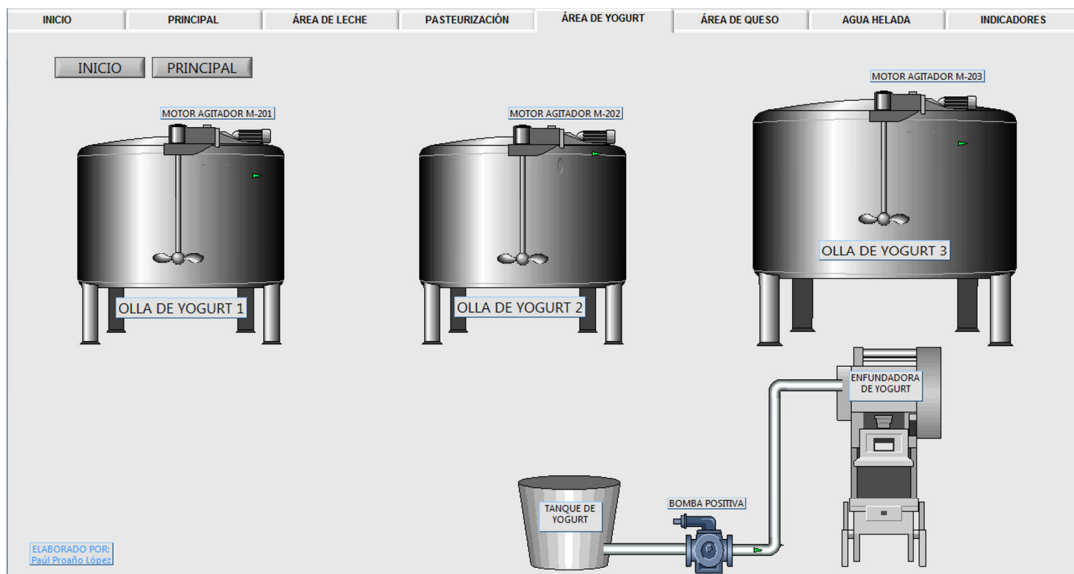


Ilustración 100: Pantalla del área de yogurt

Elaborado por: El investigador

Pantalla de ÁREA DE QUESO:

En esta pantalla se puede observar el área de producción de queso, teniendo la posibilidad de monitorear el funcionamiento del motoagitador del tanque de queso número 2, y el funcionamiento de la bomba de extracción de suero.

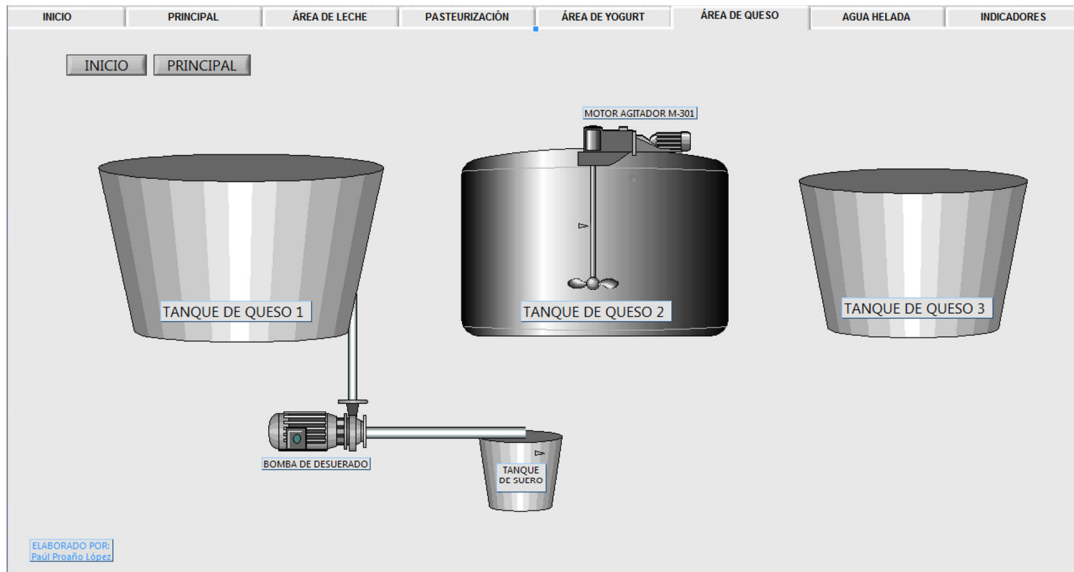


Ilustración 101: Pantalla del área de queso

Elaborado por: El investigador

Pantalla de ÁREA DE AGUA HELADA:

Esta pantalla muestra los bancos de agua helada, y la manera como recircula esta agua helada en el momento en que pasan a funcionar cada una de las bombas. Es importante mencionar que estas bombas están controladas desde el proceso de pasteurización. Para el proceso de pasteurización automática funciona la bomba de agua helada 1, mientras que para el preenfriado automático funciona la número 2.

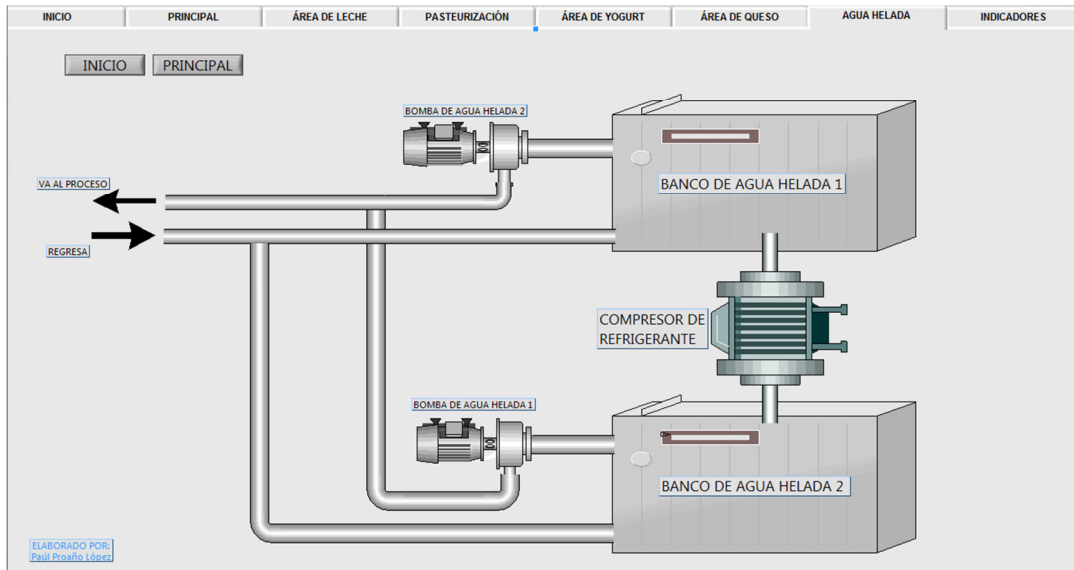


Ilustración 102: Pantalla del área de agua helada

Elaborado por: El investigador

Pantalla de INDICADORES:

En esta pantalla es en donde se encuentran los indicadores de funcionamiento de todos los elementos tanto del proceso de producción de leche como de yogurt y queso.

