



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA**  
**LA ETAPA DE RIBERA-CURTIDO DE PIELES EN EL**  
**LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE LA FACULTAD DE**  
**CIENCIAS PECUARIAS”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:  
**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

**AUTORES: JARA MONCAYO FRANKLIN JAVIER**  
**GARCÉS QUINALOA EDITH ARACELLY**  
**TUTOR: ING. MARCO ANTONIO VITERI BARRERA**

**Riobamba – Ecuador**

**2017**

©2017, Franklin Javier Jara Moncayo & Edith Aracelly Garcés Quinaloa

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA ETAPA DE RIBERA-CURTIDO DE PIELES EN EL LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS., de responsabilidad del señor Franklin Javier Jara Moncayo y de la señorita Edith Aracelly Garcés Quinaloa, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

Ing. Washington Luna E.

**DECANO DE LA FIE** .....

Ing. Freddy Chávez V.

**DIRECTOR DE LA EIE-CRI** .....

Ing. Marco Viteri B.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN** .....

Ing. Franklin Moreno

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL** .....

Nosotros, Franklin Javier Jara Moncayo & Edith Aracelly Garcés Quinaloa, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, Junio 2017

---

Franklin Javier Jara Moncayo  
C. I. 060341010-1

---

Edith Aracelly Garcés Quinaloa  
C. I. 180479587-8

“Nosotros, Franklin Javier Jara Moncayo & Edith Aracelly Garcés Quinaloa, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

---

Franklin Javier Jara Moncayo

C.I. 060341010-1

---

Edith Aracelly Garcés Quinaloa

C. I. 180479587-8

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios, por darme la fortaleza para poder concluir esta etapa de mi vida, a mis padres Patricio e Inés, quienes me han apoyado en todo el trascurso de mi vida estudiantil dándome ánimos y fuerza para superarme cada día más, a mis hermanos Diego y Danilo, a mi tía Faby, por toda la ayuda brindada con sus consejos y a Tanya por ser mi compañera de vida y darme su apoyo incondicional en todo momento.

Franklin Javier.

El presente trabajo lo dedico de todo corazón a mi querido Dios por su inmensa bondad, a mi adorada madrecita quien ha sido ejemplo incondicional y mi motor para seguir adelante. A mi querido padre por su apoyo incondicional, a mi hermano y abuelitos quienes han sabido motivarme para que siga adelante, a mis tías maternas y primos por haberme brindado alegría en los momentos difíciles.

Edith Aracelly.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios, por darme valor para superarme en la vida y darme fuerzas para seguir adelante.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y en especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica por acogerme en sus aulas y laboratorios para poderme desarrollar como profesional y aportar con esto al desarrollo del país.

A mi director de tesis Ing. Marco Viteri y miembro del tribunal Ing. Franklin Moreno, por transmitirnos todos sus conocimientos en las aulas de clase como al final de nuestro ciclo académico compartiendo toda su experiencia para llevar a cabo el presente trabajo.

A mis padres Patricio e Inés, gracias por todo su apoyo y consejos sin ustedes no sería nadie en la vida.

Franklin Javier.

Agradezco a Dios ya que ha estado conmigo en todo momento, cuidándome y brindándome fortaleza para seguir adelante cumpliendo mis objetivos.

A mis amados padres Laurita y Marcelo por confiar en mí, brindarme su apoyo y amor incondicional.

A mis apreciados maestros Ing. Marco Viteri e Ing. Franklin Moreno por haber compartido los conocimientos necesarios y haber brindado buenos consejos durante la etapa final de formación académica.

Edith Aracelly.

## TABLA DE CONTENIDO

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| ÍNDICE DE FIGURAS.....      | xi    |
| ÍNDICE DE GRAFICOS.....     | xiv   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....       | xv    |
| ÍNDICE DE ABREVIATURAS..... | xvi   |
| RESUMEN.....                | xvii  |
| ABSTRACT.....               | xviii |
| INTRODUCCIÓN .....          | 1     |

### CAPITULO I

|                |                                                          |           |
|----------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>       | <b>MARCO TEÓRICO .....</b>                               | <b>6</b>  |
| <b>1.1</b>     | <b>La industria del cuero- tenerías .....</b>            | <b>6</b>  |
| <b>1.2</b>     | <b>Técnicas del cuero .....</b>                          | <b>6</b>  |
| <b>1.3</b>     | <b>Etapas del proceso Ribera-Curtido .....</b>           | <b>7</b>  |
| <i>1.3.1</i>   | <i>Ribera .....</i>                                      | <i>7</i>  |
| <i>1.3.1.1</i> | <i>Remojo .....</i>                                      | <i>7</i>  |
| <i>1.3.1.2</i> | <i>Pelambre .....</i>                                    | <i>8</i>  |
| <i>1.3.2</i>   | <i>Curtido .....</i>                                     | <i>8</i>  |
| <i>1.3.2.1</i> | <i>Desencalado .....</i>                                 | <i>8</i>  |
| <i>1.3.2.2</i> | <i>Purgado .....</i>                                     | <i>8</i>  |
| <i>1.3.2.3</i> | <i>Piquel.....</i>                                       | <i>9</i>  |
| <i>1.3.2.4</i> | <i>Curtido-Lavado.....</i>                               | <i>9</i>  |
| <b>1.4</b>     | <b>Bombo .....</b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>1.5</b>     | <b>Automatización industrial .....</b>                   | <b>9</b>  |
| <i>1.5.1</i>   | <i>Importancia de la automatización. ....</i>            | <i>10</i> |
| <i>1.5.2</i>   | <i>Esquema de un sistema de automatización. ....</i>     | <i>10</i> |
| <i>1.5.3</i>   | <i>Ventajas y desventajas de la automatización .....</i> | <i>10</i> |
| <b>1.6</b>     | <b>Caja de cambios .....</b>                             | <b>11</b> |
| <b>1.7</b>     | <b>Motor eléctrico .....</b>                             | <b>12</b> |
| <i>1.7.1</i>   | <i>Motor asíncrono o de inducción .....</i>              | <i>12</i> |
| <b>1.8</b>     | <b>Variador de frecuencia .....</b>                      | <b>13</b> |
| <i>1.8.1</i>   | <i>Funcionamiento .....</i>                              | <i>14</i> |
| <i>1.8.2</i>   | <i>Ventajas.....</i>                                     | <i>15</i> |
| <b>1.9</b>     | <b>Contactor electromagnético .....</b>                  | <b>17</b> |

|               |                                                                 |           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.9.1</b>  | <b>Funcionamiento</b> .....                                     | <b>17</b> |
| <b>1.9.2</b>  | <b>Composición de un contactor electromagnético</b> .....       | <b>18</b> |
| 1.9.2.1       | <i>El electroimán</i> .....                                     | 19        |
| 1.9.2.2       | <i>La bobina</i> .....                                          | 19        |
| 1.9.2.3       | <i>Los polos</i> .....                                          | 19        |
| 1.9.2.4       | <i>Los contactos auxiliares</i> .....                           | 20        |
| <b>1.10</b>   | <b>Interruptor termomagnético</b> .....                         | <b>20</b> |
| <b>1.11</b>   | <b>Tablero de control</b> .....                                 | <b>21</b> |
| <b>1.12</b>   | <b>Conductores eléctricos</b> .....                             | <b>22</b> |
| <b>1.12.1</b> | <b>Dimensionamiento de conductores eléctricos</b> .....         | <b>23</b> |
| <b>1.13</b>   | <b>Relé</b> .....                                               | <b>23</b> |
| <b>1.14</b>   | <b>Selector</b> .....                                           | <b>24</b> |
| <b>1.15</b>   | <b>Pulsador de paro de emergencia</b> .....                     | <b>25</b> |
| <b>1.15.1</b> | <b>Consideraciones del pulsador de paro de emergencia</b> ..... | <b>26</b> |
| <b>1.16</b>   | <b>Luz piloto</b> .....                                         | <b>26</b> |
| <b>1.17</b>   | <b>Fuente de alimentación</b> .....                             | <b>27</b> |
| <b>1.17.1</b> | <b>Funcionamiento</b> .....                                     | <b>27</b> |
| <b>1.17.2</b> | <b>Tipos de fuentes de alimentación</b> .....                   | <b>28</b> |
| 1.17.2.1      | <i>Fuente de alimentación no regulada</i> .....                 | 28        |
| 1.17.2.2      | <i>Fuente de alimentación regulada linealmente</i> .....        | 29        |
| 1.17.2.3      | <i>Fuente de alimentación conmutada en primario</i> .....       | 29        |
| 1.17.2.4      | <i>Fuente de alimentación conmutada en secundario</i> .....     | 29        |
| <b>1.18</b>   | <b>HMI (Interfaz Hombre Maquina)</b> .....                      | <b>29</b> |
| <b>1.19</b>   | <b>Comunicación serial</b> .....                                | <b>30</b> |
| <b>1.19.1</b> | <b>Protocolo modbus</b> .....                                   | <b>30</b> |
| 1.19.1.1      | <i>Cableado del bus RS-485</i> .....                            | 31        |
| <b>1.19.2</b> | <b>Modos de transmisión de modbus</b> .....                     | <b>31</b> |
| 1.19.2.1      | <i>Estructura del mensaje para modbus RTU</i> .....             | 31        |

## **CAPITULO II**

|            |                                                                                                      |           |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2</b>   | <b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....                                                                      | <b>33</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Estudio técnico de los procesos, funcionamiento y componentes de la estación de trabajo</b> ..... | <b>33</b> |
| 2.1.1      | <i>Procesos que se realizan en el bombo</i> .....                                                    | 33        |
| 2.1.2      | <i>Funcionamiento mecánico del bombo</i> .....                                                       | 35        |
| 2.1.3      | <i>Componentes</i> .....                                                                             | 35        |
| <b>2.2</b> | <b>Evaluación de la estación antigua de trabajo</b> .....                                            | <b>35</b> |

|         |                                                                                |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1   | <i>Evaluación del estado de la caja de cambios</i> .....                       | 36 |
| 2.2.2   | <i>Evaluación del estado del motor</i> .....                                   | 37 |
| 2.2.3   | <i>Evaluación del tablero de control</i> .....                                 | 38 |
| 2.2.4   | <i>Evaluación de la acometida eléctrica</i> .....                              | 38 |
| 2.3     | <b>Análisis y dimensionamiento eléctrico</b> .....                             | 39 |
| 2.3.1   | <i>Análisis de los equipos a usar</i> .....                                    | 39 |
| 2.3.2   | <i>Dimensionamiento de los equipos, protecciones y materiales</i> .....        | 40 |
| 2.3.2.1 | <i>Dimensionamiento del motor eléctrico</i> .....                              | 40 |
| 2.3.2.2 | <i>Dimensionamiento del variador de frecuencia</i> .....                       | 54 |
| 2.3.2.3 | <i>Dimensionamiento del contactor</i> .....                                    | 55 |
| 2.3.2.4 | <i>Dimensionamiento de conductores</i> .....                                   | 56 |
| 2.3.3   | <b>Diseño del sistema eléctrico</b> .....                                      | 59 |
| 2.3.3.1 | <i>Circuito de potencia</i> .....                                              | 60 |
| 2.3.3.2 | <i>Circuito de conexión del variador de frecuencia</i> .....                   | 61 |
| 2.3.3.3 | <i>Circuito de maniobra</i> .....                                              | 62 |
| 2.3.3.4 | <i>Circuito de conexión entre fuente de energía y pantalla HMI</i> . .....     | 63 |
| 2.3.3.5 | <i>Circuito de conexión entre HMI y variador de frecuencia</i> . .....         | 64 |
| 2.4     | <b>Implementación del sistema eléctrico</b> .....                              | 65 |
| 2.4.1   | <i>Instalación de la acometida trifásica</i> .....                             | 65 |
| 2.4.2   | <i>Montaje del tablero de control</i> .....                                    | 67 |
| 2.4.2.1 | <i>Diseño de la distribución de los equipos</i> .....                          | 67 |
| 2.4.2.2 | <i>Instalación de los equipos en el tablero</i> .....                          | 70 |
| 2.4.2.3 | <i>Cableado de los equipos y dispositivos</i> .....                            | 73 |
| 2.4.3   | <b>Instalación del tablero de control en el lugar de trabajo</b> .....         | 73 |
| 2.4.3.1 | <i>Fijación del tablero de control en la pared</i> .....                       | 74 |
| 2.4.3.2 | <i>Conexión de la acometida al tablero</i> .....                               | 74 |
| 2.5     | <b>Acondicionamiento mecánico</b> .....                                        | 75 |
| 2.5.1   | <i>Reemplazo de la caja de cambios</i> .....                                   | 75 |
| 2.5.2   | <i>Reemplazo del motor</i> .....                                               | 76 |
| 2.6     | <b>Modelo de programación para el control del variador de frecuencia</b> ..... | 77 |
| 2.7     | <b>Implementación de la comunicación modbus</b> .....                          | 78 |
| 2.7.1   | <i>Configuración de la pantalla HMI</i> .....                                  | 79 |
| 2.7.1.1 | <i>Configuración del software</i> .....                                        | 79 |
| 2.7.1.2 | <i>Creación de Dispositivos esclavos</i> .....                                 | 81 |
| 2.7.1.3 | <i>Crear data ítems</i> .....                                                  | 82 |
| 2.7.2   | <i>Configuración del variador de frecuencia</i> .....                          | 85 |
| 2.8     | <b>Desarrollo de la interfaz hombre maquina (HMI)</b> .....                    | 89 |

|         |                                                                       |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.8.1   | <i>Diseño de la interfaz grafica</i> .....                            | 89 |
| 2.8.2   | <i>Selección de colores para la interfaz gráfica</i> .....            | 91 |
| 2.8.3   | <i>Creación de pantallas</i> .....                                    | 92 |
| 2.8.3.1 | <i>Pantalla principal</i> .....                                       | 92 |
| 2.8.3.2 | <i>Pantallas del modo manual</i> .....                                | 93 |
| 2.8.3.3 | <i>Pantallas del modo automático</i> .....                            | 95 |
| 2.8.4   | <i>Programación de la interfaz hombre maquina (HMI)</i> .....         | 96 |
| 2.8.5   | <i>Ejemplo de programación del botón START del temporizador</i> ..... | 98 |

### CAPITULO III

|       |                                                                                      |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3     | <b>MARCO DE RESULTADOS Y ANÁLISIS</b> .....                                          | 105 |
| 3.1   | <b>Análisis de la estación actual de trabajo</b> .....                               | 105 |
| 3.1.1 | <i>Análisis de la instalación del sistema mecánico</i> .....                         | 105 |
| 3.1.2 | <i>Análisis de la instalación del sistema eléctrico</i> .....                        | 106 |
| 3.1.3 | <i>Análisis de la instalación del sistema electrónico</i> .....                      | 106 |
| 3.2   | <b>Comparación entre sistema antiguo y sistema actual</b> .....                      | 106 |
| 3.3   | <b>Censo de la carga del sistema antiguo</b> .....                                   | 108 |
| 3.4   | <b>Censo de cargas eléctricas del nuevo sistema</b> .....                            | 109 |
| 3.4.1 | <i>Censo de corriente eléctrica del motor sin carga</i> .....                        | 109 |
| 3.4.2 | <i>Censo de corriente eléctrica de la red trifásica sin carga</i> .....              | 111 |
| 3.4.3 | <i>Censo de corriente eléctrica del motor con carga de 60 Kg</i> .....               | 113 |
| 3.4.4 | <i>Censo de corriente eléctrica de la red trifásica con carga de 60Kg</i> .....      | 115 |
| 3.5   | <b>Resumen del censo de cargas de los sistemas</b> .....                             | 116 |
| 3.6   | <b>Consumo energético del sistema</b> .....                                          | 117 |
| 3.7   | <b>Resultados de los tiempos medidos en el proceso</b> .....                         | 119 |
| 3.8   | <b>Resultado del estado final de pieles antes y después de la implementación</b> ... | 125 |
|       | <b>CONCLUSIONES</b> .....                                                            | 127 |
|       | <b>RECOMENDACIONES</b> .....                                                         | 128 |
|       | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                                                  |     |
|       | <b>ANEXOS</b>                                                                        |     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1-1:</b> Flujograma de curtiembre. ....                                         | 7  |
| <b>Figura 2-1:</b> Esquema de un sistema automatizado. ....                               | 10 |
| <b>Figura 3-1:</b> Sección de una caja de cambios de tres ejes. ....                      | 11 |
| <b>Figura 4-1:</b> Sección de un motor eléctrico. ....                                    | 13 |
| <b>Figura 5-1:</b> Variador de frecuencia. ....                                           | 14 |
| <b>Figura 6-1:</b> Etapas de un variador de frecuencia. ....                              | 15 |
| <b>Figura 7-1:</b> Señal PWM. ....                                                        | 15 |
| <b>Figura 8-1:</b> Contactor electromagnético. ....                                       | 17 |
| <b>Figura 9-1:</b> Partes de un contactor electromagnético. ....                          | 18 |
| <b>Figura 10-1:</b> Partes de un interruptor termomagnético. ....                         | 21 |
| <b>Figura 11-1:</b> Tableros de control. ....                                             | 22 |
| <b>Figura 12-1:</b> Partes de un conductor eléctrico. ....                                | 22 |
| <b>Figura 13-1:</b> Estructura del relé. ....                                             | 24 |
| <b>Figura 14-1:</b> Partes constitutivas de un relé. ....                                 | 24 |
| <b>Figura 15-1:</b> Selector eléctrico tipo manecilla palanca. ....                       | 25 |
| <b>Figura 16-1:</b> Pulzador de paro de emergencia . ....                                 | 25 |
| <b>Figura 17-1:</b> Luz piloto. ....                                                      | 26 |
| <b>Figura 18-1:</b> Etapas de una fuente de alimentación. ....                            | 27 |
| <b>Figura 19-1:</b> Tipos de fuentes de alimentación. ....                                | 28 |
| <b>Figura 20-1:</b> Pantalla HMI. ....                                                    | 30 |
| <b>Figura 21-1:</b> Estructura de los mensajes para modbus RTU. ....                      | 32 |
| <br>                                                                                      |    |
| <b>Figura 1-2:</b> Bombo etapa Ribera –Curtido Facultad de Ciencias Pecuarias-Espoch .... | 36 |
| <b>Figura 2-2:</b> Caja de cambios fundida. ....                                          | 37 |
| <b>Figura 3-2:</b> Motor deteriorado. ....                                                | 37 |
| <b>Figura 4-2:</b> Tablero de control en malas condiciones. ....                          | 38 |
| <b>Figura 5-2:</b> Acometida eléctrica. ....                                              | 39 |
| <b>Figura 6-2:</b> Cilindro que conforma el bombo. ....                                   | 42 |
| <b>Figura 7-2:</b> Tapas laterales del bombo . ....                                       | 44 |
| <b>Figura 8-2:</b> Aspa lateral del bombo . ....                                          | 46 |
| <b>Figura 9-2:</b> Polea lateral del bombo . ....                                         | 47 |
| <b>Figura 10-2:</b> Sistema de poleas caja y motor . ....                                 | 52 |
| <b>Figura 11-2:</b> Especificaciones del motor eléctrico M2QA90S4A. ....                  | 54 |