Esta pantalla es de suma importancia debido a que nos muestra todo el funcionamiento del proceso en base a luces piloto. Pudiendo desde aquí saber si el pasteurizador está en funcionamiento manual o automático; saber si se está pasteurizando o preenfriando leche; tener un monitoreo si se llega a presentar alguna alarma; y poder observar que bombas, electroválvulas o máquinas se encuentran funcionando en la planta.

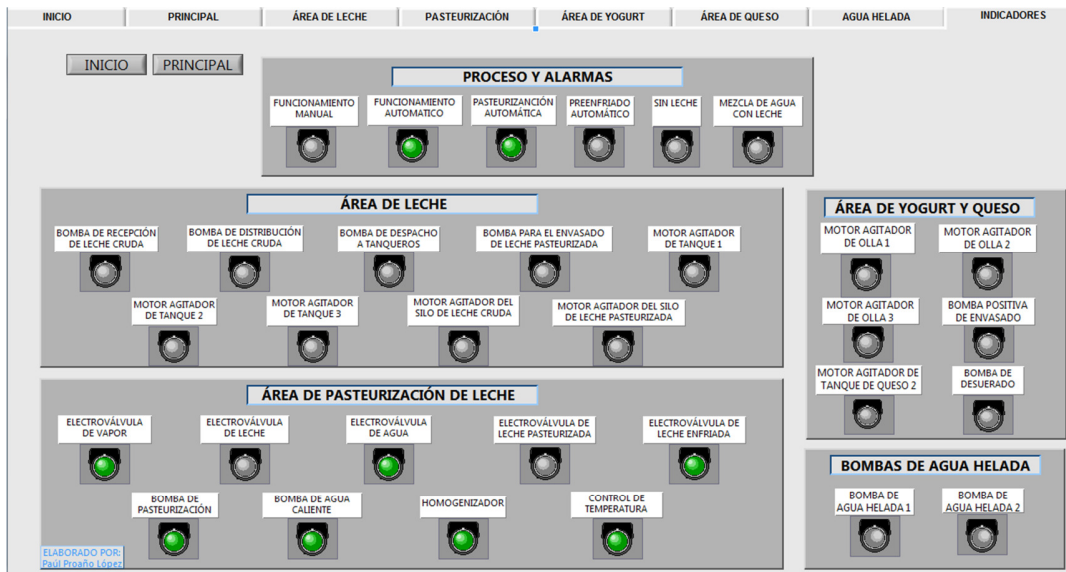


Ilustración 103: Pantalla de indicadores

Elaborado por: El investigador

Presupuesto:

A continuación se detallan los costos que involucran la implementación del sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de Lácteos Marco's que se desarrolló en la propuesta. Cabe destacar que se han seleccionado los mejores elementos y equipos en este presupuesto, teniendo así en cuenta que los costos se pueden reducir si se desea adquirir elementos y equipos de otros fabricantes.

| Ítem | Descripción | Cant. | Precio Unit. | Precio Total |
|---------------------|--|-------|--------------|----------------|
| 1 | Pulsador rasante normalmente abierto | 2 | 2,00 | 4,00 |
| 2 | Pulsador rasante normalmente cerrado | 1 | 2,00 | 2,00 |
| 3 | Luz piloto multiled de 220V | 6 | 2,25 | 13,50 |
| 4 | Selector Allen Bradley de dos posiciones con iluminación | 11 | 16,50 | 181,50 |
| 5 | Interruptor de nivel electromagnético de montaje lateral | 2 | 22,00 | 44,00 |
| 6 | Sensor de temperatura Pt100 | 1 | 55,00 | 55,00 |
| 7 | Controlador de temperatura OMRON E5CN | 1 | 340,00 | 340,00 |
| 8 | Electroválvula de bola en acero inoxidable AKE168E | 3 | 710,00 | 2130,00 |
| 9 | Electroválvula de bola de latón AKE64 | 1 | 284,00 | 284,00 |
| 10 | Electroválvula de vapor Danfoss EV225B | 1 | 220,00 | 220,00 |
| 11 | PLC OMRON CQM1 CPU21 | 1 | 830,00 | 830,00 |
| 12 | Módulo de fuente de alimentación PA203 | 1 | 380,00 | 380,00 |
| 13 | Módulo de fuente de alimentación PA204S | 1 | 340,00 | 340,00 |
| 14 | Módulo de entradas digitales ID212 | 1 | 400,00 | 400,00 |
| 15 | Módulo de salidas digitales independientes a relé OC221 | 2 | 410,00 | 820,00 |
| 16 | Contactador de 10 amperios | 5 | 30,00 | 150,00 |
| 17 | Contactador de 15 amperios | 4 | 35,00 | 140,00 |
| 18 | contactador de 25 amperios | 1 | 45,00 | 45,00 |
| 19 | Rollo de cable flexible AWG #18 de 600V | 4 | 24,00 | 96,00 |
| 20 | Rollo de alambre sólido #14 THHN | 1 | 30,00 | 30,00 |
| 21 | Tablero de control metálico | 1 | 50,00 | 50,00 |
| 22 | Conectores, sujetadores y demás | | 100,00 | 100,00 |
| 23 | Elementos para la instalación de plomería | | 300,00 | 300,00 |
| 24 | Mano de obra de la plomería | | 300,00 | 300,00 |
| 25 | Mano de obra del electricista e instalador | | 1500,00 | 1500,00 |
| SUBTOTAL USD | | | | 8755,00 |
| | 10% de valor agregado de seguridad | | | 875,50 |
| TOTAL USD | | | | 9630,50 |

Tabla 24: Presupuesto

Elaborado por: El investigador

Como se observa en la tabla 24 el presupuesto estimado para la implementación del sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de Lácteos Marco's que se desarrolló en la propuesta, tiene un costo de:

9.630,50 USD

Conclusiones:

Habiendo terminado el desarrollo de la propuesta se puede concluir lo siguiente:

- En el diseño del sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso en Lácteos Marco's, fue necesario adquirir los conocimientos de funcionamiento de todas las máquinas, bombas, motores, sensores, etc.; que intervenían en el control y monitoreo.
- En el proceso de producción de leche pasteurizada se detectó que el pasteurizador es el elemento clave en la producción, por tal motivo se decidió automatizarlo por completo, para optimizar el proceso productivo de la leche.
- La temperatura de pasteurización es el parámetro principal que se debe controlar adecuadamente para obtener una leche pasteurizada de calidad y libre de las bacterias perjudiciales para la salud.
- Un control adecuado del agua helada hace que la leche pasteurizada llegue a una temperatura de almacenamiento idóneo, que va a mantener en óptimas condiciones al producto para su venta.
- El control automático del pasteurizador de leche, permite que el proceso de pasteurización pueda fluir completamente solo, sin la necesidad de la intervención constante de una persona.
- El monitoreo central al ser diseñado en LabVIEW, nos permite observar el funcionamiento de los distintos procesos de producción, detectar alarmas o anomalías y registrar datos necesarios de cada proceso.

Recomendaciones:

- Realizar una secuencia de pasos ordenados en el diseño de cualquier tipo de automatización, para obtener un sistema automático de calidad y en menor tiempo.
- Conocer detalladamente el proceso que va a ser automatizado, así como el funcionamiento de cada elemento que interviene en él, empapándose de toda la información necesaria por más elemental que sea.
- Realizar diagramas de flujo y planos de procesos para tener una visión general de lo que se quiere automatizar.
- Identificar y codificar cada uno de los elementos a ser controlados y monitoreados en el proceso, previo a la programación en cualquier tipo de automatización.
- Se recomienda a Lácteos Marco's una mayor organización de los tableros de control, facilitando así el mantenimiento y control adecuado de las maquinarias.
- Es necesario realizar chequeos constantes de los sistemas de agua helada y de pasteurización, ya que de estos sistemas depende mucho la calidad de la leche producida.
- Es importante que la Planta de Lácteos Marco's siga desarrollándose con las nuevas tecnologías, evolucionando hacia nuevos controles automáticos de su maquinaria; para lo cual se recomienda la implementación de este Control Automático Centralizado desarrollado en la propuesta.

BIBLIOGRAFÍA:

- AMBIENTE, C. N. (23 de Octubre de 2006). *Fabricación de Productos Lácteos*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2011, de http://www.produccionlimpia.cl/medios/Guia_Lacteos.pdf
- BESTERFIELD, D. (1995). *Control de Calidad*. México: Prentice Hall.
- BOLTON, W. (2010). *MECATRÓNICA Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica*. México: Alfaomega.
- CARMELO. (2006). Recuperado el 25 de agosto de 2011, de <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/Usrn/tecnologia/herramientas/Cours eGenie/control3/index.htm>
- CHASE, R. (2005). *Administración de la Producción*. México: Graw Hill.
- COBO, R. (5 de Mayo de 2008). Recuperado el 1 de septiembre de 2011, de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>
- ESPAÑOLA, R. A. (2006). *Diccionario Practico*. España: Santillan.
- GARCÍA, E. (2001). *Automatización de Procesos Industriales*. México DF: Alfaomega.
- INTERNATIONAL, P. A. (19 de septiembre de 2008). *PROCESS AQUATICS INTERNATIONAL*. Recuperado el 15 de noviembre de 2011, de <http://www.processaquatics.com/hmi.htm>
- MARTÍNEZ, V. (2001). *Automatización Industrial Moderna*. Colombia: Alfaomega.
- MEDINA, J. L., & Guadayol, J. M. (2010). *La Automatización en la Industrial Química*. Barcelona: UPC.
- NARANJO, G. (2009). *Metodología de la Investigación*. Ambato: UTA.
- NIEBEL, B. (2006). *Ingeniería Industrial, Metodos, Estandares y Diseño del Trabajo*. México: Alfaomega.
- NUTRICIÓN, S. A. (20 de Julio de 2009). *Lacteos y Derivados*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2011, de http://sanutricion.org.ar/charla_lacteosyderivados.pdf
- PIEDRAFITA, R. (2004). *Ingeniería de la Automatización Industrial*. México DF: Alfaomega.

ANEXOS:

Anexo1: Encuesta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL.**

**Encuesta para el personal obrero, administrativo y gerencia de LÁCTEOS
MARCO'S**

Objetivo: Conocer las características del control actual de la maquinaria y los métodos de trabajo que se utilizan en el procesos de producción de leche, yogurt y queso.

Instructivo: Marque con una X la respuesta correcta:

1. ¿Se cumple con los tiempos de producción preestablecidos?

Si:

No:

2. ¿Se cuenta con algún sistema automático que controle la maquinaria del procesos de producción?

Si:

No:

3. ¿Se podría mejorar el método actual que se utiliza para controlar la maquinaria?

Si:

No:

4. ¿Es posible controlar manual y automáticamente la maquinaria utilizada para el proceso de producción?

Si: No:

5. ¿Se puede monitorear el funcionamiento de la maquinaria desde un lugar específico?

Si: No:

6. ¿Se implementan con frecuencia nuevas técnicas para mejorar el proceso de producción?

Si: No:

7. ¿Se controla la calidad del producto al final del proceso?

Si: No:

8. ¿Con el volumen actual de producción se cumplen con las demandas del mercado?

Si: No:

9. ¿Se toma en cuenta la inocuidad en cada producción?

Si: No:

10. ¿Se transporta el producto con las seguridades adecuadas para que este no se dañe ni contamine?

Si: No:

11. ¿Considera que es urgente la implementación de un control automático centralizado de la maquinaria utilizada en los proceso de producción?

Si:

No:

12. ¿Cree usted que la implementación de un control automático centralizado de la maquinaria mejorará la producción?

Si:

No:

Anexo 2: Manual de usuario del sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso en la planta de Lácteos Marco's.

Anexo 3: Diagrama de Fluidos de la Planta de Lácteos Marco's.

Anexo 4: Plano del Proceso de Pasteurización de Leche.

Anexo 5: Plano del Proceso de Preenfriado de leche.

Anexo 6: Diagrama P&ID del Área de Leche.

Anexo 7: Diagrama P&ID del Área de Yogurt, Queso y Agua Helada.

Anexo 8: Diagrama Eléctrico del Área de Leche.

Anexo 9: Diagrama Eléctrico del Área de Yogurt, Queso y Agua Helada.

MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO CENTRALIZADO PARA CONTROLAR Y MONITOREAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHE, YOGURT Y QUESO EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MARCO'S