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 12-2:</b> Características del contactor eléctrico. ....                                     | 56 |
| <b>Figura 13-2:</b> Tabla para la selección del calibre del conductor. ....                           | 58 |
| <b>Figura 14-2:</b> Diagrama de conexión del circuito de potencia. ....                               | 60 |
| <b>Figura 15-2:</b> Diagrama del circuito de conexión del variador de frecuencia. ....                | 61 |
| <b>Figura 16-2:</b> Diagrama de conexión del circuito de maniobra. ....                               | 62 |
| <b>Figura 17-2:</b> Diagrama del circuito de conexión entre la fuente de energía y pantalla HMI. .... | 63 |
| <b>Figura 18-2:</b> Diagrama del circuito de conexión entre HMI y variador de frecuencia. ....        | 64 |
| <b>Figura 19-2:</b> Lugar donde se encuentra la red trifásica. ....                                   | 65 |
| <b>Figura 20-2:</b> Instalación de la acometida trifásica. ....                                       | 66 |
| <b>Figura 21-2:</b> Instalación del neutro al tablero de control. ....                                | 67 |
| <b>Figura 22-2:</b> Diseño de la posición de la canaleta ranurada. ....                               | 68 |
| <b>Figura 23-2:</b> Diseño de la posición de rieles DIN. ....                                         | 68 |
| <b>Figura 24-2:</b> Diseño de la posición de los equipos internos. ....                               | 69 |
| <b>Figura 25-2:</b> Diseño de la posición de los equipos. ....                                        | 70 |
| <b>Figura 26-2:</b> Instalación de la canaleta ranurada. ....                                         | 71 |
| <b>Figura 27-2:</b> Posicionamiento de los equipos. ....                                              | 72 |
| <b>Figura 28-2:</b> Instalación de los dispositivos de mando y visualización. ....                    | 72 |
| <b>Figura 29-2:</b> Cableado del tablero de control. ....                                             | 73 |
| <b>Figura 30-2:</b> Fijación del tablero de control. ....                                             | 74 |
| <b>Figura 31-2:</b> Conexión de la acometida trifásica. ....                                          | 75 |
| <b>Figura 32-2:</b> Reemplazo de la caja de cambios. ....                                             | 76 |
| <b>Figura 33-2:</b> Instalación del motor trifásico de 2Hp. ....                                      | 76 |
| <b>Figura 34-2:</b> Instalación eléctrica del tablero de control hacia el motor. ....                 | 77 |
| <b>Figura 35-2:</b> Modelo para el control del variador de frecuencia. ....                           | 78 |
| <b>Figura 36-2:</b> Creación de un nuevo proyecto. ....                                               | 79 |
| <b>Figura 37-2:</b> Creación de la conexión OPC server. ....                                          | 80 |
| <b>Figura 38-2:</b> Creación del puerto de comunicación. ....                                         | 80 |
| <b>Figura 39-2:</b> Configuración del puerto. ....                                                    | 81 |
| <b>Figura 40-2:</b> Creación de un nuevo dispositivo. ....                                            | 81 |
| <b>Figura 41-2:</b> Configuración del dispositivo. ....                                               | 82 |
| <b>Figura 42-2:</b> Creación de un data ítem. ....                                                    | 82 |
| <b>Figura 43-2:</b> Configuración del data ítem: COMANFUN_0X0006. ....                                | 83 |
| <b>Figura 44-2:</b> Configuración del data ítem: REF_FRECU. ....                                      | 84 |
| <b>Figura 45-2:</b> Configuración del data ítem: paro_emergencia. ....                                | 84 |
| <b>Figura 46-2:</b> Etiquetas creadas por los data ítems. ....                                        | 85 |
| <b>Figura 47-2:</b> Grupo de parámetro variador de frecuencia LS IG5A. ....                           | 85 |
| <b>Figura 48-2:</b> Diagrama de terminales IG5A. ....                                                 | 86 |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 49-2:</b> Modo de accionamiento para comunicación RS485 .....                 | 87  |
| <b>Figura 50-2:</b> Definición de frecuencia para comunicación RS485. ....              | 88  |
| <b>Figura 51-2:</b> Mapa general de pantallas a usarse en la etapa Ribera-Curtido. .... | 89  |
| <b>Figura 52-2:</b> Diseño de la pantalla principal. ....                               | 90  |
| <b>Figura 53-2:</b> Diseño de la pantalla secundaria y navegadores. ....                | 90  |
| <b>Figura 54-2:</b> Diseño de la pantalla del modo temporizador.....                    | 90  |
| <b>Figura 55-2:</b> Diseño de pantalla selección de recetas. ....                       | 91  |
| <b>Figura 56-2:</b> Diseño de pantallas para la ejecución de recetas. ....              | 91  |
| <b>Figura 57-2:</b> Pantalla principal del sistema. ....                                | 92  |
| <b>Figura 58-2:</b> Pantalla modo manual. ....                                          | 93  |
| <b>Figura 59-2:</b> Pantalla del temporizador. ....                                     | 94  |
| <b>Figura 60-2:</b> Pantalla del ciclo repetitivo .....                                 | 94  |
| <b>Figura 61-2:</b> Pantalla de recetas modo automático.....                            | 95  |
| <b>Figura 62-2:</b> Pantalla de la receta ovino cromo.....                              | 96  |
| <b>Figura 63-2:</b> Pantalla paro de emergencia. ....                                   | 96  |
| <b>Figura 64-2:</b> Funciones creadas para la programación de la HMI. ....              | 97  |
| <b>Figura 65-2:</b> Planificadores creados para la programación de la HMI.....          | 98  |
| <b>Figura 66-2:</b> Creación botón START.....                                           | 98  |
| <b>Figura 67-2:</b> Configuración del botón START.....                                  | 99  |
| <b>Figura 68-2:</b> Creación de etiquetas.....                                          | 99  |
| <b>Figura 69-2:</b> Creación de las funciones.....                                      | 101 |
| <b>Figura 70-2:</b> Creación del planificador (Scheduler).....                          | 103 |
| <b>Figura 71-2:</b> Asignación de la función al planificador.....                       | 103 |
| <b>Figura 72-2:</b> Asignación de funciones al botón START.....                         | 104 |
| <br>                                                                                    |     |
| <b>Figura 1-3:</b> Piel Wet Blue-Cromo con el sistema antiguo. ....                     | 125 |
| <b>Figura 2-3:</b> Piel Wet Blue-Cromo con el sistema actual. ....                      | 126 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gráfico 1-3:</b> Curva de corriente de red en arranque directo con carga de 60Kg. ....    | 109 |
| <b>Gráfico 2-3:</b> Curva de la corriente del motor sin carga.....                           | 111 |
| <b>Gráfico 3-3:</b> Curva de la corriente eléctrica de la red trifásica sin carga. ....      | 113 |
| <b>Gráfico 4-3:</b> Curva de la corriente eléctrica del motor con carga de 60Kg.....         | 114 |
| <b>Gráfico 5-3:</b> Curva de corriente eléctrica de la red trifásica con carga de 60Kg.....  | 116 |
| <b>Gráfico 6-3:</b> Diagrama de barras de los tiempos medidos en el sistema anterior.....    | 121 |
| <b>Gráfico 7-3:</b> Diagrama de barras de los tiempos medidos usando el sistema actual. .... | 123 |
| <b>Gráfico 8-3:</b> Comparación entre el sistema anterior y el sistema actual. ....          | 123 |
| <b>Gráfico 9-3:</b> Tiempo sistema antiguo vs sistema actual. ....                           | 124 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 1-1:</b> Tipos de cajas de cambios.....                                             | 12  |
| <b>Tabla 1-2:</b> Procesos para la curtición de pieles ovinas .....                          | 34  |
| <b>Tabla 2-2:</b> Procesos para la curtición de pieles caprinas .....                        | 34  |
| <b>Tabla 3-2:</b> Procesos para la curtición de pieles bobinas. ....                         | 34  |
| <b>Tabla 4-2:</b> Codificación de los variadores de frecuencia LSiG5A.....                   | 55  |
| <b>Tabla 5-2:</b> Corrientes de entrada de distintos elementos .....                         | 57  |
| <b>Tabla 6-2:</b> Etiquetas usadas para programar el botón START.....                        | 100 |
| <b>Tabla 1-3:</b> Cuadro comparativo entre el sistema antiguo y sistema actual .....         | 107 |
| <b>Tabla 2-3:</b> Censo de corriente de la red del sistema antiguo.....                      | 108 |
| <b>Tabla 3-3:</b> Censo de corriente del motor sin carga .....                               | 110 |
| <b>Tabla 4-3:</b> Censo de corriente de la red trifásica sin carga .....                     | 112 |
| <b>Tabla 5-3:</b> Censo de corriente eléctrica del motor con carga .....                     | 113 |
| <b>Tabla 6-3 :</b> Censo de corriente eléctrica de la red trifásica con carga de 60Kg .....  | 115 |
| <b>Tabla 7-3:</b> Resumen de corrientes eléctricas del sistema antiguo y sistema actual..... | 116 |
| <b>Tabla 8-3:</b> Tiempos medidos con el sistema anterior .....                              | 120 |
| <b>Tabla 9-3:</b> Tiempos medidos con el sistema actual .....                                | 122 |
| <b>Tabla 10-3:</b> Porcentaje del tiempo reducido en el proceso de ribera-curtido. ....      | 124 |

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

|        |                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------|
| A      | Amperios                                                   |
| AC     | Corriente Alterna                                          |
| ASCII  | Sistema de Codificación de Caracteres Alfanuméricos        |
| AWG    | American Wire Gauge                                        |
| CRC    | Cycling Redundancy Check                                   |
| DC     | Corriente Directa                                          |
| ESPOCH | Escuela Superior Politécnica De Chimborazo                 |
| FCP    | Facultad de Ciencia Pecuarias                              |
| GND    | Tierra                                                     |
| HMI    | Interfaz humano máquina.                                   |
| HP     | Horse Power                                                |
| Hz     | Hertz                                                      |
| I/O    | Entrada/Salida                                             |
| IEC    | International Electrotechnical Commission                  |
| IGBT   | Insulated Gate Bipolar Transistor                          |
| Kg     | Kilogramo                                                  |
| KW     | Kilovatio                                                  |
| NA     | Contactos Instantáneos de Cierre                           |
| NC     | Contactos Instantáneos de Apertura                         |
| P      | Potencia                                                   |
| PC     | Computadora Personal                                       |
| PID    | Proporcional Integrativo Derivativo                        |
| PLC    | Controlador Programable Lógico                             |
| PWM    | Modulación por Ancho de Pulso                              |
| RPM    | Revoluciones por minuto                                    |
| RS232  | Estándar Recomendado 232                                   |
| RS485  | Estándar de Comunicación Serial 485                        |
| RTU    | Remote Terminal Unit Unidad de Terminal Remota             |
| SCADA  | Supervisory Control and Data Acquisition                   |
| SCR    | Rectificador Controlado de Silicio                         |
| TCP/IP | Protocolo de Control de Transmisión/ protocolo de Internet |
| V      | Voltaje                                                    |
| VDC    | Voltaje de corriente directa                               |
| W      | Vatio                                                      |

## RESUMEN

Se implementó un sistema automatizado para la etapa de Ribera-Curtido de pieles en el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Se analizaron los procesos que se realizan en la etapa de Ribera-Curtido, tomando en consideración las necesidades de los usuarios, debido a que el sistema se encontraba con varias falencias dando como resultado el deterioro de los equipos por el mal uso, produciendo pérdidas económicas y accidentes laborales. Para la automatización del sistema se evaluó el estado y funcionamiento de los equipos usados en la etapa. Se realizó el análisis, dimensionamiento y elección de nuevos equipos a utilizarse, se diseñó planos para el montaje de los equipos en el gabinete de control y esquemas eléctricos. Para el manejo de la velocidad se instaló un variador de frecuencia para establecer nuevas velocidades y se adaptó una interfaz hombre máquina (HMI) con un protocolo de comunicación modbus entre el HMI y el variador de frecuencia para el control, monitoreo y visualización de los procesos en donde el usuario contará con dos opciones para realizar el curtido de pieles, la primera es la opción manual; en la cual se podrá programar el tiempo y escoger las rpm que necesite en caso de que sean pieles o recetas que antes no se hayan trabajado en el laboratorio y la otra opción es la automática donde se pueden escoger las recetas con las que trabajan comúnmente en el laboratorio. Se realizó un censo comparativo de cargas antes y después de la automatización obteniendo una eficiencia energética del 36% con el nuevo sistema implementado. Gracias a la implementación del variador de frecuencia se eliminaron por completo los picos de corriente del sistema anterior y también se redujo un 9.8% del tiempo total que requiere el proceso. Se recomienda usar los manuales para la manipulación correcta del sistema y para su mantenimiento adecuado.

**PALABRAS CLAVE:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TECNOLOGÍA DEL CONTROL AUTOMÁTICO>, <SISTEMA AUTOMATIZADO>, <ETAPA RIBERA-CURTIDO DE PIELES>, <INTERFAZ HOMBRE MAQUINA (HMI)>, <MODBUS (PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN)>, <VARIADOR DE FRECUENCIA>, <MOTOR TRIFÁSICO>.

## **ABSTRACT**

An automatized system was implemented for the stage of Beamhouse-Tanning of leathers in the tannery lab of the College of Animal Sciences. The processes that are made in the stage of Beamhouse –Tanning were analyzed, taking into account the needs of the users, due to the system was found with some shortfalls giving as a result the damage of the equipment because of misuse that produce pecuniary loss and work accidents. For the automatization of the system, the state and functioning of the equipment used in the stage. The analysis, dimensioning and election of the new equipment to be used were made, the outlines for the mounting of the equipment in the control cabinet, and the electric scheme were designed. For the handling speed, a frequency shifter was installed to establish new speeds and a Man Machine Interface (MMI) with a protocol of communication Modbus between the MMI and the frequency shifter for the controlling, tracking and visualization of the processes where the user will account with 2 options to make the leather tanning: the first is the manual option, in which the time will be able to be programmed and choose the rpm (revolution per minute) that needs in case of being leathers or recipes that have not been worked in the lab previously, and the other option is the automatic, where the recipes can be chosen with which the lab works commonly. A comparative census of charges before and after the automatization was made getting as result an energetic efficiency of 36% with the new implemented system. Thanks to the implementing of the frequency shifter, the current peaks of the previous system were dropped absolutely and the total time that requires the process was reduced in a 9.8%. It is recommended to use the manuals for a correct handling of the system and for its adequate maintenance.

**KEY WORDS:** <Technology and Engineering Sciences>, <Automatic Control Technology>, <Automatized System>, <Stage Beamhouse-Tanning of Leathers>, <Man Machine Interface (MMI)>, <Modbus (Communication Protocol)>, <Frequency Shifter>, <Three-Phase Motor>.