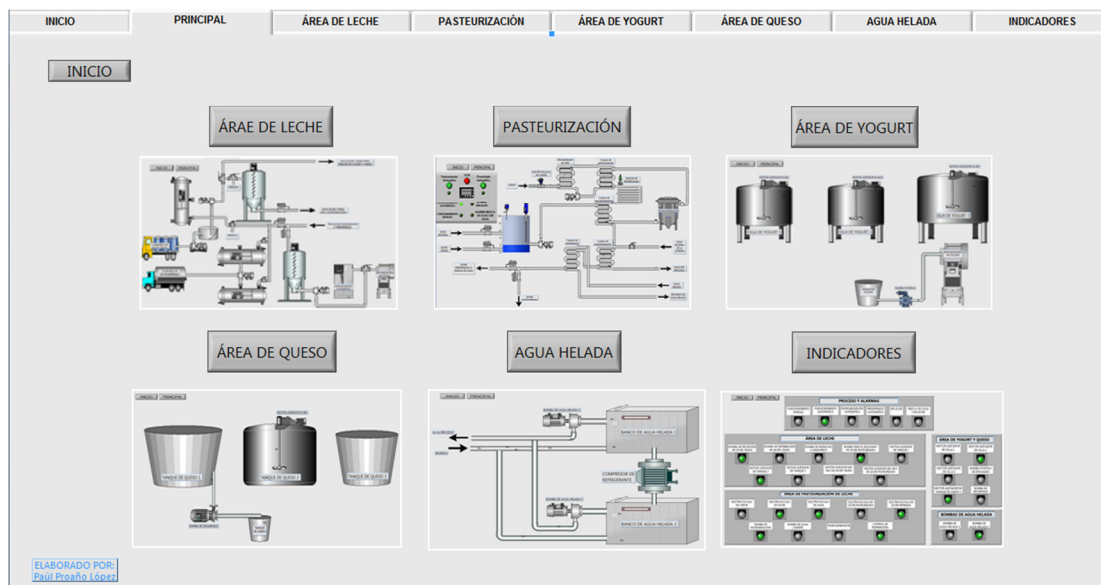


TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| NORMAS DE SEGURIDAD | 1 |
| SEGURIDAD GENERAL..... | 1 |
| SEGURIDAD ELÉCTRICA | 2 |
| IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS Y PARTES | 3 |
| Tablero Central de Control | 3 |
| Panel Frontal del Tablero Central de Control | 4 |
| Instrumentos y Equipos del Proceso de Pasteurización..... | 5 |
| FUNCIONAMIENTO | 6 |
| Etapa de Control | 6 |
| 1. Pasteurización automática..... | 6 |
| 2. Preenfriado Automático | 7 |
| 3. Control Manual | 8 |
| Etapa de Monitoreo..... | 8 |
| 1. Ingreso | 9 |
| 2. Selección de Pantallas..... | 10 |
| 3. Pantallas | 11 |

INTRODUCCIÓN

El sistema automático centralizado para controlar y monitorear el proceso de producción de leche, yogurt y queso; permitirá manejar automáticamente los procesos de preenfriado y pasteurización de leche. Además de tener la capacidad de funcionamiento manual de cada uno de los elementos que componen el pasteurizador.

El monitoreo de los procesos se lo podrá observar en la computadora central que se encuentra en las oficinas administrativas; este monitoreo permitirá visualizar el funcionamiento de cada uno de los equipos en las tres diferentes áreas de producción; tanto de leche, como de yogurt y queso.

NORMAS DE SEGURIDAD

Para prevenir todo riesgo y evitar cualquier tipo de accidente se deben tomar muy en cuenta las siguientes normas de seguridad:

SEGURIDAD GENERAL:



La seguridad es importante. No deje de informar acerca de cualquier anomalía durante la puesta en marcha o el funcionamiento de la máquina. Informe si:

- **OYE** golpes, compresiones, escapes de aire o cualquier otro ruido poco común.
- **HUELE** aislante quemado, metal caliente, goma quemada, aceite quemado, o gas natural.
- **SIENTE** cambios en el funcionamiento del equipo.

- **VE** problemas en las conexiones y los cables, en las conexiones hidráulicas o en otros equipos.
- **INFORME** sobre cualquier cosa que vea, sienta, huelga u oiga que pueda ser insegura o diferente de lo esperado.

SEGURIDAD ELÉCTRICA:



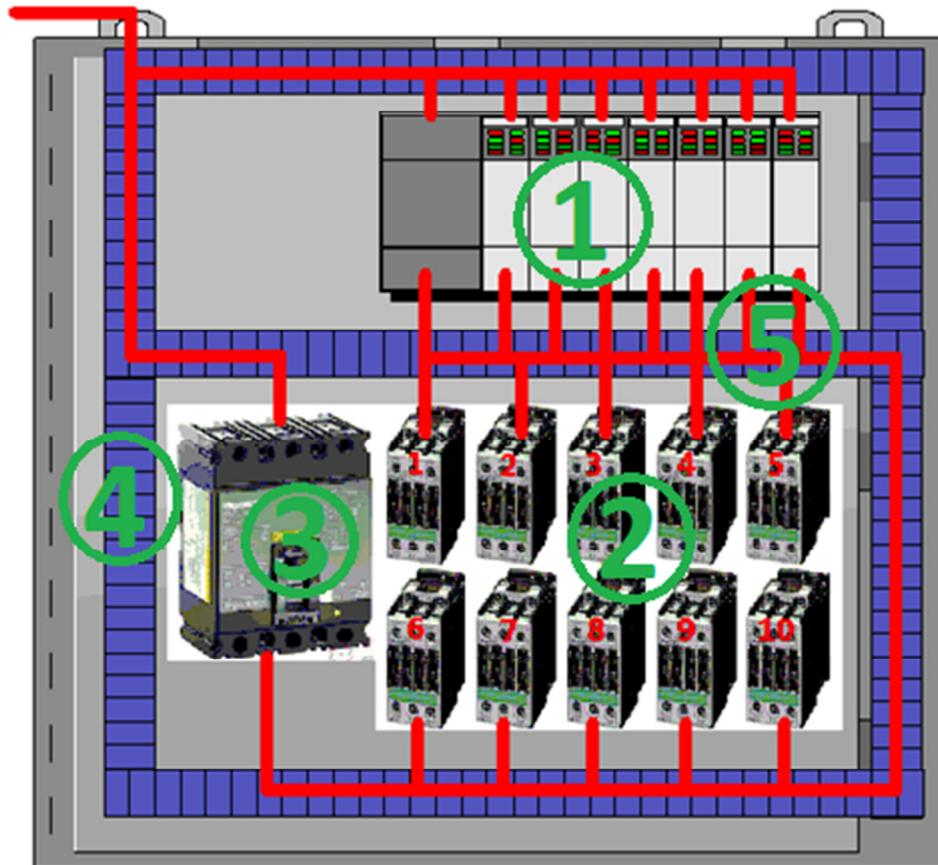
- Es necesario asegurarse que los cables de alimentación tengan una conexión adecuada a tierra. Es importante tener en cuenta que trabaja en un ambiente húmedo con instrumentos eléctricos.
- La conexión adecuada a tierra disminuye el peligro de recibir una descarga eléctrica.
- Inspeccione frecuentemente los cables de alimentación y la unidad para asegurarse de que no estén dañados. Los componentes que estén dañados deben ser reemplazados o reparados por un técnico especializado.
- No mueva los instrumentos eléctricos tirando de sus cables.

AVISO: Desconecte la máquina de la fuente de alimentación antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento o de calibración.

IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS Y PARTES

Este sistema de control automático centralizado cuenta de las siguientes partes, que se encuentra identificadas y detalladas en las siguientes figuras.

Tablero Central de Control:



1. PLC con sus respectivos módulos de ampliación.
2. Contactores que controlan y protegen los elementos actuadores.
3. Breaker general.
4. Canaletas plásticas para cubrir el cableado de conexión.
5. Cableado de conexión.

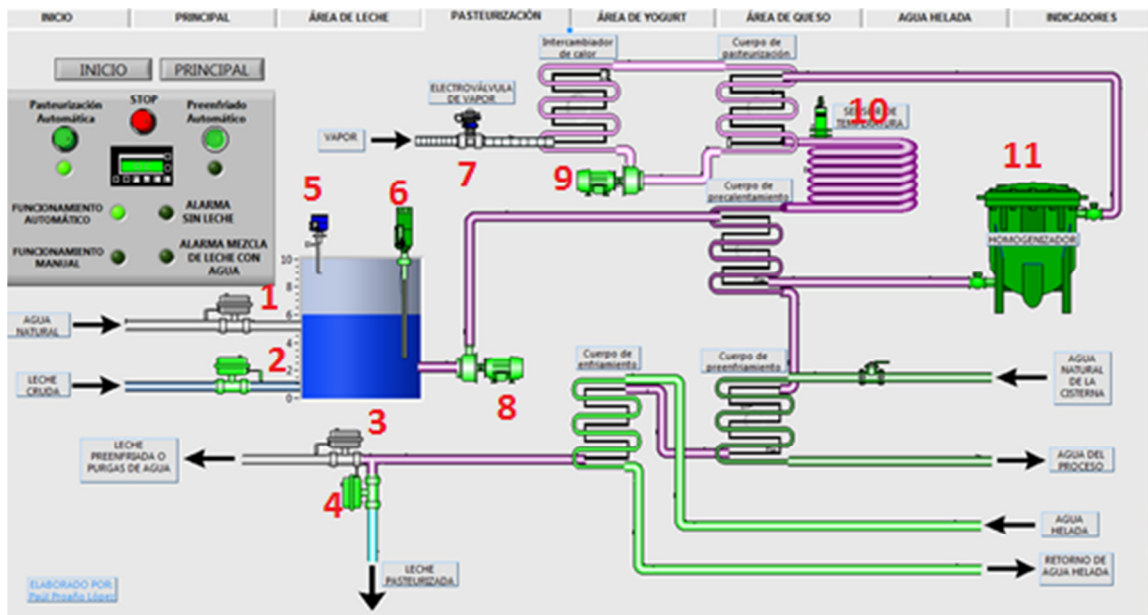
Panel Frontal del Tablero Central de Control:



1. Luz indicadora de funcionamiento automático.
2. Selector de funcionamiento manual-automático.
3. Luz indicadora de funcionamiento manual.
4. Luz indicadora de pasteurización automática.
5. Pulsador de inicio de pasteurización automática.
6. Controlador de temperatura.
7. Pulsador de paro de preenfriado o pasteurizado automático.
8. Luz indicadora de preenfriado automático.
9. Pulsador de inicio de preenfriado automático.
10. Luz indicadora de alarma sin leche.
11. Luz indicadora de alarma de mezcla de leche con agua.
12. Selector de funcionamiento manual de electroválvula de vapor.
13. Selector de funcionamiento manual de electroválvula de leche cruda.
14. Selector de funcionamiento manual de electroválvula de agua.
15. Selector de funcionamiento manual de electroválvula de leche pasteurizada.
16. Selector de funcionamiento manual de electroválvula de leche enfriada.
17. Selector de funcionamiento manual de bomba de pasteurización.

18. Selector de funcionamiento manual de bomba de agua caliente.
19. Selector de funcionamiento manual de bomba de agua helada 1.
20. Selector de funcionamiento manual de bomba de agua helada 2.
21. Selector de funcionamiento manual del homogenizador.

Instrumentos y Equipos del Proceso de Pasteurización:



1. Electroválvula de leche agua natural.
2. Electroválvula de leche cruda.
3. Electroválvula de leche preenfriada.
4. Electroválvula de leche pasteurizada.
5. Interruptor de nivel alto.
6. Interruptor de nivel bajo.
7. Electroválvula de vapor.
8. Bomba de pasteurización.
9. Bomba de agua caliente.
10. Sensor de temperatura.
11. Homogenizador.

FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de este sistema automático centralizado posee dos etapas de funcionamiento detalladas a continuación:

Etapas de Control:

En el funcionamiento del pasteurizador hay que tener en cuenta que existen tres procesos que este puede realizar:

1. Pasteurización Automática.
2. Preenfriado Automático.
3. Control manual.

1. Pasteurización automática:

Para realizar una pasteurización automática se deben seguir los siguientes pasos básicos.

- En el panel frontal del tablero central de control se debe poner el selector de funcionamiento de manual-automático en la posición de automático; encendiéndose así la luz indicadora que está en funcionamiento automático.
- Presionar el botón de pasteurización automática para que arranque este procesos; la luz indicadora de pasteurización automática se encenderá mientras este procesos se encuentre en funcionamiento.
- Para detener en procesos en cualquier momento, solo es necesario presionar el botón de STOP.

Notas:

- Tomar muy en cuenta que si la bomba de pasteurización se queda sin leche durante un lapso de 30 segundos se va activar la luz indicadora de

alarma sin leche, y si después de 10 segundos no es atendida esta alarma el proceso de pasteurización se detendrá automáticamente.

- Cuando el selector de funcionamiento manual-automático se encuentre en automático, los selectores de funcionamiento manual de los diferentes equipos no funcionaran.

2. Preenfriado Automático:

Para realizar un preenfriado automático se deben seguir los siguientes pasos básicos.

- En el panel frontal del tablero central de control se debe poner el selector de funcionamiento de manual-automático en la posición de automático; encendiéndose así la luz indicadora que está en funcionamiento automático.
- Presionar el botón de preenfriado automático para que arranque este procesos; la luz indicadora de preenfriado automático se encenderá mientras este procesos se encuentre en funcionamiento.
- Para detener en procesos en cualquier momento, solo es necesario presionar el botón de STOP.

Notas:

- Tomar muy en cuenta que si la bomba de pasteurización se queda sin leche durante un lapso de 30 segundos se va activar la luz indicadora de alarma sin leche, y si después de 10 segundos no es atendida esta alarma el proceso de pasteurización se detendrá automáticamente.
- Cuando el selector de funcionamiento manual-automático se encuentre en automático, los selectores de funcionamiento manual de los diferentes equipos no funcionaran.

3. Control Manual:

Para poder controlar manualmente cada una de los equipos, en caso de lavado o mantenimiento, se deben seguir los pasos siguientes:

- En el panel frontal del tablero central de control se debe poner el selector de funcionamiento de manual-automático en la posición de manual; encendiéndose así la luz indicadora que está en funcionamiento manual.
- Una vez en funcionamiento manual, se puede activar o desactivar cada uno de los equipos del pasteurizador de acuerdo a las necesidades que se tenga.

Notas:

- Tomar muy en cuenta que si se abre al mismo tiempo la electroválvula de agua natural y la de leche cruda se va encender la luz indicadora de alarma de mezcla de leche con agua, debiendo así ser atendida inmediatamente esta alarma para evitar contaminación del producto.
- Cuando el selector de funcionamiento manual-automático se encuentre en manual, los pulsadores de preenfriado y pasteurizado automático se desactivan.

Etapas de Monitoreo:

Para el monitoreo de los procesos de producción de leche, yogurt y queso; se debe correr el programa de Labview en la computadora de control central, previamente ya conectada y designada.

Una vez que el programa ya se encuentre corriendo y en funcionamiento hay que tener en cuenta los siguientes ítems para poder navegar y visualizar adecuadamente todos los procesos de producción.

1. Ingreso:

Para poder acceder a las pantallas de visualización de los procesos, se debe seleccionar el nombre de usuario y escribir su contraseña, luego presionar el botón INGRESAR.