# **INTRODUCCIÓN**

## **Antecedentes**

En nuestro país, la industria ha evolucionado conjuntamente con los avances que se dan a nivel mundial, es así que la mayoría de empresas industriales, se encuentran automatizadas, las cuales obtienen su producto final a través de procesos en línea. Debido al cambio técnico de la matriz productiva se ha adaptado la tecnología a las características de la materia prima nacional, para satisfacer las necesidades del cliente.

En consecuencia a la gran demanda de productos y un bajo nivel tecnológico en la industria, se producen pérdidas tanto en recursos como en el tiempo de producción, esto ha conllevado a optar por solucionar este problema con la optimización de procesos, imponiéndose como solución y recurso viable la automatización de la industria.

Los procesos que se realizan en tenerías son innumerables en cuanto a la curtición de pieles ya que existen diferentes técnicas para la obtención del producto final. Es por ello que ciertas empresas han optado por automatizar sus procesos, para estar a la altura de los requerimientos del mercado, lo cual permitirá ofrecer un producto de calidad en menor tiempo.

La manufactura del cuero a nivel de las provincias céntricas del Ecuador es una de las más importantes, centrándose la producción en la provincia de Tungurahua, conjuntamente con la provincia de Chimborazo en menor escala, dichamente en el cantón Guano perteneciente a la provincia de Chimborazo, existen curtiembres para la elaboración de pieles las cuales en los últimos años han renovado en gran parte de la maquinaria existente para optimizar sus procesos.

En la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo se encuentra un laboratorio de curtiembre en el cual se realizan todas las etapas de curtición de pieles para la obtención del producto final el cuero. El proceso empieza con la obtención de las pieles provenientes de camales las cuales son tratadas previamente para la siguiente etapa Ribera-Curtido, la cual es una curtición realizada en cilindros giratorios denominados bombos o fulones

La etapa Ribera-Curtido tiene como finalidad después de una serie de procesos la obtención del cuero denominado Wet Blue, esta etapa se la realiza en un bombo que posee una capacidad de 60

kg, en la cual se producen fallas ocasionadas por; el control manual del proceso, la utilización de dispositivos inadecuados y fallas en los equipos.

En varias ocasiones se han realizado paradas forzadas debido al mal uso de la maquinaria, accidentes tanto humanos como de producción con lo cual existe pérdida de materia prima y tiempo de producción. Esto ha conllevado a solucionar el problema de funcionamiento de la etapa Ribera-Curtido con la implementación de un sistema automatizado para el mejoramiento de la misma.

### **Formulación del problema**

¿Ayudará la automatización a la etapa de Ribera-Curtido de las pieles?

### **Sistematización del problema**

¿En qué medida se minimizará el tiempo de ribera y curtido de la materia prima?

¿En qué porcentaje se optimizará los procesos de ribera y curtido de pieles?

¿Cómo efectuar el control y monitoreo de los procesos desde una interfaz de visualización?

¿Cuál es el mayor beneficio para estudiantes y docentes de la Facultad de Ciencias Pecuarias?

## **Justificación**

### **Justificación Teórica**

En el Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencia Pecuarias, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la ciudad de Riobamba, se determinó la existencia de problemas de control y monitoreo de variables en el proceso (tiempo y velocidad), provocado por el inadecuado manejo de la maquinaria ocurriendo desperdicio de recursos tales como materia prima, energía y tiempo produciéndose alto riesgo al personal y a las operaciones.

Motivo por el cual se ha optado por la automatización de dicho proceso para obtener pieles de calidad para que continúen con el curso de transformación, necesitando un sistema de control para el monitoreo mediante un sistema HMI( Interfaz maquina hombre) el cual aparte de monitorear el proceso será el encargado de ser el dispositivo maestro es decir este dispositivo será el que controle las variables de tiempo de demora de cada etapa y las revoluciones por minuto del tambor mediante una comunicación modbus RS485.

El sistema contara con un motor trifásico de corriente alterna el cual proveerá la potencia necesaria para el correcto funcionamiento del tambor necesitando una instalación eléctrica trifásica, debido a que estos motores no poseen la capacidad de regular sus revoluciones por minuto se necesita acoplar un variador de frecuencia para poder controlar el número de giros

Además se pretende reducir accidentes laborales, al depender de menos operarios para dicho proceso logrando mayor utilidad, reducción del tiempo de los procesos y prolongación de la vida útil de los equipos frente a métodos tradicionales y manuales.

## **Justificación aplicativa**

La importancia del trabajo de titulación consistirá en la automatización del sistema de mando para el control de la etapa Ribera-Curtido a un nivel renovado, en el cual se tendrá un dispositivo maestro de control para poder manipular el tiempo y las revoluciones por minuto del proceso logrando que estas sean exactas y adecuadas para cada una de las etapas que se realizan en el bombo, incrementando al máximo la productividad y logrando optimizar costos de operación.

Este proyecto solucionara los inconvenientes producidos en los procesos de la etapa Ribera-Curtido y servirá de base ya que el laboratorio pretende automatizar todas las secciones a futuro debido que a su alto costo se lo realizará en etapas.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Implementar un sistema automatizado para la etapa de Ribera-Curtido de pieles en el laboratorio de Curtiembre de Ciencias Pecuarias

### **Objetivos específicos**

- Investigar las etapas y los requerimientos para la automatización de las sub-etapas.
- Diseñar la parte eléctrica y electrónica del sistema automático.
- Dimensionar los circuitos eléctricos, electrónicos y los equipos que se utilizaran en la automatización de la etapa de Ribera-Curtido de pieles.
- Diseñar un modelo de programación para el control del variador de frecuencia.
- Implementar la comunicación entre el variador de frecuencia, controlador, HMI (interfaz hombre maquina).
- Implementar un sistema HMI para el control y monitoreo de la etapa de Ribera-Curtido de pieles.

- Crear manuales técnico y de operación del proceso, para la manipulación y el mantenimiento de todo sistema.

## **CAPITULO I**

### **1 MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 La industria del cuero- tenerías**

Las pieles son fabricadas a partir de pellejos curtidos de animales, técnica que se utiliza desde hace miles de años para confeccionar prendas de vestir. La industria de la piel y el cuero sigue siendo importante en la actualidad. Con las pieles se fabrican gran variedad de prendas como son abrigos, chaquetas, sombreros, guantes y botas, así como adornos para otros tipos de prendas. El cuero se utiliza para confeccionar prendas y puede emplearse en la fabricación de otros productos, como la tapicería para automóviles y muebles, y una amplia gama de artículos de piel como correas de reloj, bolsos y artículos de viaje. El calzado es otro producto tradicional del cuero. Entre los animales cuya piel se aprovecha industrialmente figuran especies como son ovinos, bovinos, caprinos y especies menores como son: conejo y cuy. (Osinsky, 1998, p. 88.2)

#### **1.2 Técnicas del cuero**

Los distintos tipos de pieles provenientes de sitios de faenamiento usualmente son frescas o saladas, dichas pieles son sometidas a un proceso químico el cual puede ser realizado con agentes vegetales o con cromo, el proceso inicializa con la ribera y el curtido, finalizando en el teñido y acabado para la obtención del producto final el cuero. En la figura1-1 se ilustra las técnicas del cuero en cada una de sus etapas.



**Figura 1-1: Flujograma de curtiembre.**

Fuente: <http://www.cuernet.com/flujograma/index.htm>

### 1.3 Etapas del proceso Ribera-Curtido

Primer proceso que se realiza en las curtiembres después de la obtención de las pieles frescas o saladas que serán convertidas en cuero *Wet Blue*.

#### 1.3.1 Ribera

Denominada así ya que en la antigüedad las pieles se las lavaba en las riberas de los ríos más cercanos, logrando el correcto grado de hinchazón y humedad de las pieles para una adecuada absorción de los productos, dicha etapa consta de remojo y pelambre de las pieles.

##### 1.3.1.1 Remojo

Es la primera etapa donde las pieles son sometidas a la hidratación, el remojo se lo realiza con un compuesto de agua, cloruro de sodio y tensoactivo a temperatura ambiente para lograr mayor flexibilidad y blandengues a las pieles, preparándola para la absorción de los productos venideros. El proceso se lo realiza en un bombo a velocidad lenta de 4 rpm.

### *1.3.1.2 Pelambre*

Etapa en el cual las pieles son tratadas con agente depilatorio orgánico, cal y sulfuro de sodio, para remover el pelo y la epidermis dando lugar al cuero en tripa, esta etapa debe tener una velocidad adecuada de 4rpm para la correcta penetración de los productos. Abriendo la estructura de las pieles con un hinchamiento por el sulfuro de sodio, permitiendo a las pieles impregnar otros químicos de las etapas posteriores (Bustos, 2012, p.5).

### *1.3.2 Curtido*

El curtido es realizado en un bombo a velocidad constante, el cual consta de varios pasos químicos en donde se parte del cuero en tripa hacia la conversión a cuero *Wet Blue*.

#### *1.3.2.1 Desencalado*

Proceso químico compuesto de agua bisulfito de sodio, formiato de sodio y producto ríndete que elimina la cal ubicada en lugares interfibrilares de la piel permitiendo detener la deshinchazón y preparándola posteriormente para la etapa de purgado.

#### *1.3.2.2 Purgado*

El objetivo del purgado es aflojar las fibras y eliminar la grasa natural de la piel, al final de esta etapa es necesario bañar las pieles para eliminar las enzimas.

### 1.3.2.3 *Piquel*

La fórmula del piquelado consiste principalmente en un compuesto de agua, cloruro de sodio, ácido fórmico y una parte de diluido de esta manera el curtiente se fijara en la piel mientras que el cloruro de sodio frenara la hinchazón de las fibras.

### 1.3.2.4 *Curtido-Lavado*

El curtido en su última etapa consiste de compuesto químico de tara, ácido fórmico, partes de diluido donde cuyo objetivo es brindar al cuero elasticidad y contextura uniforme para la obtención del producto final el cuero *Wet Blue*.

## **1.4 Bombo**

El bombo es un cilindro rotatorio que gira a una velocidad específica y constante según el proceso en el que se encuentre, en donde su principal función es mezclar los elementos químicos con las pieles. El bombo posee en su parte superior una tapa por la cual se carga y se descargan los líquidos y las pieles.

## **1.5 Automatización industrial**

El concepto de automatización (del griego autos que significa “por sí mismo” y maiomai que significa “lanzar”), corresponde a la necesidad de minimizar la intervención humana en los procesos de gobierno directo en la producción, vale decir, ahorrar esfuerzo laboral (Gutiérrez, 1994, citado en Córdoba, 2006).

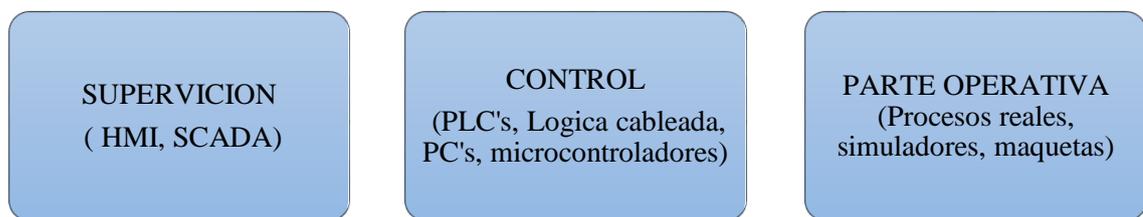
La automatización es una ciencia que combinan tres importantes ramas como son la informática, electrónica y mecánica, juntos dan paso al control automático de procesos, logrando eficacia, eficiencia, optimización de recursos y mayor porcentaje de producción a menor tiempo, guardando principalmente la integridad de los seres humanos.

### **1.5.1 Importancia de la automatización.**

La automatización hoy en día es de suma importancia ya que con sus resultados se ha logrado un nivel de producción rápido y eficiente, disminuyendo principalmente los errores y fallas del operario que se cometen inconscientemente en el proceso.

### **1.5.2 Esquema de un sistema de automatización.**

El esquema básico para que un sistema o proceso sea considerado automático, debe cumplir con las siguientes partes como se muestra en la figura 2-1.



**Figura 2-1: Esquema de un sistema automatizado.**

Fuente: <http://isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/Introduccion%20SCADAS%20y%20HMI.pdf>

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017.

### **1.5.3 Ventajas y desventajas de la automatización**

Las principales ventajas de realizar automatización en la industria son:

(Festo, 2007, p.17)

- Se necesitan menos operarios.
- Se puede trabajar las 24 horas del día ininterrumpidamente.
- Las maquinas cometen menos errores que los seres humanos, por lo que los productos tienen un alto y constante nivel de calidad.
- El tiempo de producción es reducido.
- Los operarios no tienen que realizar trabajos monótonos, pesados y peligrosos para la salud.

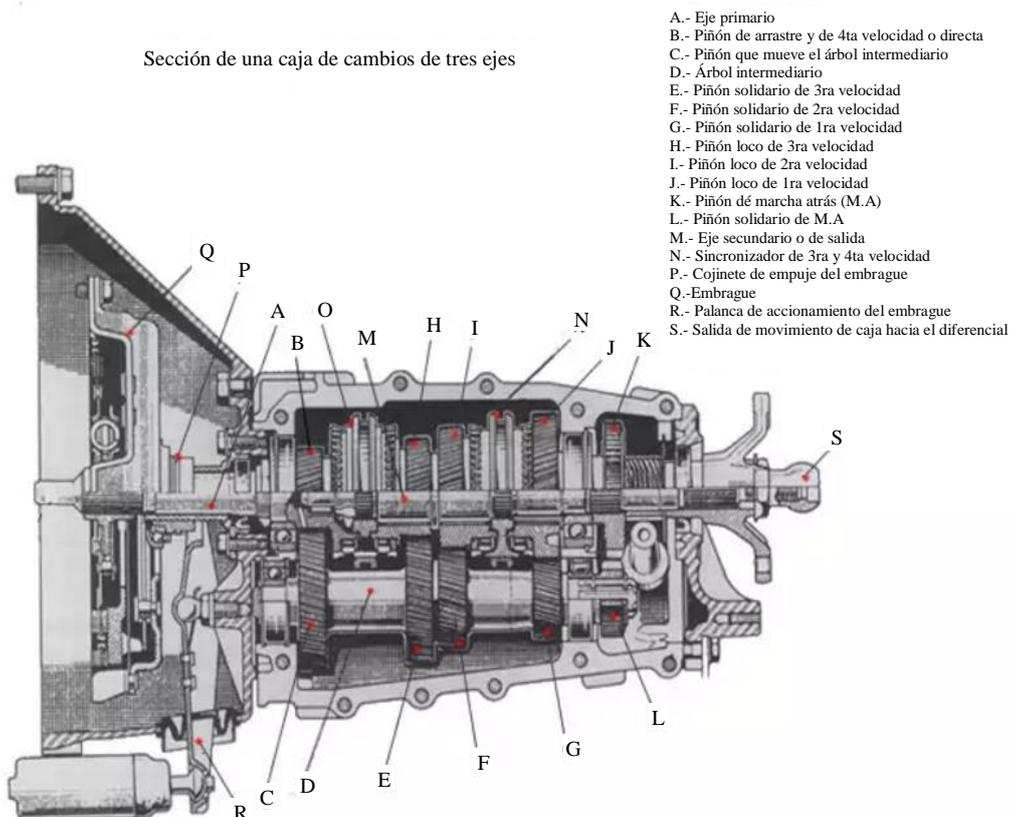
A pesar de varias ventajas, esta rama enfrenta ciertas desventajas las cuales son:

(Festo, 2007, p.17)

- Eliminación de puestos de trabajo.
- La automatización de procesos implica al operario tomar decisiones específicas, las cuales son poco apreciables debido a la complejidad de las instalaciones.
- La consecuencia de los costos de automatización acarrea a los individuos a asumir mayor responsabilidad en relación con el éxito de la empresa.

## 1.6 Caja de cambios

La caja de cambios es un componente el cual utiliza el torque y las revoluciones por minuto que proporciona el motor, para poder modificarlos mediante un sistema de engranajes y transmitirlos hacia el sistema de transmisión final logrando obtener diferentes velocidades. En la figura 3-1 se muestran las partes constitutivas de una caja de cambios de tres ejes.



**Figura 3-1: Sección de una caja de cambios de tres ejes.**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios1.htm>

**Tabla 1-1:** Tipos de cajas de cambios

| Tipos de cajas de cambios | Características                                                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Automática</b>         | Las marchas se realizan automáticamente con información obtenida por sensores externos.      |
| <b>Semiautomático</b>     | Las marchas las realiza el usuario y los cambios son controlados por un sistema electrónico. |
| <b>Manual</b>             | Las marchas las realiza el usuario.                                                          |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

## 1.7 Motor eléctrico

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica la cual transforma la energía eléctrica que se aplican en sus bornes, en energía mecánica giratoria, según su tipo de alimentación se clasifican en motores de corriente continua y motores de corriente alterna. Los motores de corriente alterna se clasifican en síncronos y asíncronos, siendo estos últimos los más utilizados en la industria. (Castillo y Marrufo, 2010, p. 288)

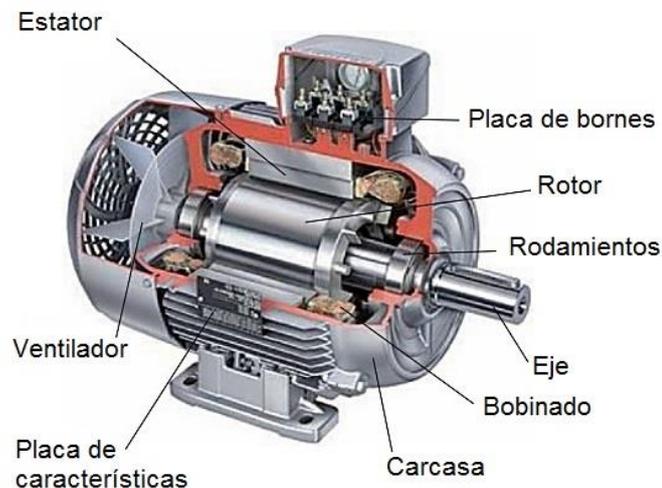
### 1.7.1 Motor asíncrono o de inducción

Este tipo de motores gracias a su fácil utilización, mantenimiento escaso y costos de fabricación bajos, son los ideales para aplicaciones más generalizadas en el ámbito industrial. El nombre de asíncrono se lo da ya que el giro de su parte móvil lo realiza a una velocidad distinta a la de sincronismo. (Castillo y Marrufo, 2010, p. 288)

- **Constitución:**

Un motor eléctrico está constituido por un circuito magnético y dos circuitos eléctricos; los mismos que se ubican uno en la parte fija del motor llamado estator y el otro ubicado en la parte móvil del motor llamado rotor, el circuito magnético se forma por chapas apiladas en forma de cilindro en el rotor y en forma de anillo en el estator. El rotor esta introducido en medio del estator y las dos piezas están protegidas por una recubierta llamada carcasa, el cilindro se adosa al eje del

motor y este se apoya en rodamientos de acero para evitar la fricción, de un lado el eje se saca para transmitir el movimiento mecánico y del otro lado se ubica un ventilador para dar refrigeración al interior del motor, los bobinados se extraen y se los colocan en la caja o placa de bornes para que en ésta se realice la alimentación eléctrica, ver la Figura 4-1. (Castillo y Marrufo, 2010, p. 289)



**Figura 4-1: Sección de un motor eléctrico.**

Fuente: (Castillo y Marrufo, 2010: p. 289)

- **Funcionamiento:**

En un motor eléctrico trifásico de inducción, cuando se aplica una corriente eléctrica en las bobinas del estator, se produce un campo magnético giratorio éste campo magnético se induce al rotor, asegurando con este que los polos magnéticos del rotor siempre se encuentren en repulsión, de esta manera las fuerzas de atracción y repulsión producen el giro del rotor con tendencia a igualar el campo magnético giratorio sin que esto llegue a producirse.

## 1.8 Variador de frecuencia

Un variador de frecuencia (ver figura 5-1) es un equipo electrónico cuya función es modificar la frecuencia, y en consecuencia de esto, la velocidad de un motor asíncrono de corriente alterna; es decir este equipo produce una corriente eléctrica alterna con una determinada frecuencia y tensión necesarias para poner en marcha dicho motor de inducción. El variador de frecuencia nos ayuda

a modificar el valor de la frecuencia para permitir que el motor gire a menos o a más revoluciones por minuto, siendo esto independiente del valor de la frecuencia de la red de alimentación. (Alvarez, 2000, pp. 1-2).

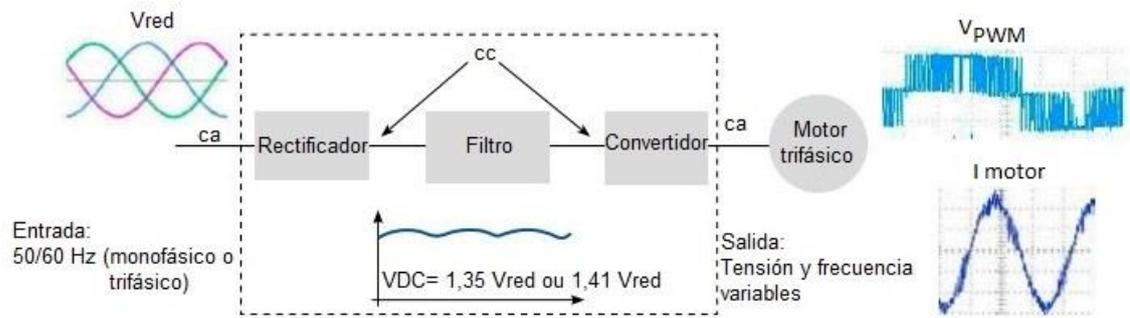


**Figura 5-1: Variador de frecuencia.**

Fuente: <http://www.lsis.com/product/product.aspx?d1=CCC&c=P00155>

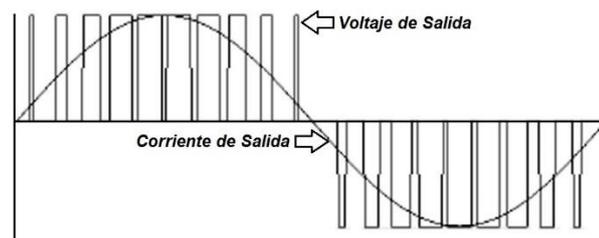
### ***1.8.1 Funcionamiento***

Se alimenta el variador de frecuencia con un voltaje monofásico o trifásico de corriente alterna (AC), el equipo procede a convertir la corriente alterna a corriente directa (DC), por medio de un circuito rectificador el cual puede estar constituido por diodos o SCR's, este voltaje rectificado es posteriormente filtrado por un banco de condensadores internos, con el propósito de suavizar la onda rectificada y eliminar la emisión de perturbaciones en la señal; luego esta señal rectificada pasa nuevamente a transformarse en una señal alterna mediante la etapa de inversión como se observa en la figura 6-1, la cual se compone por transistores (IGBT), que se enciende y apagan enviando pulsos en una secuencia determinada generando una onda cuadrada a una frecuencia constante y su valor promedio lleva la forma de onda sinusoidal de la frecuencia que se va a aplicar al motor, este proceso de conmutación es llamado PWM la cual se puede observar en la Figura 7-1. (QuimiNet, 2011)



**Figura 6-1: Etapas de un variador de frecuencia.**

Fuente: (Weg, 2014)



**Figura 7-1: Señal PWM.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 1.8.2 Ventajas

- **Control a distancia**

En los sistemas electrónicos que utilizan variadores de frecuencia, el mando de control puede estar ubicado en un área conveniente para el operador del sistema, quedando solamente el motor accionado en el lugar donde se lleva a cabo el proceso industrial. (Weg, 2014, p. 6)

- **Reducción de costos**

En los sistemas que no cuentan con control de variadores de frecuencia, los arranques directos a los motores ocasionan picos de corriente con valores elevados, que son causantes de daños no solamente al motor, sino también a todos los demás equipos conectados al sistema eléctrico.

Los variadores de frecuencia electrónicos proporcionan arranques suaves, reduciendo significativamente costos de mantenimiento eléctrico. (Weg, 2014, p. 6)

- **Aumento de productividad**

Los procesos industriales generalmente son sobredimensionados en proyección de un aumento de productividad en el futuro. Los variadores de frecuencia dan la facilidad de ajustar la velocidad operacional más adecuada a la necesidad de los procesos de producción que se van desarrollando en conjunto con los equipos disponibles. (Weg, 2014, p. 6-7)

- **Eficiencia energética**

La eficiencia total del sistema de potencia en un sistema industrial no solo depende del motor sino también del control, los variadores de frecuencia presentan una eficiencia muy elevada en el orden de 97% o más. Los motores eléctricos también presentan una eficiencia muy alta llegando a 95% o más en máquinas grandes trabajando bajo parámetros nominales. En la variación electrónica de las revoluciones por minuto de un motor la potencia que suministra varía de manera optimizada, llevándonos a elevados índices de eficiencia en el sistema motor más variador de frecuencia. (Weg, 2014, p. 7)

- **Mayor calidad**

El poder manipular de forma precisa la velocidad de giro de un motor da como resultados la optimización en los procesos industriales, y por consiguiente proporciona un producto final de mayor calidad. (Weg, 2014, p. 7)

## 1.9 Contactor electromagnético

El contactor electromagnético (Ver figura 8-1) es un equipo de diseño mecánico de conexión que es gobernado por un electroimán y con un tipo de funcionamiento todo o nada. (Schneider Electric España, 1999, p. 23)

Es un dispositivo de maniobra, que se lo clasifica como interruptor, cuyo accionamiento es debido a la fuerza de atracción magnética que produce un electroimán, es muy utilizado en pequeña, mediana y gran potencia, su sencillez de construcción, su robustez, su reducido volumen y el mantenimiento casi nulo, lo hacen un dispositivo irremplazable. Se podría mencionar que el contactor electromagnético es el equipo de maniobra más utilizado en un sistema de control eléctrico industrial, pues constituye el elemento de potencia a través del cual se realiza de manera automática o no, la conexión, desconexión o cambio de circuito interpuesto entre la línea de alimentación y el receptor. Las aplicaciones más comunes son en el arranque y control de motores eléctricos, energización de cargas resistivas, bancos de capacitores, sistemas de iluminación, etc. (Angulo, 2014)



**Figura 8-1: Contactor electromagnético.**

Fuente: <http://www.schneider-electric.com/>

### 1.9.1 Funcionamiento

Cuando sometemos a tensión a la bobina del electroimán, el contactor se cierra, y establece a través de los polos un circuito entre la red de alimentación y el equipo receptor. El desplazamiento

de la parte móvil del electroimán que arrastra la parte móvil de los polos que permiten que el circuito se cierre y de los contactos auxiliares que poseen la mayoría de contactores, puede ser:

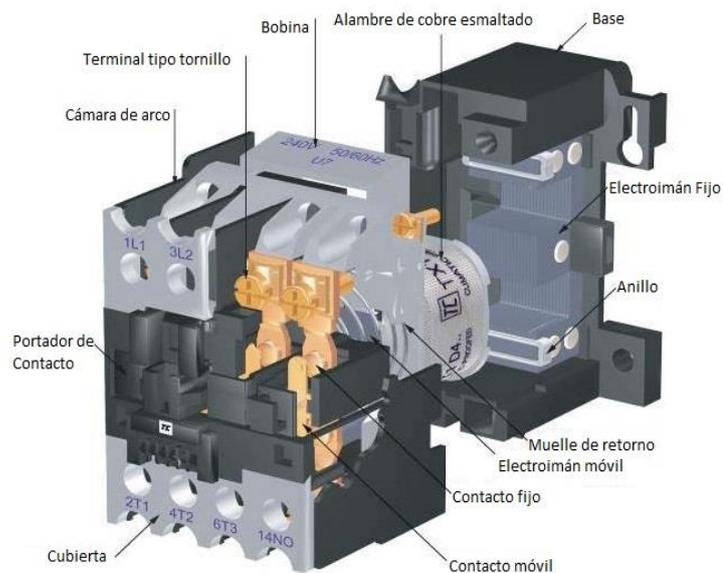
- Rotativo
- Lineal
- Una combinación de las dos anteriores. (Schneider Electric España, 1999, p. 23)

Cuando se deja de alimentar a la bobina del contactor, el circuito magnético se desmagnetiza y los contactos principales y auxiliares se abren por efecto de:

- Los resortes de presión de los polos y del resorte de retorno de la parte móvil.
- La fuerza de gravedad. (Schneider Electric España, 1999, p. 23)

### 1.9.2 Composición de un contactor electromagnético

En la figura 9-1 se ilustran las partes más importantes de un contactor electromagnético.



**Figura 9-1: Partes de un contactor electromagnético.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### *1.9.2.1 El electroimán*

El electroimán es la parte motora del contactor. Tiene dos elementos que son los más importantes, estos son: el circuito magnético y la bobina. El electroimán se presenta de varias formas en función al tipo de contactor y también al tipo de corriente con la que se va a alimentar como puede ser alterna o continua. (Schneider Electric España, 1999, p. 25)

El circuito magnético incluye un entrehierro reducido, el recorrido de llamada es la distancia que se encuentra entre la parte fija y la móvil del circuito cuando el equipo está en reposo, el recorrido de aplastamiento es la distancia entre la parte móvil y la parte fija cuando los polos entran en contacto, los resortes que dan presión a los polos se comprimen durante el tiempo de recorrido de aplastamiento y permanecen así hasta que el contactor entre en reposo. (Schneider Electric España, 1999, p. 25)

### *1.9.2.2 La bobina*

La bobina es la encargada de atraer la armadura móvil del electroimán, y esto lo logra generando un flujo magnético. La bobina puede montarse en una rama del circuito magnético o en dos, según el tipo del contactor, está diseñada para soportar los choques mecánicos y electromagnéticos que se producen al momento del cierre y apertura de los circuitos magnéticos y cuando la corriente eléctrica recorre sus espiras, para disminuir los choques mecánicos la bobina en algunos casos se montan sobre amortiguadores. Las bobinas hoy en día son muy resistentes a las sobretensiones, a los choques y a los ambientes agresivos, se fabrican con hilo de cobre esmaltado de grado 2 y soportan temperaturas de 155°C hasta 180°C. (Schneider Electric España, 1999, p. 25)

### *1.9.2.3 Los polos*

El proceso de establecer o interrumpir el paso de corriente eléctrica dentro del circuito de potencia es la principal función de los polos. Están diseñados para que fluya la corriente nominal del contactor en servicio permanente sin calentamientos extraños, constan de una parte fija y una móvil, la parte móvil tiene unos resortes que transmiten la presión adecuada a los contactos que están fabricados con una aleación de plata con una excepcional resistencia a la oxidación y al

arco. Los contactos pueden ser de doble corte o de simple corte, los primeros se los utiliza para corriente alterna y los de simple corte para aplicaciones en corriente continua. (Schneider Electric España, 1999, p. 26)

#### *1.9.2.4 Los contactos auxiliares*

Los contactos auxiliares de un contactor realizan varias funciones entre las más comunes están: automantenimiento, esclavización, enclavamiento de los contactores y señalización. Existen tres tipos básicos de contactos auxiliares como son:

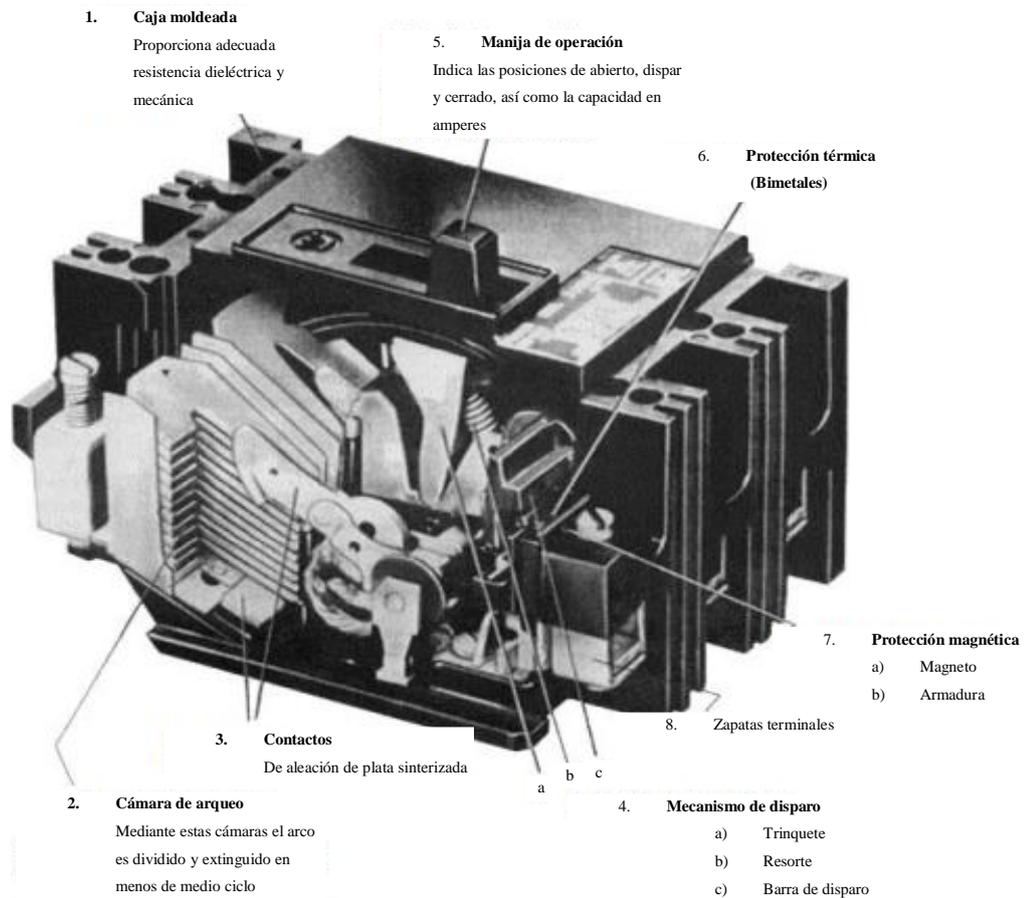
- Contactos instantáneos de cierre NA, abiertos cuando el contactor se encuentra en reposo y cerrados cuando el electroimán está bajo tensión. (Schneider Electric España, 1999, p. 26)
- Contactos instantáneos de apertura NC, cerrados cuando el contactor se encuentra en reposo y abiertos cuando el electroimán está bajo tensión. (Schneider Electric España, 1999, p. 26)
- Contactos instantáneos NA/NC, el contacto NA se encuentra abierto y el NC se encuentra cerrado, cuando el contactor se encuentra en reposo, el estado de ambos contactos se invierte al momento de energizar el electroimán, los dos contactos tienen un terminal común. (Schneider Electric España, 1999, p. 26)
- Contactos temporizados NA o NC se cierran o se abren cuando ha transcurrido un determinado tiempo, luego del cierre o reposo del contactor que los activa, este tiempo es regulable. (Schneider Electric España, 1999, p. 26)

### **1.10 Interruptor termomagnético**

El interruptor o también conocido como breaker, es un dispositivo que permite o no el flujo de corriente eléctrica hacia el circuito. Los más comunes son los breakers termomagnéticos, su diseño está realizado para desconectar el circuito del flujo eléctrico al existir la presencia de un valor superior de corriente eléctrica.