Notas:

- Cada usuario tiene su respectiva contraseña, y de acuerdo al usuario que ingrese al sistema tendrá la posibilidad de controlar y monitorear los procesos o solo monitorearlos.
- Los operadores solo tendrán la posibilidad de monitorear el sistema, debido a que se les bloquearan los botones de control como se observa en la figura siguiente.

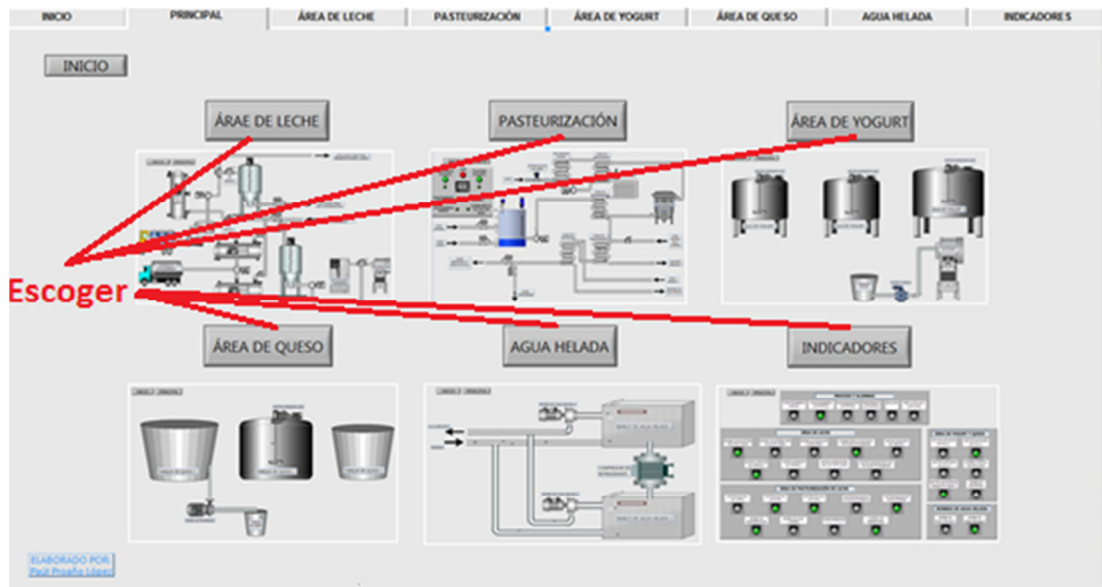


- El administrador tendrá la capacidad de controlar el sistema desde la interfaz HMI debido a que se le habilitaran los botones de control como se observa en la figura siguiente.

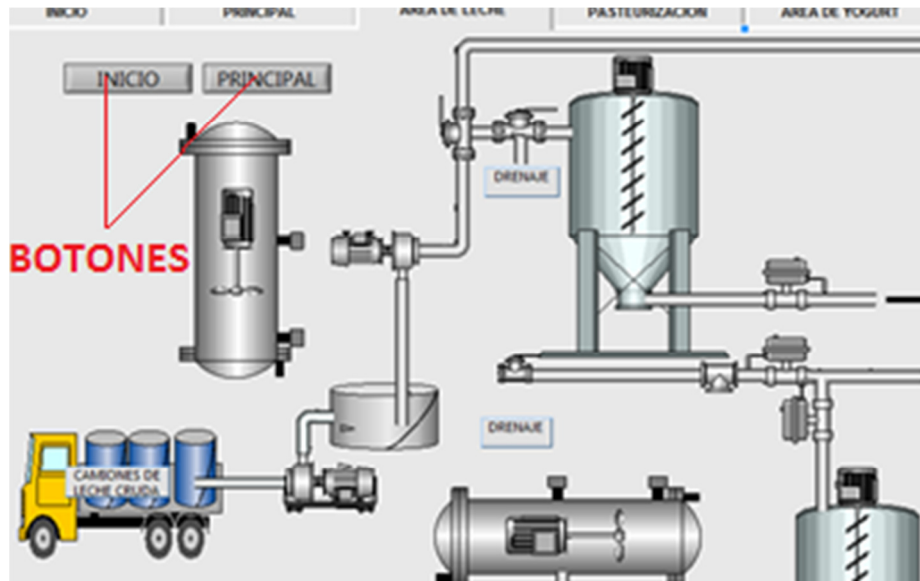


2. Selección de Pantallas:

Para poder seleccionar la pantalla que se desee monitorear, siempre hay que regresar a la PANTALLA PRINCIPAL y ahí escoger a la que se necesite visualizar.



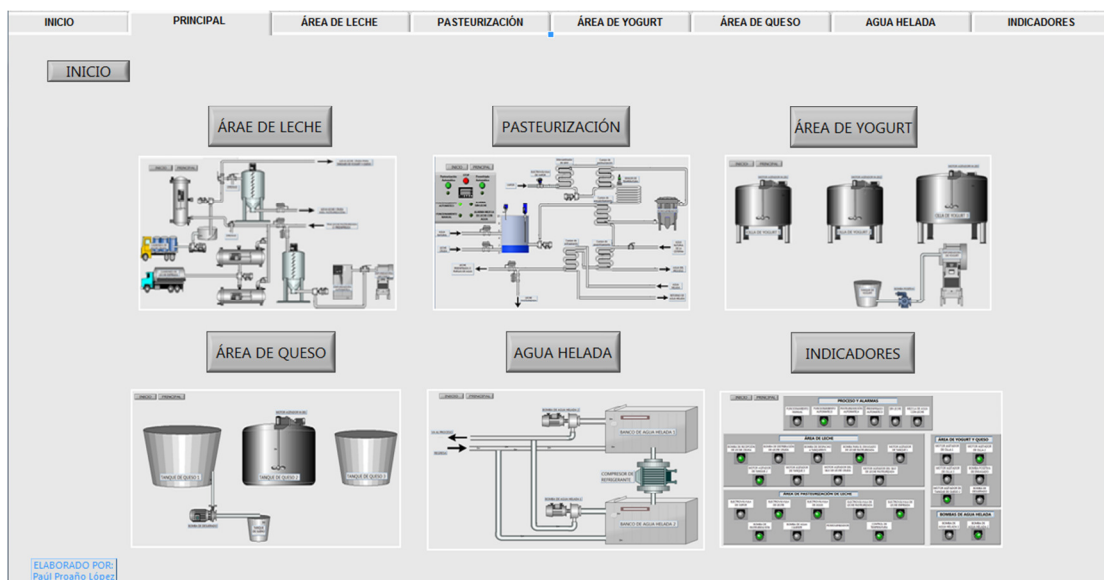
Cada pantalla posee un botón de INICIO, con el cual regresamos al panel de ingreso del sistema; y un botón de PRINCIPAL, con el cual regresamos al panel principal en la cual podemos seguir escogiendo la pantalla que queremos monitorear.