La característica particular de operación de estos interruptores es que en sobrecargas el bimetálico trabaja para desconectar el circuito. Cuando existe un cortocircuito el electroimán del interruptor es el que opera y lo desconecta del circuito; de ahí su nombre: termomagnético (Condumex, 2009,

p.104). Las principales partes del interruptor termomagnético se encuentran ilustradas en la Figura 10-1.



**Figura 10-1: Partes de un interruptor termomagnético.**

Fuente: <http://besten.com.mx/Manuales/Manual-de-Instalaciones-Eléctricas-en-BT-2009.pdf>

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017.

### 1.11 Tablero de control

El tablero de control o gabinete debe cumplir con diferentes normas de seguridad al momento de su elaboración. Un gabinete se usa para colocar dispositivos eléctricos y electrónicos estos pueden ser elementos de conexión, elementos de protección, dispositivos de señalización, dispositivos de comando etc. Una vez instalados todos los elementos en el gabinete su principal función es guardar la integridad del operario y de las instalaciones. En la figura 11-1 se muestran tableros de control en diferentes medidas.

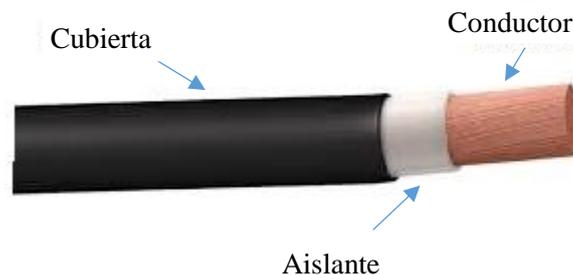


**Figura 11-1: Tableros de control.**

Fuente: <http://www.melcsa.com/productos/gabinetes/0/gabinetes-para-tableros-electricos>

## 1.12 Conductores eléctricos

El conductor eléctrico es un cuerpo sólido formado por cobre o aluminio, el cual puede estar constituido por un único hilo o por varios hilos a la vez, según la necesidad, su principal función es transportar electricidad de un lugar a otro. Un conductor eléctrico está formado por tres partes importantes como se ilustra en la figura 12-1.



**Figura 12-1: Partes de un conductor eléctrico.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017.

- Cubierta: Es la protección del conductor y el aislante, siendo su objetivo proteger al conductor de agresiones físicas como cortes, golpes etc. La cubierta en ocasiones puede ser de metal denominada protección de armadura.

- **Aislante:** Aísla los niveles de voltaje de los conductores existentes en la instalación, además evita que la corriente eléctrica que está fluyendo por el conductor entre en contacto con el exterior. Su constitución está hecha de polímero.
- **Conductor o Alma:** Material conductor que permite el flujo de corriente eléctrica, donde su constitución puede ser de alambre o cobre.

### ***1.12.1 Dimensionamiento de conductores eléctricos***

En toda instalación eléctrica se puede producir diferentes problemas eléctricos en su mayoría suelen ser por el mal dimensionamiento de los conductores, ocasionando el desempeño irregular de los equipos en dicha instalación.

Es por ello que la norma ANSI/IEEE C57.110-1986, recomienda que los equipos de potencia que deben alimentar cargas no lineales (computadoras), operen a no más de un 80% de su potencia nominal. Es decir, los sistemas deben calcularse para una potencia del orden del 120% de la potencia de trabajo en régimen efectivo (Procobre, 2001, p.13).

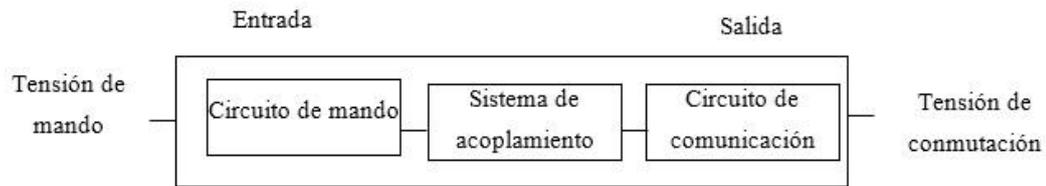
Para el dimensionamiento de los conductores eléctricos se debe tomar en cuenta ciertas especificaciones.

- Potencia o carga en cuanto a capacidad de corriente que se va a transportar y el nivel de voltaje.
- La temperatura a la que va a funcionar.
- Tipo de instalación en el que se va a trabajar ya sea este Aéreo, Subterráneo o de Distribución
- El aislamiento.
- Protecciones correspondientes.

### **1.13 Relé**

El relé es un elemento electromecánico. Su principio de funcionamiento es parecido al de un interruptor, ya que posee en su interior una bobina que al fluir corriente eléctrica esta genera un campo magnético en el núcleo, cuando el núcleo se encuentra magnetizado atrae al hierro o

armadura logrando que choquen los contactos, al desenergizar el elemento volverá a su estado normal, en la figura 13-1 se muestra la estructura de un relé.

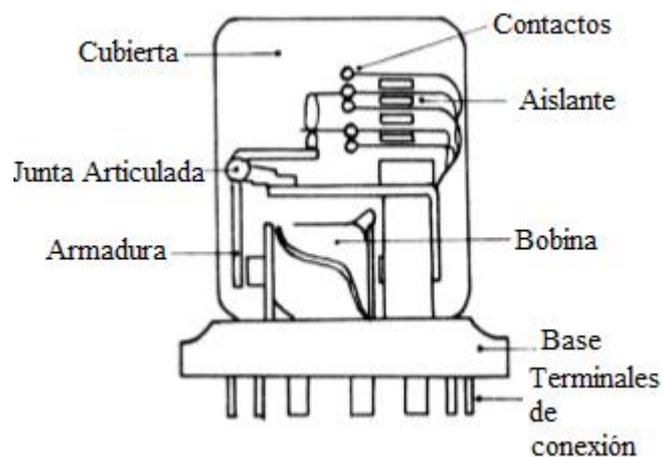


**Figura 13-1: Estructura del relé.**

Fuente: <http://www.uv.es/marinjl/electro/reles.html>

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017.

En la figura 14-1 se ilustra un relé de control encapsulado que suele ser usado frecuentemente en la industria en los circuitos de control su funcionamiento es aceptar información de un sensor, con dicha señal el relé puede realizar varias acciones como amplificación de potencia. Una débil señal de control puede tener suficiente potencia para energizar la bobina del contactor, con el que se puede controlar una fuente separada de potencia. (Bullón, 2009, p. 127)



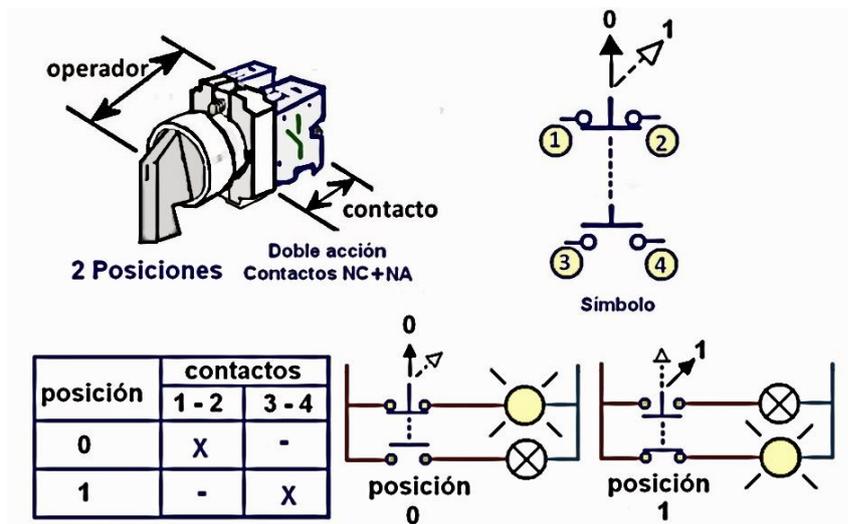
**Figura 14-1: Partes constitutivas de un relé.**

Fuente: Bullón, 2009, p. 127

## 1.14 Selector

Es un dispositivo que con un movimiento de 45° de su centro, permite abrir o cerrar los contactos manualmente, por lo general se usa para activar o desactivar una instalación o un sistema

eléctrico. En la figura 15-1 se muestran los estados que tiene el selector al ser activado o desactivado.



**Figura 15-1: Selector eléctrico tipo manecilla palanca.**

Fuente: <http://coparoman.blogspot.com/2014/08/selector-electrico-rotativo.html>

### 1.15 Pulsador de paro de emergencia

Según la norma ISO-13850 menciona que en toda instalación mecánica debe contar con un pulsador de paro de emergencia este dispositivo de mando debe accionarse manualmente en caso de peligro o riesgo de la integridad de los seres humanos, ocasionando la interrupción del proceso. Al accionar este dispositivo este permanecerá enclavado hasta que el operario lo active manualmente. En la figura 16-1 se muestra la forma más común de un pulsador de paro de emergencia.



**Figura 16-1: Pulsador de paro de emergencia**

Fuente: <http://www.euchner.de/es-es/Productos/Dispositivos-de-parada-de-emergencia/Dispositivo-de-parada-de-emergencia-ES>

### 1.15.1 Consideraciones del pulsador de paro de emergencia

Se deben considerar varios aspectos para la implementación del pulsador de paro de emergencia como son:

- Debe ser de fácil y rápido alcance para el operario.
- Debe estar colocado en un lugar visible para el operario.
- Su color siempre debe ser rojo.
- Debe contar con su respectiva señalización.
- Debe ser capaz de ser accionado manualmente.

### 1.16 Luz piloto

La luz piloto (ver figura 17-1) es un sistema de visualización que indica el estado de funcionamiento de un sistema, en ocasiones la luz piloto suele confundirse con una alarma pero esto no es así, ya que su funcionamiento es de manera constante más no titilante como lo es de una alarma. La norma IEC 60204-1 establece el código de colores de luces piloto para el correcto uso en las instalaciones, lo cuales se detallan a continuación:



**Figura 17-1: Luz piloto.**

Fuente: [https://www.gobantes.cl/image/cache/data/productos/0602081\\_1\\_2-500x500.jpg](https://www.gobantes.cl/image/cache/data/productos/0602081_1_2-500x500.jpg)

- Rojo: Muestra urgencia o pronta acción del operario.
- Amarillo: Simboliza anomalía en la instalación (pudiendo necesitarse de mantenimiento).
- Verde: Muestra el correcto funcionamiento del sistema.
- Blanco: Chequeo opcional.

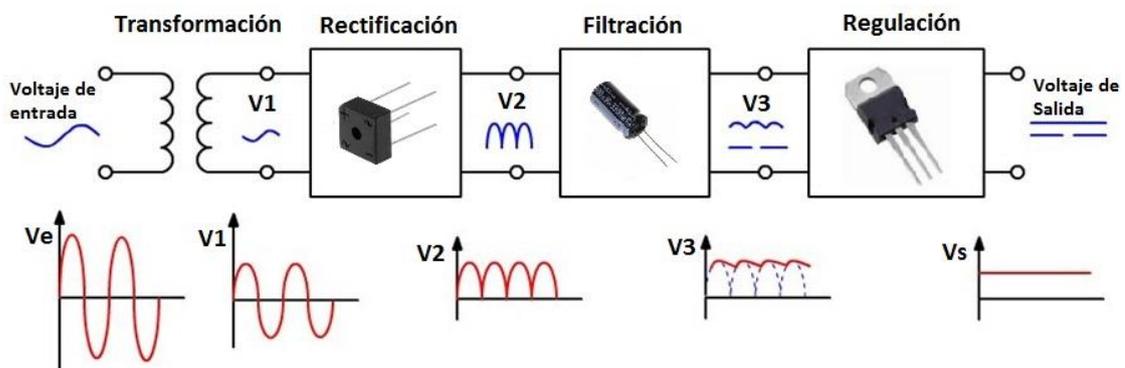
- Azul: Simboliza la acción obligada del operador.

## 1.17 Fuente de alimentación

Una fuente de alimentación es un equipo eléctrico que proporciona corriente y voltaje a otros grupos eléctricos, estas regulan la corriente que suministra la compañía de electricidad fijada en 110V a un nivel más bajo que puede ser de 12V o 24V generalmente. Las fuentes de alimentación para el sector industrial están diseñadas para el montaje fijo en tableros eléctricos mediante regletas DIN, su uso está destinado en la regulación y control, su salida no es ajustable en tensión y corriente, se destacan por su gran estabilidad a largo plazo, la conexión tanto de entrada como de salida se realiza a través de terminales de tornillo, para su fácil manejo con cables flexibles. (PCE Ibérica, 2014)

### 1.17.1 Funcionamiento

El funcionamiento de una fuente de alimentación es básicamente transformar la corriente alterna de entrada a una corriente continua de salida y para tal transformación utiliza cuatro etapas principales que son, transformación, rectificación, filtrado y regulación. En la figura 18-1, se puede apreciar las etapas que tiene una fuente de alimentación.

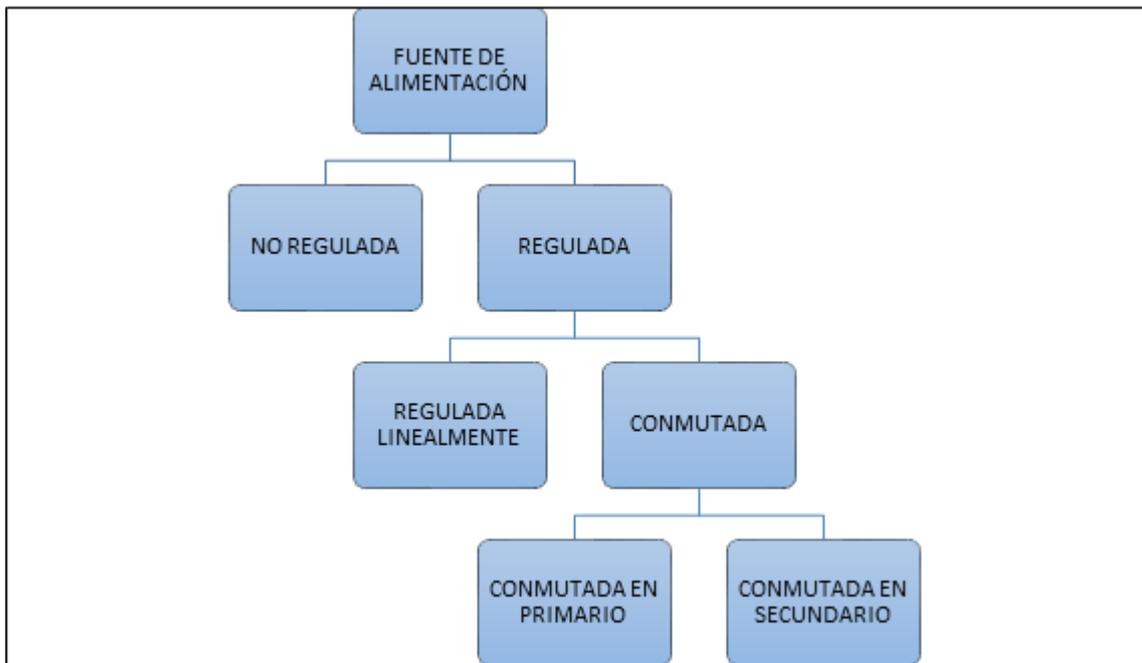


**Figura 18-1: Etapas de una fuente de alimentación.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 1.17.2 Tipos de fuentes de alimentación

Por lo general las fuentes de alimentación se clasifican en no reguladas y reguladas, dentro de esta última se puede derivar en reguladas linealmente y en fuentes conmutadas. En la figura 19-1, se detalla los tipos de fuentes de alimentación que usualmente existen.