3. Pantallas:

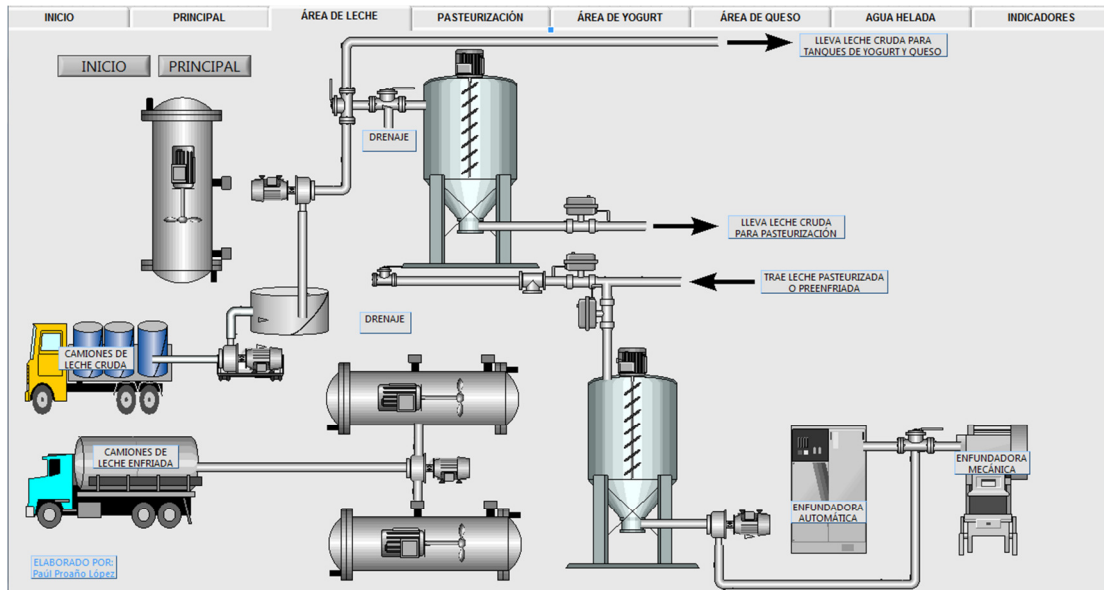
Este sistema automático centralizado posee las siguientes pantallas de monitoreo:

PANTALLA PRINCIPAL



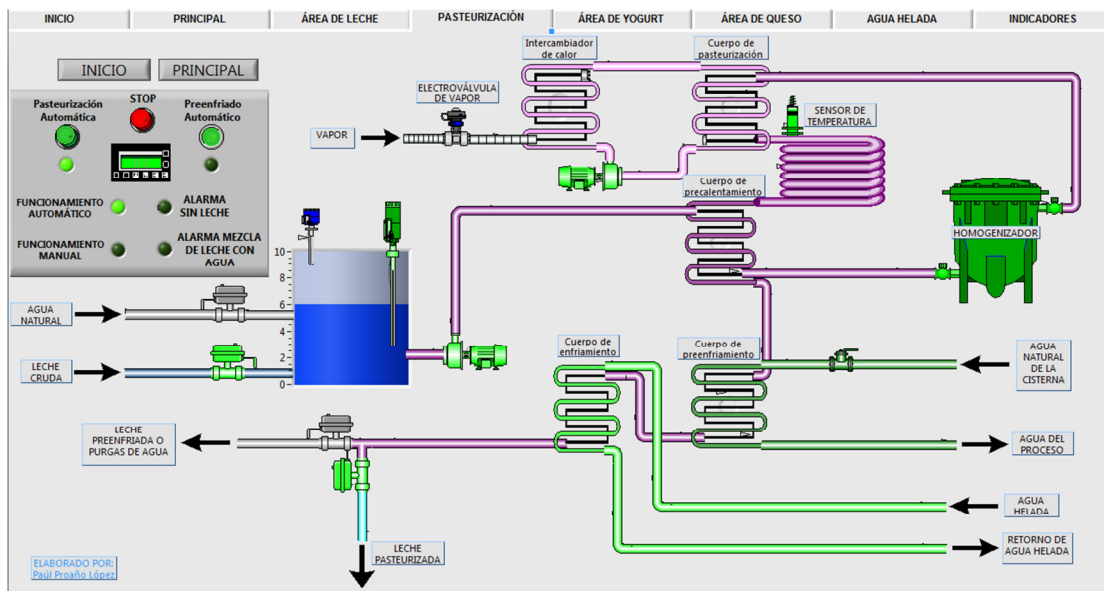
En esta pantalla seleccionamos el proceso a monitorear.

PANTALLA DE ÁREA DE LECHE



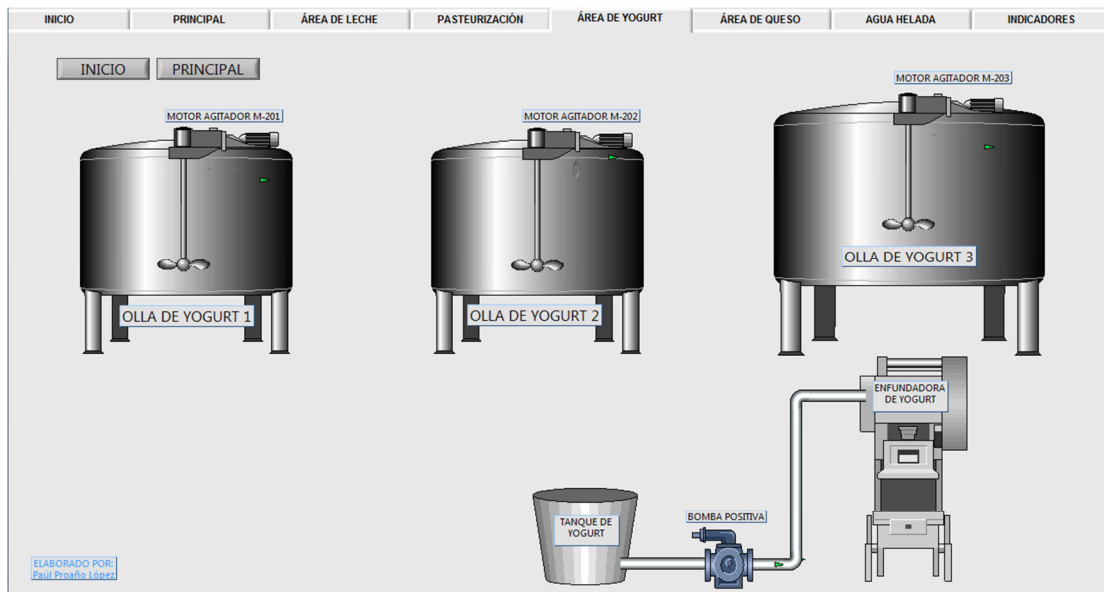
En esta pantalla monitoreamos las bombas y motoagitadores del área de leche.