**Figura 19-1: Tipos de fuentes de alimentación.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

#### 1.17.2.1 Fuente de alimentación no regulada

La tensión de entrada se transforma a una tensión de nivel inferior, para posteriormente rectificarla, seguido de esta etapa mediante un condensador se suaviza la onda de salida del rectificador, en este tipo de fuentes la tensión de salida depende directamente de la tensión de entrada ya que no cuenta con la etapa de regulación. (ABB Stotz-Kontakt, 2006, p. 6)

### *1.17.2.2 Fuente de alimentación regulada linealmente*

En este tipo de fuente la tensión de entrada se transforma en una tensión de nivel inferior, para luego ser rectificadora y suavizada a través de un capacitor, después de estas etapas se realiza la regulación de voltaje, por lo regular a través de un transistor de potencia, este se comporta como una resistencia variable para controlar y mantener el voltaje de salida constante. (ABB Stotz-Kontakt, 2006, p. 7)

### *1.17.2.3 Fuente de alimentación conmutada en primario*

Primero se rectifica y se suaviza la tensión de entrada y después se interrumpe (conmuta). La interrupción se traduce en que la tensión de CC se conmuta periódicamente a frecuencias de 40 a 200 KHz a través de un transistor de potencia, que trabaja como un interruptor. Esto genera una tensión de CA de onda cuadrada que se transforma hacia el secundario por medio de un transformador de alta frecuencia. Luego se rectifica y se suaviza. (ABB Stotz-Kontakt, 2006, p. 8)

### *1.17.2.4 Fuente de alimentación conmutada en secundario*

Tiene el mismo principio de la fuente conmutada en el primario con la diferencia que la interrupción se efectúa en el secundario. El detalle es que se debe utilizar un transformador mucho mayor ya que tiene que transformar una tensión de red de 50/60 Hz. (ABB Stotz-Kontakt, 2006, p. 9)

## **1.18 HMI (Interfaz Hombre Maquina)**

Interfaz hombre maquina son pantallas inteligentes (Ver figura 20-1) utilizadas para realizar la comunicación entre el usuario y el proceso que se está ejecutando, donde el HMI debe ser capaz de realizar operaciones de monitoreo y control de una estación. En la actualidad los procesos industriales están evolucionando a pasos agigantados por lo que es necesario que sean controlados

electrónicamente, es por ello que la industria ha desarrollado dispositivos más robustos y eficaces como lo son los HMI permitiendo conexiones sencillas y económicas al proceso. (Cobo, 20, p)



**Figura 20-1: Pantalla HMI.**

Fuente: [http://www.procon.co.in/touch\\_screen\\_hmi\\_g3.htm](http://www.procon.co.in/touch_screen_hmi_g3.htm)

## 1.19 Comunicación serial

En la comunicación serial los bits de datos son enviados de modo secuencial mediante un canal de comunicación o bus. Diversas tecnologías utilizan comunicación serial para la transferencia de datos, incluyendo las interfaces RS232 y RS485. Las normas que especifican los padrones RS232 y RS485, no especifican el formato ni la secuencia de caracteres para la transmisión y recepción de datos. Es necesario identificar también el protocolo utilizado para la comunicación. Entre los diversos protocolos existentes, un protocolo muy utilizado en la industria es el protocolo Modbus-RTU. (Weg, 2012, p.9)

### 1.19.1 Protocolo modbus

Protocolo de solicitud-respuesta usa una relación maestro-esclavo. En una relación maestro-esclavo la comunicación siempre se produce en pares, un dispositivo debe iniciar una solicitud y luego esperar una respuesta, el dispositivo maestro es responsable de iniciar cada interacción. Usualmente el maestro es una interfaz humano-máquina (HMI) o sistema SCADA y el esclavo es un sensor, controlador lógico programable (PLC) o controlador de automatización programable (PAC). (National Instruments, 2014, p.1)

El protocolo modbus especifica el procedimiento que el master y el esclavo utilizan para intercambiar datos, el formato de estos datos y como se tratan los errores. No especifica

estrictamente el tipo de red de comunicaciones a utilizar, por lo que se puede implementar sobre redes basadas en Ethernet, RS-485, RS-232 etc. (Bartolomé, 2011, p. 1)

#### *1.19.1.1 Cableado del bus RS-485*

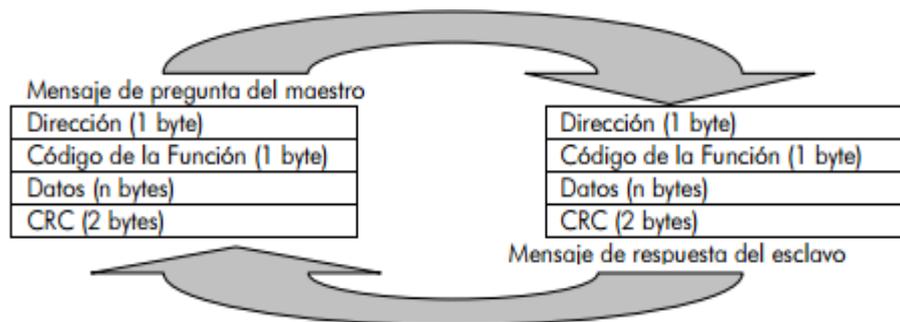
El estándar RS-485 define un bus para la transmisión serie multipunto, donde, en un instante, puede haber un equipo transmitiendo y varios recibiendo. La comunicación es semiduplex, de forma que un equipo puede enviar y recibir, pero no los dos a la vez. El cableado básico consiste en un par de hilos de cobre trenzados sobre el que se transmite una señal diferencial para enviar los bits de datos, que es bastante inmune a las interferencias y admite largas distancias. Además del par trenzado para datos, pueden usarse líneas de 0V y 5V para alimentar dispositivos del bus. Los bits se transmiten mediante una trama asíncrona. (Candelas, 2011, p.4)

#### *1.19.2 Modos de transmisión de modbus*

El modo de transmisión del protocolo modbus está definido por dos modos de transmisión: ASCII y RTU. Los modos definen la manera de cómo serán transmitidos los bytes del mensaje. No es posible utilizar los dos modos de transmisión en la misma red. En el modo RTU, cada palabra transmitida posee 1 bit de inicio, ocho bits de datos, 2 bits de parada, sin paridad. (Weg, 2012, p.9) Mientras que en modo ASCII los bytes se envían codificados en ASCII, es decir, que por cada byte a transmitir se envían dos caracteres ASCII ( 2 bytes ) con su representación hexadecimal.(Bartolomé, 2011, p. 1)

##### *1.19.2.1 Estructura del mensaje para modbus RTU*

La red Modbus-RTU utiliza el sistema maestro-esclavo para el intercambio de mensajes (Ver figura 21-1). Permite hasta 247 esclavos, más solamente un maestro. La comunicación empieza con el maestro realizando una solicitud al esclavo, y este contesta al maestro lo que fue solicitado. Para los dos telegramas (pregunta y respuesta) la estructura es la misma: Dirección, Código de la Función, Datos y Checksum. Solo el contenido de los datos posee tamaño variable. (Weg, 2012, p.9)



**Figura 21-1 Estructura de los mensajes para modbus RTU.**

Fuente: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-srw01-manual-de-la-comunicacion-modbus-rtu-10000521680-4.0x-manual-espanol.pdf>

**Dirección:** El maestro inicia la comunicación enviando un byte con la dirección del esclavo para el cual se destina el mensaje. Al enviar la respuesta, el esclavo también inicia el mensaje con su propia dirección, posibilitando que el maestro conozca cual esclavo está enviándole la respuesta. El maestro también puede enviar un mensaje destinado a la dirección “0” (cero), lo que significa que el mensaje es destinado a todos los esclavos de la red (broadcast). En este caso, ningún esclavo irá contestar al maestro. (Weg, 2012, p.9)

**Código de la Función:** Contiene un único byte, donde el maestro especifica el tipo de servicio o función solicitada al esclavo (lectura, escrita, etc.). De acuerdo con el protocolo, cada función es utilizada para acceder un tipo específico de dato. (Weg, 2012, p.9)

**Campo de Datos:** Campo con tamaño variable. El formato y el contenido de este campo dependen de la función utilizada y de los valores transmitidos. Este campo está descrito juntamente con la descripción de las funciones. (Weg, 2012, p.9)

**CRC:** La última parte del telegrama es el campo para el chequeo de errores de transmisión. El método utilizado es el CRC-16 (Cycling Redundancy Check). Este campo es formado por dos bytes, donde primero es transmitido el byte menos significativo (CRC-), y después el más significativo (CRC+). (Weg, 2012, p.9)

## CAPITULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Estudio técnico de los procesos, funcionamiento y componentes de la estación de trabajo

Se analiza y estudia cada uno de los procesos requeridos por la etapa Ribera-Curtido, en el cual, se observa el desempeño de la instalación, la forma de trabajo del operador y las falencias a satisfacer en la instalación; todos estos requerimientos fueron necesarios para poder determinar un nuevo diseño óptimo del funcionamiento del sistema.

##### *2.1.1 Procesos que se realizan en el bombo*

Se analiza cada uno de los procesos de la etapa Ribera-Curtido en el cual se determina que las principales pieles que se curten en el laboratorio son: ovinos, bovinos y caprinos con una curtición de tipo vegetal y otra curtición con cromo, cada una de estas requieren un proceso diferente y una velocidad de giro establecida. Al evaluar el tiempo de rotación del tambor, se encuentra la falencia de que no posee un control de velocidad y de tiempo, esto conlleva al daño de las pieles y pérdida de recursos.

El tambor al momento de su evaluación da los siguientes resultados: al posicionar la caja de cambios en segunda marcha se obtiene 5 RPM mientras que en tercera marcha 7 RPM, cuyos valores son inadecuados para cada uno de los procesos. Desde la tabla 1-2 a la tabla 3-2 se detalla el proceso que necesita cada piel y el número de revoluciones por minuto adecuadas para cada uno de sus procesos.

**Tabla 1-2:** Procesos para la curtición de pieles ovinas

| <b>PROCESO</b> | <b>VELOCIDAD</b> |
|----------------|------------------|
| Pelambre       | 4 RPM            |
| Descarnado     | 8 RPM            |
| Desencalado    | 8 RPM            |
| Piquelado 1    | 8 RPM            |
| Desengrase     | 8 RPM            |
| Piquelado 2    | 8 RPM            |
| Curtido        | 8 RPM            |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

**Tabla 2-2:** Procesos para la curtición de pieles caprinas

| <b>PROCESO</b> | <b>VELOCIDAD</b> |
|----------------|------------------|
| Remojo         | 4 RPM            |
| Pelambre       | 4 RPM            |
| Descarnado     | 8 RPM            |
| Desencalado    | 8 RPM            |
| Piquelado 1    | 8 RPM            |
| Desengrase     | 8 RPM            |
| Piquelado 2    | 8 RPM            |
| Curtido        | 8 RPM            |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

**Tabla 3- 2:** Procesos para la curtición de pieles bobinas.

| <b>PROCESO</b> | <b>VELOCIDAD</b> |
|----------------|------------------|
| Remojo         | 4 RPM            |
| Pelambre       | 4 RPM            |
| Desencalado    | 8 RPM            |
| Purgado        | 8 RPM            |
| Piquelado      | 8 RPM            |
| Curtido        | 8 RPM            |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### **2.1.2 *Funcionamiento mecánico del bombo***

El proceso de Ribera-Curtido de pieles se consigue con movimientos lentos y alternados dentro del bombo de madera, el cual en su interior posee clavijeros, donde su función es separar las pieles para que los compuestos químicos penetren correctamente. El bombo posee un motor acoplado a una caja de cambios para reducir la velocidad.

### **2.1.3 *Componentes***

- Un bombo de 100cm de largo por 100 cm de diámetro.
- Tres poleas.
- Una caja de cambios de un auto Lada Niva 21214
- Un motor bifásico de 2 Hp.
- Un tablero eléctrico.

## **2.2 *Evaluación de la estación antigua de trabajo***

Se evalúa el funcionamiento mecánico del bombo, en donde se analiza el estado y funcionamiento de la caja de cambios y del motor, las instalaciones eléctricas que posee la estación de trabajo, el tiempo de demora que implica curtir cada una de las pieles y cuáles son sus requerimientos, todos estos factores son analizados detalladamente para cambiar adecuadamente los componentes según sea necesario.

En la figura 1-2 se puede observar la instalación del espacio de trabajo de la etapa Ribera- Curtido en el cual claramente se evidencia que sus instalaciones tanto eléctricas como mecánicas están mal realizadas y deterioradas por el mal uso y desconocimiento de información para su correcto funcionamiento.



**Figura 1- 2: Bombo etapa Ribera –Curtido Facultad de Ciencias Pecuarias-Espoch.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### *2.2.1 Evaluación del estado de la caja de cambios*

Al realizar el análisis de la caja de cambios junto con el jefe de mantenimiento del laboratorio de la FCP-ESPOCH se obtiene información valiosa ya que detalla que el tiempo de vida útil de la caja de cambios supera y exagera el rango permisible por lo que su estructura se encuentra en deterioro total y su funcionamiento no es el adecuado al brindar la velocidad de giro necesaria que requiere el tambor para cada proceso de la etapa.

Es por ello que con la ayuda de la FCP-ESPOCH se toma la decisión de cambiar la caja de cambios antigua (Ver figura 2-2) por una de características similares ya que dicha caja en el último proceso realizado en el área de trabajo sufre un colapso llegando al punto de fundirse quedando totalmente inservible.



**Figura 2-2: Caja de cambios fundida.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### ***2.2.2 Evaluación del estado del motor***

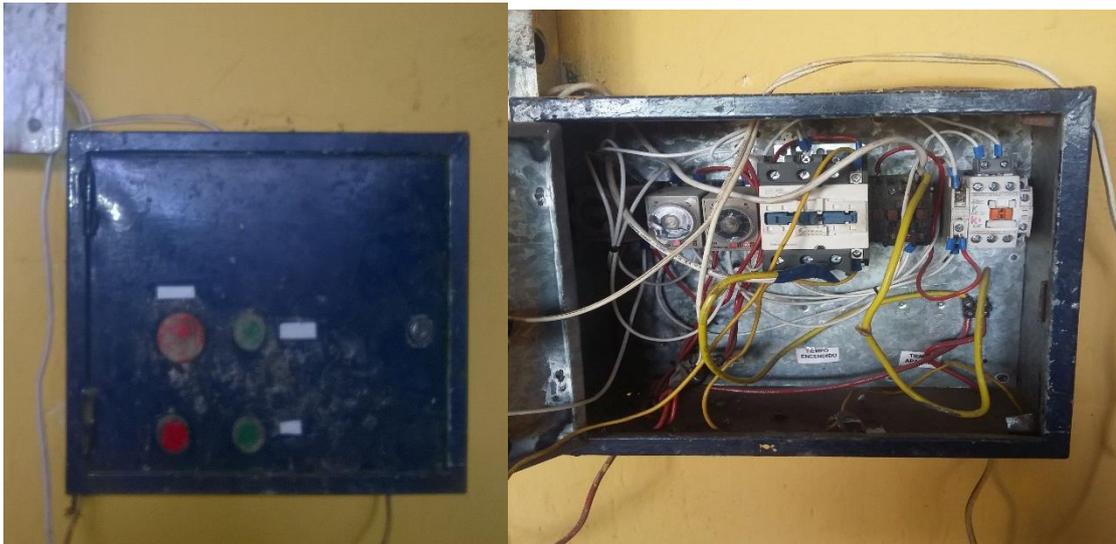
En el análisis del motor se encuentran fallencias como: incorrecta instalación eléctrica con cables fuera de sitio, se observa el eje del motor corroído de óxido produciendo alteraciones al funcionamiento del sistema, el arranque del motor es directo desde la acometida sin protección alguna produciendo el desgaste de los rodamientos y el calentamiento excesivo por la sobrecarga eléctrica. En la figura 3-2 se muestra el motor de la instalación en malas condiciones.



**Figura 3-2: Motor deteriorado.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.2.3 *Evaluación del tablero de control*

La instalación posee un tablero de control muy básico en el cual, su instalación está en total deterioro, se evidencia que el tablero que se utiliza en la instalación no es el adecuado (Ver figura 4-2) ya que no cumple con ninguna norma de fabricación y protección, se evidencia acometidas en pésimas condiciones mostrando como resultado cables fuera de sitio lo cual provoca cortocircuitos, daños humanos y materiales.



**Figura 4-2: Tablero de control en malas condiciones.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.2.4 *Evaluación de la acometida eléctrica*

Se observa que el lugar de trabajo posee una red bifásica la cual suministra energía directamente al motor, la instalación posee varios cables aéreos empalmados de manera incorrecta y sin protección alguna. Posterior al análisis se procede a un chequeo de las instalaciones eléctricas del laboratorio para evidenciar la existencia de una nueva red. En la figura 5-2 se muestra la acometida eléctrica del espacio de trabajo.



**Figura 5-2: Acometida eléctrica.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.3 Análisis y dimensionamiento eléctrico

Se detalla a continuación los análisis y requerimientos que son necesarios realizar para la adquisición de los equipos, lo cual conlleva al estudio de las características y funcionamiento de cada elemento, posteriormente se realiza el dimensionamiento de los dispositivos y elementos para la selección adecuada, ya que deben cumplir todos los requerimientos de funcionamiento de la etapa Ribera-Curtido.

#### 2.3.1 Análisis de los equipos a usar

Al realizar la evaluación de la estación de trabajo y detectar el funcionamiento y problemas de todos los elementos que la conforman se analiza y evalúa los nuevos elementos eléctricos y electrónicos que se van a utilizar para la implementación de la automatización. En esta instancia se toma varias consideraciones al momento de elegir un equipo como son: capacidad, eficiencia, tiempo de vida útil y costos.

Se llega a la conclusión de implementar un sistema de control de tiempo y velocidad de cada proceso por lo cual se determina el uso de un variador de frecuencia para controlar las revoluciones por minuto del motor, asimismo se va a disponer de una pantalla que sirve de interfaz entre el operador y la estación de trabajo y a su vez es el dispositivo maestro que controla y envía ordenes al variador de frecuencia.

### ***2.3.2 Dimensionamiento de los equipos, protecciones y materiales***

Se detalla el proceso de dimensionamiento de cada uno de los equipos requeridos para la correcta obtención de los mismos, así como la selección de sus protecciones y el método de dimensionamiento de conductores eléctricos.

#### ***2.3.2.1 Dimensionamiento del motor eléctrico***

El motor eléctrico se dimensiona en función a varios aspectos importantes que se deben tener en cuenta para una correcta selección del equipo a instalar entre estos aspectos se toma en cuenta: el tipo de motor, el grado de protección IP, la red de alimentación y la potencia.

- *Tipo de motor*

Se opta por utilizar un motor asíncrono jaula de ardilla, ya que por sus múltiples ventajas como: bajo costo, bajo mantenimiento, alto grado de protección, robusto y que se acopla perfectamente al sistema que se diseña mediante la adaptación a un variador de frecuencia es la opción más adecuada al momento del dimensionamiento del mismo.

- *Grado de protección IP*

El grado de protección IP que se escoge para el motor es el IP55, la cual cuenta con protección completa contra contacto, contra acumulación de polvos nocivos y tiene protección contra chorros de agua en todas las direcciones.

- *La red de alimentación*

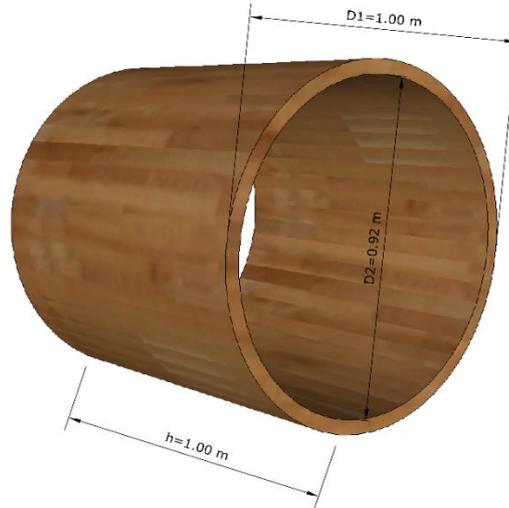
Mediante el estudio técnico que se realiza en el laboratorio de curtiembre de la facultad de ciencias pecuarias se comprueba la disponibilidad de red trifásica de 220V a 60 Hz, y con estos datos se dimensiona la alimentación a estos rangos de tensión y frecuencia para nuestro motor eléctrico.

- *La potencia*

Para el dimensionamiento de la potencia de nuestro motor eléctrico se realizan los cálculos de volumen, masa e inercia de todas las partes que conforma el bombo para obtener el torque con el que debe trabajar el motor y obtener la potencia adecuada, a continuación se detalla todo este procedimiento:

Cálculo del volumen y masas de los elementos del bombo

Cilindro hueco + carga:



**Figura 6-2: Cilindro que conforma el bombo.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Volumen cilindro exterior:

$$V_1 = \frac{\pi}{4} D_1^2 h$$

Dónde:

$V_1$  = Volumen [ $m^3$ ]

h= Ancho [m]

D1= Diámetro exterior del bombo [m]

$$V_1 = \frac{\pi}{4} (1)^2 (1)$$

$$V_1 = 0.785 m^3$$

Volumen del cilindro interior:

$$V_2 = \frac{\pi}{4} D_2^2 h$$

Dónde:

$V_2 = \text{Volumen [m}^3\text{]}$

$h = \text{ancho [m]}$

$D_2 = \text{Diámetro interior del bombo [m]}$

$$V_2 = \frac{\pi}{4} (0.92)^2 (1)$$

$$V_2 = 0.665 \text{ m}^3$$

*Volumen total del cilindro hueco:*

$$V_T = V_1 - V_2$$

$$V_T = (0.785) - (0.665)$$

$$V_T = 0.12 \text{ m}^3$$

*Masa del cilindro:*

$$m = \delta V_T$$

Dónde:

$m = \text{masa [Kg]}$

$\delta = \text{densidad [Kg/m}^3\text{]}$

$V_T = \text{Volumen total del cilindro hueco [m}^3\text{]}$

$$\delta \text{ madera peso medio} = 650 \text{ Kg/m}^3$$

$$m = (650)(0.12)$$

$$m = 78 \text{ Kg}$$

*Masa de la carga:*

$$m_c = 60 \text{ Kg}$$

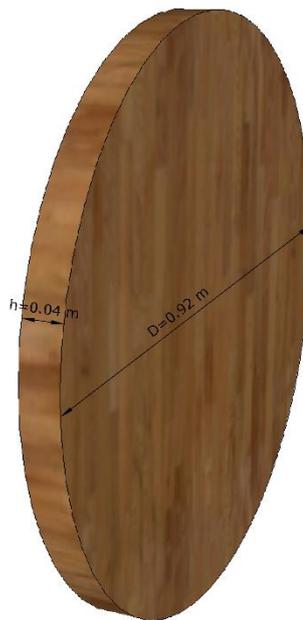
*Masa total:*

$$m_T = m + mc$$

$$m_T = 78 + 60$$

$$m_T = 138 \text{ Kg}$$

*Tapas laterales del bombo:*



**Figura 7-2: Tapas laterales del bombo.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

*Volumen:*

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 h$$

Dónde:

V = Volumen [ $m^3$ ]

h= ancho [m]

D= Diámetro [m]

$$V = \frac{\pi}{4} (0.92)^2 (0.04)$$

$$V = 0.027 \text{ m}^3$$

*Masa:*

$$m = \delta V$$

Dónde:

m= masa [Kg]

$\delta$ = densidad [Kg/m<sup>3</sup>]

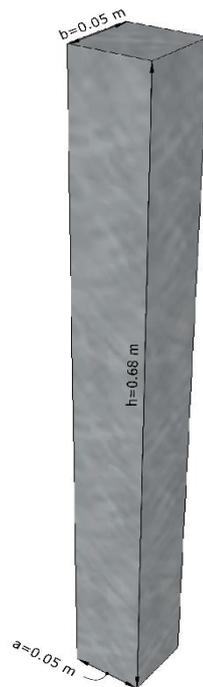
V= Volumen de la tapa [m<sup>3</sup>]

$$\delta \text{ madera peso medio} = 650 \text{ Kg/m}^3$$

$$m = (650)(0.027)$$

$$m = 17.55 \text{ Kg}$$

*Aspas:*



**Figura 8-2: Aspa lateral del bombo.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

*Volumen:*

$$V = A \cdot h$$

Dónde:

$V = \text{Volumen } [m^3]$

$h = \text{ancho } [m]$

$A = \text{Área de la base } [m^2]$

$$V = a \times b \times h$$

$$V = (0.05)(0.05)(0.68)$$

$$V = 0.0017\text{ m}^3$$

*Masa:*

$$m = \delta V$$

Dónde:

m= masa [Kg]

$\delta$ = densidad [ $\text{Kg}/\text{m}^3$ ]

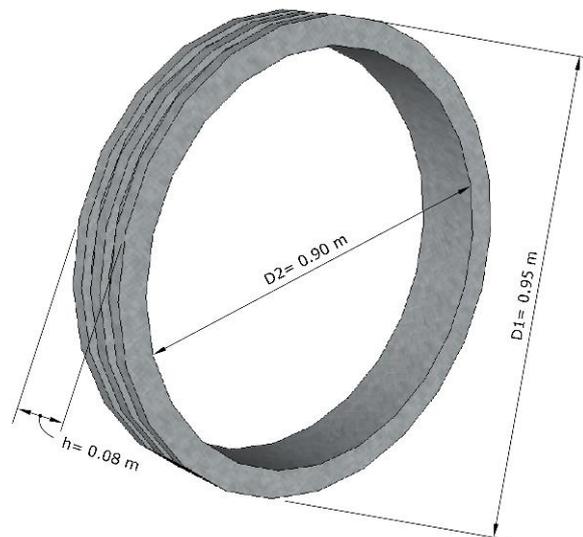
V= Volumen de la aspa [ $\text{m}^3$ ]

$$\delta \text{ del acero} = 7850 \text{ Kg}/\text{m}^3$$

$$m = (7850)(0.0017)$$

$$m = 13.345 \text{ Kg}$$

*Polea:*



**Figura 9-2: Polea lateral del bombo.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

*Volumen:*

$$V = \frac{\pi}{4} D_1^2 h - \frac{\pi}{4} D_2^2 h$$

Dónde:

$V = \text{Volumen [m}^3\text{]}$

$D1 = \text{Diámetro externo [m]}$

$D2 = \text{Diámetro interno [m]}$

$h = \text{ancho [m]}$

$$V = \frac{\pi}{4} (0.95)^2(0.07) - \frac{\pi}{4} (0.9)^2(0.07)$$

$$V = 0.00509 \text{ m}^3$$

*Masa:*

$$m = \delta V$$

Dónde:

$m = \text{masa [Kg]}$

$\delta = \text{densidad [Kg/m}^3\text{]}$

$V = \text{Volumen de la polea [m}^3\text{]}$

$$\delta \text{ del acero} = 7850 \text{ Kg/m}^3$$

$$m = (7850)(0.00509)$$

$$m = 39.956 \text{ Kg}$$

Calculo de las inercias:

*Cilindro:*

$$I_{\text{cilindro}} = \frac{m (D^2 + d^2)}{8}$$

Dónde:

$I_{cilindro}$  = Inercia del cilindro [ $\text{Kgm}^2$ ]

m = masa del cilindro hueco [Kg]

D = Diámetro externo [m]

d = Diámetro interno [m]

$$I_{cilindro} = \frac{(138) ((1)^2 + (0.92)^2)}{8}$$

$$I_{cilindro} = 31.85 \text{ Kgm}^2$$

*Tapas laterales:*

$$I_{tapas} = \frac{m D^2}{8} \times 2$$

Dónde:

$I_{tapas}$  = Inercia de las tapas [ $\text{Kgm}^2$ ]

m = masa de la tapa [Kg]

D = Diámetro [m]

$$I_{tapas} = \frac{(17.55) (0.92)^2 (2)}{8}$$

$$I_{tapas} = 3.714 \text{ Kgm}^2$$

*Aspas:*

$$I_{aspas} = \frac{m (b^2 + L^2)}{12} \times 4$$

Dónde:

$I_{aspas}$  = Inercia de las aspas [ $\text{Kgm}^2$ ]

m = masa de la aspa [Kg]

b = base [m]

L = largo [m]

$$I_{aspas} = \frac{(13.345)((0.05)^2 + (0.68)^2) (4)}{12}$$

$$I_{aspas} = 2.068 \text{ Kgm}^2$$

*Polea:*

$$I_{polea} = \frac{m (D^2 + d^2)}{8}$$

Dónde:

$I_{polea}$  = Inercia de la polea [ $\text{Kgm}^2$ ]

m = masa de la polea [Kg]

D = Diámetro externo [m]

d = Diámetro interno [m]

$$I_{polea} = \frac{(39.956) ((0.95)^2 + (0.9)^2)}{8}$$

$$I_{polea} = 8.553 \text{ Kgm}^2$$

Calculo del torque:

$$P_{max} = \sum F V + \sum \tau W$$

Dónde:

P max= Potencia máxima [HP]

$\sum F$ = Sumatoria de fuerzas [N]

V= velocidad [RPM]

$\sum \tau$ = Sumatoria de torques [Nm]

W= Velocidad angular [rad/s]

$$P_{max} = (F_{fricción} + F_{acel} + F_{elev}) V + (\tau_{fricción} + \tau_{acel} + \tau_{elev}) W$$

El bombo en este caso gira alrededor de un eje axial, por lo que las fuerzas que intervienen en un principio se deben vencer, pero luego estas fuerzas ayudan a la rotación del bombo, por lo que se anulan quedando:

$$P_{max} = (\tau_{fricción} + \tau_{acel} + \tau_{elev}) W$$

Se calcula la aceleración angular:

$$\alpha = \frac{W}{t}$$

Dónde:

$\alpha$ = Aceleración angular [rad/s<sup>2</sup>]

W= Velocidad angular [rad/s]

t= tiempo de estabilización [s]

$$W = 8 \text{ rpm}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

Primero transformamos la velocidad angular de RPM a rad/s:

$$W = 8 \text{ rpm} \left( \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) \left( \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right)$$

$$W = 0.838 \text{ rad/s}$$

$$\alpha = \frac{0.838}{5}$$

$$\alpha = 0.1676 \text{ rad/s}^2$$

Una vez calculada la aceleración angular procedemos a calcular el torque:

$$\tau = I \alpha$$

Dónde:

$\tau$ = Torque [Nm]

$I$ = Inercia total [ $\text{Kgm}^2$ ]

$\alpha$ = Aceleración angular [ $\text{rad/s}^2$ ]

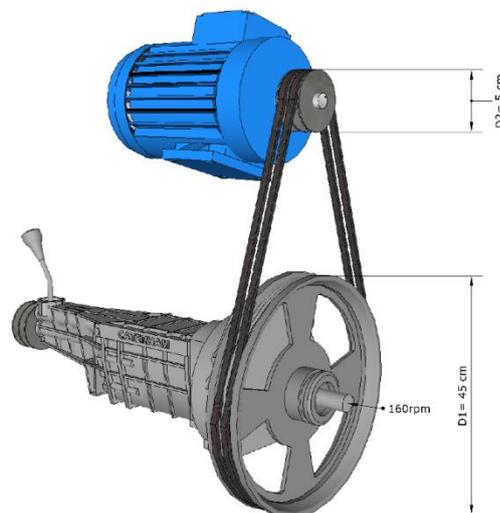
$$\tau = (I_{\text{bombo}} + I_{\text{tapas}} + I_{\text{aspas}} + I_{\text{polea}}) \alpha$$

$$\tau = (31.85 + 3.714 + 2.068 + 8.553) (0.1676)$$

$$\tau = (46.185)(0.1676)$$

$$\tau = 7.741 \text{ Nm}$$

Calculo de las rpm del sistema de poleas:



**Figura 10-2: Sistema de poleas caja y motor.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Para calcular la velocidad a la que debe girar el motor para obtener las 8 rpm que necesita el bombo se inicia de la siguiente igualdad:

$$D1 n1 = D2 n2$$

Dónde:

D1= Diámetro polea caja [cm]

n1= velocidad polea caja [rpm]

D2= Diámetro polea motor [cm]

n2= velocidad polea motor [rpm]

$$D1 = 45 \text{ cm}$$

$$n1 = 160 \text{ rpm}$$

$$D2 = 5 \text{ cm}$$

Despejamos n2:

$$n2 = \frac{D1 n1}{D2}$$

$$n2 = \frac{(45) (160)}{5}$$

$$n2 = 1440 \text{ RPM}$$

Por ultimo calculamos la potencia del motor que necesita el proceso para trabajar adecuadamente, la siguiente fórmula es para el cálculo de la potencia de motor para mecanismos giratorios:

$$P = \frac{\tau n}{(9550) (0.746)}$$

Dónde:

P=potencia del motor [HP]

$\tau$ = Torque total [Nm]

n= velocidad [rpm]

$$P = \frac{(7.741) (1440)}{(9550) (0.746)}$$

$$P = 1.565 \text{ HP}$$

Al realizar todo el estudio de los parámetros anteriores se elige utilizar un motor M2QA90S4A de la marca ABB de 2HP cuyas características se detallan en la figura 11-2.