PANTALLA DE PASTEURIZACIÓN



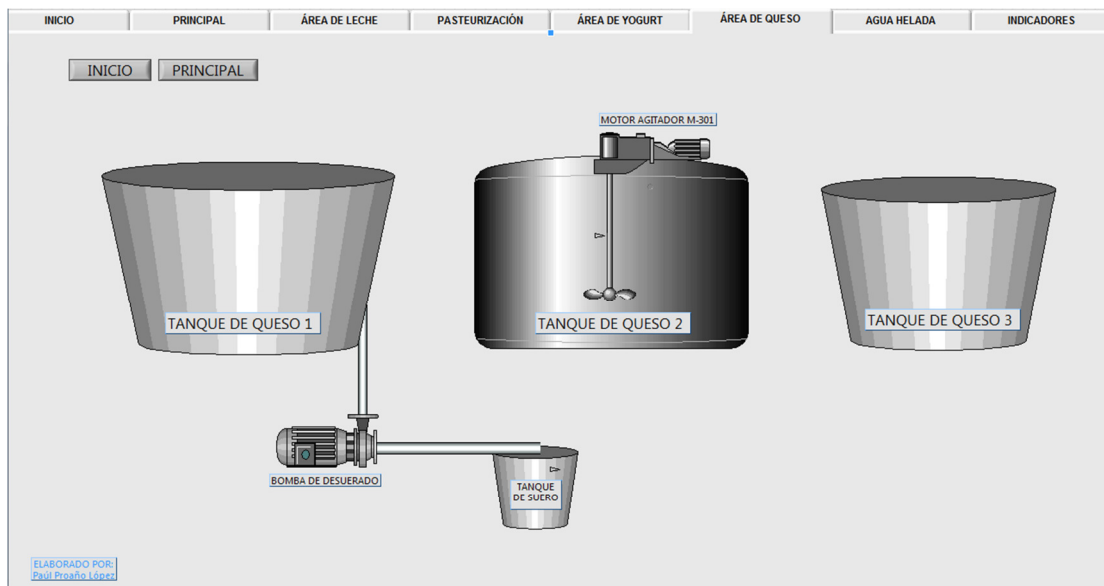
En esta pantalla se puede monitorear los procesos de pasteurización y preenfriado de leche, así como también se puede controlar estos procesos dependiendo del tipo de persona que haya ingresado al sistema.

PANTALLA DE ÁREA DE YOGURT



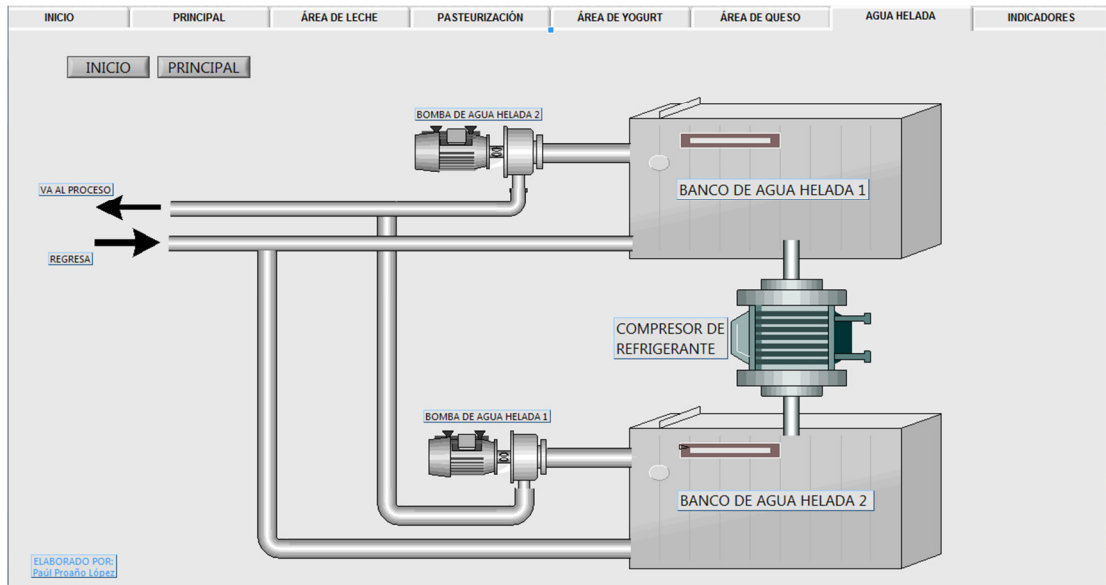
En esta pantalla se puede monitorear el funcionamiento de los motoagitadores de cada tanque de fermentación de yogurt.

PANTALLA DE ÁREA DE QUESO



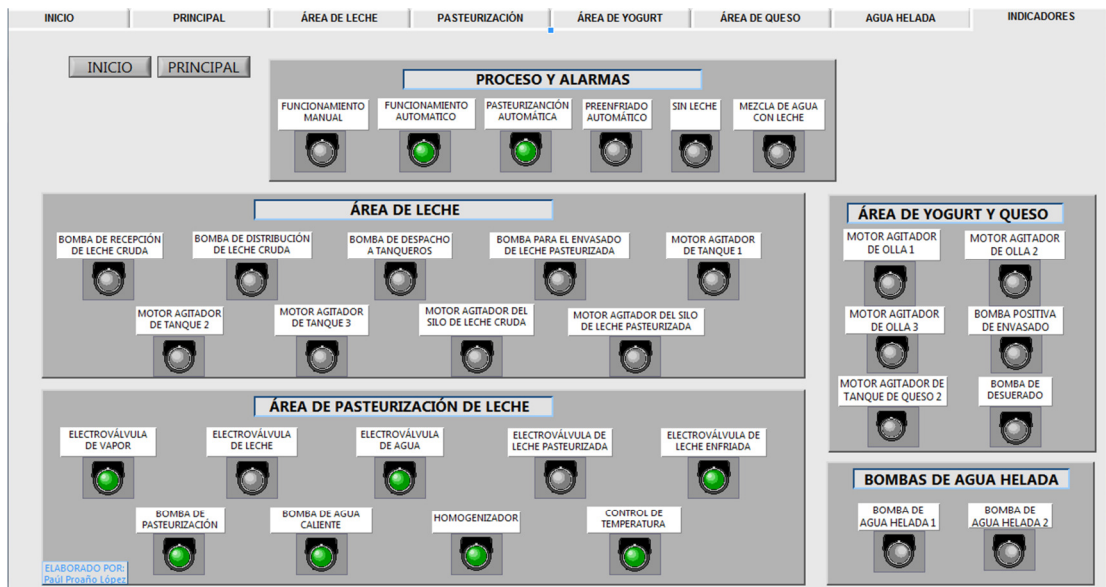
En esta pantalla se puede monitorear el funcionamiento del motoagitador del tanque de fermentación de queso y el funcionamiento de la bomba de desuerado.

PANTALLA DE ÁREA DE AGUA HELADA



En esta pantalla se puede observar la bomba de agua helada que se encuentre funcionando de acuerdo al proceso que se esté realizando.

PANTALLA DE INDICADORES



Con esta pantalla podemos monitorear el funcionamiento de los equipos que se encuentran involucrados en los procesos de producción de leche, yogurt y queso. Así como las distintas alarmas que se pueden presentar.