| Potencia             |      | Tipo        | r/min    | Eficiencia [%]           |      |      | Factor de potencia |      |      | FS   | Corriente |      |     | Torque |           |            | Momento de inercia |         | Peso [kg] | Ruido [dBA] |
|----------------------|------|-------------|----------|--------------------------|------|------|--------------------|------|------|------|-----------|------|-----|--------|-----------|------------|--------------------|---------|-----------|-------------|
| [kW]                 | [HP] |             |          | % de la potencia nominal |      |      | 50                 | 75   | 100  |      | 50        | 75   | 100 | In [A] | Is In [A] | Ivacio [A] | Tn [Nm]            | Ts Tn   |           |             |
| 4 polos = 1800 r/min |      | 440 V 60 Hz |          |                          |      |      |                    |      |      |      |           |      |     |        |           |            |                    |         |           |             |
| 0,25                 | 0,33 | M2QA        | 71 M4A   | 1679                     | 60,1 | 66,3 | 66,9               | 0,48 | 0,63 | 0,72 | 1,15      | 0,68 | 3,2 | 0,6    | 1,4       | 2,2        | 2,7                | 0,00053 | 11        | 46          |
| 0,37                 | 0,5  | M2QA        | 71 M4A   | 1614                     | 66,2 | 66,4 | 62,7               | 0,62 | 0,75 | 0,82 | 1,15      | 0,95 | 4,9 | 0,6    | 2,2       | 1,4        | 1,7                | 0,00053 | 11        | 46          |
| 0,55                 | 0,75 | M2QA        | 71 M4B   | 1609                     | 69,4 | 69,2 | 65,3               | 0,66 | 0,78 | 0,85 | 1,15      | 1,3  | 4,9 | 0,6    | 3,3       | 1,4        | 1,7                | 0,00066 | 11        | 48          |
| 0,75                 | 1    | M2QA        | 80 M4B   | 1687                     | 69,2 | 74,8 | 75,4               | 0,53 | 0,67 | 0,77 | 1,15      | 1,7  | 5,6 | 1,3    | 4,2       | 2,5        | 2,5                | 0,00174 | 17        | 50          |
| 1,1                  | 1,5  | M2QA        | 80 M4B*  | 1625                     | 74,7 | 74,7 | 70,9               | 0,67 | 0,80 | 0,85 | 1         | 2,4  | 5,6 | 1,3    | 6,6       | 1,6        | 1,6                | 0,00174 | 17        | 50          |
| 1,5                  | 2    | M2QA        | 90 S4A   | 1644                     | 76,8 | 77,8 | 75,0               | 0,65 | 0,77 | 0,83 | 1,15      | 3,1  | 5,5 | 1,4    | 8,7       | 1,7        | 1,7                | 0,00254 | 21        | 56          |
| 2,2                  | 3    | M2QA        | 100 L4A  | 1724                     | 80,0 | 82,7 | 82,1               | 0,63 | 0,74 | 0,80 | 1,15      | 4,4  | 5,5 | 2,6    | 12,2      | 2,3        | 2,6                | 0,00679 | 32        | 57          |
| 3                    | 4    | M2QA        | 100 L4B  | 1706                     | 81,1 | 83,6 | 83,1               | 0,72 | 0,81 | 0,87 | 1,15      | 5,5  | 6,0 | 2,8    | 16,8      | 2,3        | 2,6                | 0,00862 | 36        | 57          |
| 3,7                  | 5    | M2QA        | 112 M4A  | 1730                     | 82,6 | 85,4 | 85,4               | 0,61 | 0,73 | 0,80 | 1,15      | 7,2  | 6,0 | 4,4    | 20,4      | 2,6        | 3,0                | 0,01306 | 45        | 60          |
| 4,5                  | 6    | M2QA        | 112 M4A  | 1715                     | 84,3 | 85,5 | 84,6               | 0,67 | 0,77 | 0,84 | 1,15      | 8,3  | 4,8 | 4,4    | 25,1      | 2,1        | 2,4                | 0,01306 | 45        | 60          |
| 5,5                  | 7,5  | M2QA        | 112 L4A* | 1720                     | 83,5 | 84,5 | 83,5               | 0,71 | 0,80 | 0,84 | 1         | 10,5 | 7,0 | 5,6    | 35        | 2,2        | 2,2                | 0,01484 | 49        | 67          |

**Figura 11-2: Especificaciones del motor eléctrico M2QA90S4A.**

Fuente: <http://www2.electron.frba.utn.edu.ar/archivos/Motores.pdf>

### 2.3.2.2 Dimensionamiento del variador de frecuencia

Para realizar el dimensionamiento del variador de frecuencia, se tiene en cuenta varios parámetros como son: La potencia nominal del motor, la tensión de entrada, y las prestaciones en cuanto a modo de operación, puertos de comunicación, salidas de relé y fácil configuración de los parámetros.

Tomando en cuenta los parámetros anteriormente citados se elige el variador de frecuencia SV022iG5A-2 de la marca LS, el cual cumple con todas las necesidades para su correcta aplicación y funcionamiento en el sistema. Esta serie posee la capacidad de controlar un motor de

hasta 2,2 kW (3HP), su tensión de entrada es trifásica de 200 a 230 V, y posee comunicación RS485 con protocolo de comunicación modbus RTU.

En la Tabla 4-2 se observa los parámetros que poseen cada uno de los variadores de frecuencia LSiG5A.

**Tabla 4-2:** Codificación de los variadores de frecuencia LSiG5A

| SV             | 022                        |         | iG5A                        | - | 2                  | (N)                       |         |
|----------------|----------------------------|---------|-----------------------------|---|--------------------|---------------------------|---------|
| Variador<br>LS | Potencia nominal del motor |         | Nombre de serie<br><br>iG5A |   | Tensión de entrada |                           | Teclado |
|                | 004                        | 0,4 kW  |                             |   | 1                  | Monofásico<br>200 – 230 V |         |
|                | 008                        | 0,75 kW |                             |   |                    |                           |         |
|                | 015                        | 1,5 kW  |                             |   |                    |                           |         |
|                | 022                        | 2,2 kW  |                             |   | 2                  | Trifásico<br>200 – 230 V  |         |
|                | 037                        | 3,7 kW  |                             |   |                    |                           |         |
|                | 040                        | 4,0 kW  |                             |   |                    |                           |         |
|                | 055                        | 5,5 kW  |                             |   |                    |                           |         |
|                | 075                        | 7,5 kW  |                             |   |                    |                           |         |
|                | 110                        | 11,0 kW |                             |   |                    |                           |         |
|                | 150                        | 15,0 kW |                             |   | 4                  | Trifásico<br>380 – 480 V  |         |
|                | 185                        | 18,5 kW |                             |   |                    |                           |         |
| 220            | 22,0 kW                    |         |                             |   |                    |                           |         |

**Realizado por:** JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017.

**Fuente:** LS, 2008

### 2.3.2.3 Dimensionamiento del contactor

El dimensionamiento del contactor se lo realiza teniendo en cuenta la protección que debe tener la instalación del variador de frecuencia, como en el manual de usuario recomienda, que se utilice un contactor eléctrico antes de la alimentación a las borneras de entrada del variador de frecuencia.

Para tal motivo mediante el consumo de corriente que tiene el variador de frecuencia en la parte de alimentación de 14,5 A, se opta por trabajar con un contactor que supere este rango de corriente y que cumpla con las normas para contactores eléctricos según la carga a conectar.

Haciendo este análisis se elige un contactor LC1D12 de la marca Schneider Electric, con el la categoría AC1; el cual que cumple con todos los parámetros antes mencionados. En la figura 12-2 se muestra la tabla con las características del contactor seleccionado.

**Table 14: TeSys D Contactors**

| Catalog Number | Standard Motor Ratings @ 50/60 Hz (hp) |       |       |       |       |       | Max. Inductive AC3 Current (A) | Max. Resistive AC1 Current (A) | Max. Component SCCR (kA) <sup>1</sup> |                            |
|----------------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
|                | 1 Ø                                    |       | 3 Ø   |       |       |       |                                |                                | Circuit Breakers @ 480 V <sup>2</sup> | Fuses @ 600 V <sup>3</sup> |
|                | 120 V                                  | 240 V | 208 V | 240 V | 480 V | 600 V |                                |                                |                                       |                            |
| LC1D09         | 0.5                                    | 1     | 2     | 2     | 5     | 7.5   | 9                              | 20                             | 85                                    | 100                        |
| LC1D12         | 1                                      | 2     | 3     | 3     | 7.5   | 10    | 12                             | 25                             | 85                                    | 100                        |
| LC1D18         | 1                                      | 3     | 5     | 5     | 10    | 15    | 18                             | 32                             | 85                                    | 100                        |
| LC1D25         | 2                                      | 3     | 7.5   | 7.5   | 15    | 20    | 25                             | 40                             | 85                                    | 100                        |
| LC1D32         | 2                                      | 5     | 10    | 10    | 20    | 30    | 32                             | 50                             | 85                                    | 100                        |
| LC1D40A        | 3                                      | 5     | 10    | 10    | 30    | 30    | 40                             | 60                             | 100                                   | 100                        |
| LC1D50A        | 3                                      | 7.5   | 15    | 15    | 40    | 40    | 50                             | 80                             | 100                                   | 100                        |
| LC1D65A        | 5                                      | 10    | 20    | 20    | 40    | 50    | 65                             | 80                             | 100                                   | 100                        |
| LC1D80         | 7.5                                    | 15    | 25    | 30    | 60    | 60    | 80                             | 125                            | 100                                   | 100                        |
| LC1D115        | —                                      | —     | 30    | 40    | 75    | 100   | 115                            | 200                            | 100                                   | 100                        |
| LC1D150        | —                                      | —     | 40    | 50    | 100   | 125   | 150                            | 200                            | 100                                   | 100                        |

**Figura 12-2: Características del contactor eléctrico.**

Fuente: <http://www2.schneider-electric.com/documents/product-services/en/product-launch/multistandard/8536DB0901.pdf>

### 2.3.2.4 Dimensionamiento de conductores

El dimensionamiento correcto de los conductores es de suma importancia en cualquier instalación eléctrica, ya que previene al circuito de fallas en el funcionamiento de los componentes, corto circuitos, sobrecalentamiento y ayuda a prolongar el tiempo de vida útil de los elementos usados. A continuación se detalla el dimensionamiento de conductores que requiere la estación.

- **Dimensionamiento de conductores para la acometida eléctrica**

Para la obtención del calibre de la acometida principal de la estación de trabajo se realiza el dimensionamiento por sumatorias de corrientes de entrada de las cargas. En la tabla 5-2 se observa los elementos tomados en cuenta para tal propósito.

**Tabla 5-2:** Corrientes de entrada de distintos elementos

| Elemento                    | Corriente de entrada (A) |
|-----------------------------|--------------------------|
| Fuente                      | 1.7 (A)                  |
| Variador de frecuencia IG5A | 14.5 (A)                 |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### Cálculo del calibre del conductor

Fórmula para la sumatoria de corrientes

$$I_t = I_1 + I_2$$

Dónde:

$I_t$  = corriente total (A)

$I_1$  =  $I_{\text{fuente}}$  (A)

$I_2$  =  $I_{\text{variador}}$  (A)

Solución:

$$I_t = 1.7 + 14.5 \text{ (A)}$$

$$I_t = 16,5 \text{ (A)}$$

La corriente  $I_t$  se multiplica por el factor de reserva ( $fr=1,25$ ) para corregir el nivel de corriente del circuito

$$I_{\text{total}} = I_t \times 1.25$$

$$I_{\text{total}} = 16,5 \times 1,25 \text{ (A)}$$

$$I_{\text{total}} = 20,625 \text{ (A)}$$

El valor de corriente total es el usado para escoger el número de calibre adecuado según la tabla que se muestra en la figura 13-2.

| Codigo del Producto | Calibre AWG o Kcmil | Formacion (#Alambres) | Diametro Exterior (mm) | Amperaje (A) | Tramo Rollo (m) | Tramo Carrete (m) | Peso Neto Aprox. (Kg) |
|---------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|--------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| 07-0003             | 18                  | 16 x 0.254            | 2.69                   | -            | 100             | -                 | 1.42                  |
| 07-0004             | 16                  | 16 x 0.32             | 3.01                   | -            | 100             | -                 | 1.97                  |
| 07-0005             | 14                  | 26 x 0.32             | 3.39                   | 20           | 100             | -                 | 2.85                  |
| 07-0006             | 12                  | 41 x 0.32             | 3.88                   | 25           | 100             | -                 | 4.10                  |
| 07-0007             | 10                  | 65 x 0.32             | 4.49                   | 30           | 100             | -                 | 6.06                  |

**Figura 13-2 Tabla para la selección del calibre del conductor.**

Fuente: <http://www.incable.com/index.php/productos/cobre/cables-flexibles/cable-de-cobre-aislado-flexible-tipo-tw-mtw-600v.html>

La corriente que absorbe la acometida eléctrica es 20,25 (A) por lo que se toma su inmediato superior al valor de 25 (A) dando como resultado la selección del cable calibre número 3x12 AWG.

- **Dimensionamiento de conductores para el motor.**

El cálculo para el dimensionamiento del calibre del motor se lo realiza de la misma forma que el apartado anterior en este caso solo se toma la corriente del motor y se debe multiplicar por 1,25 para la corrección de corriente.

$$I = I_m \times 1,25 \text{ (A)}$$

Dónde:

$I_m$  = corriente del motor.

Solución

$$I_m = 6,53 \times 1,25 \text{ (A)}$$

$$I_m = 8,16 \text{ (A)}$$

Se escoge un calibre de conductor 3x16 AWG ya que es una corriente menor a 20 (A). La selección de protección del motor será un interruptor termomagnético de 10 (A) a tres polos ya que en el mercado existen interruptores de 6 (A), 10 (A),... etc. Su selección debe superar el valor de la corriente que se obtiene del motor.

- **Protección para el HMI**

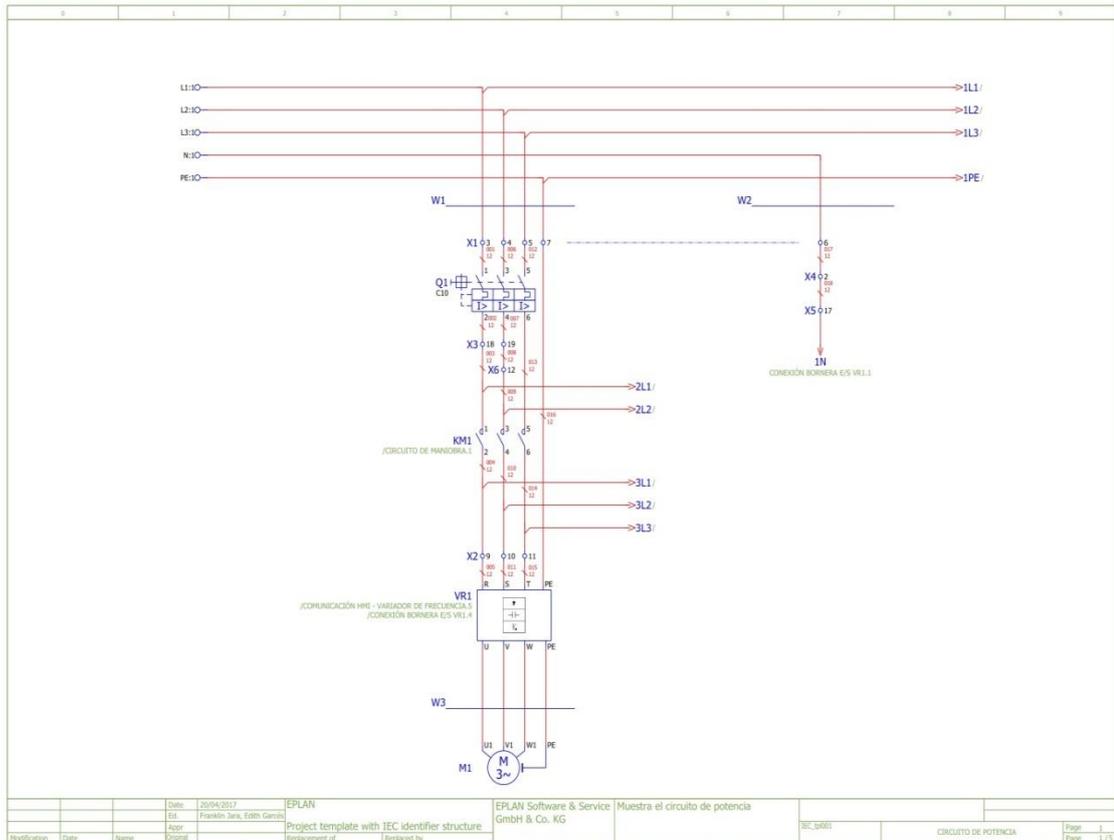
Debido a que el consumo de corriente del HMI es de 0,9 (A) su protección será un elemento que supere dicha corriente, en el mercado existen interruptores termomagnético desde 1 (A), razón por la cual se elige un interruptor termomagnético Schneider de 1 (A) de un polo.

### ***2.3.3 Diseño del sistema eléctrico***

Previo a la instalación del sistema eléctrico se desarrolla los diseños de cada uno de los diagramas de conexión, los cuales son diseñados en el software Eplan Electric P8. Los diagramas de conexión son de gran importancia ya que sirven de guía para la implementación y en un futuro para dar mantenimiento a la estación de trabajo. A continuación se detalla cada uno de los diagramas de conexión.

### 2.3.3.1 Circuito de potencia

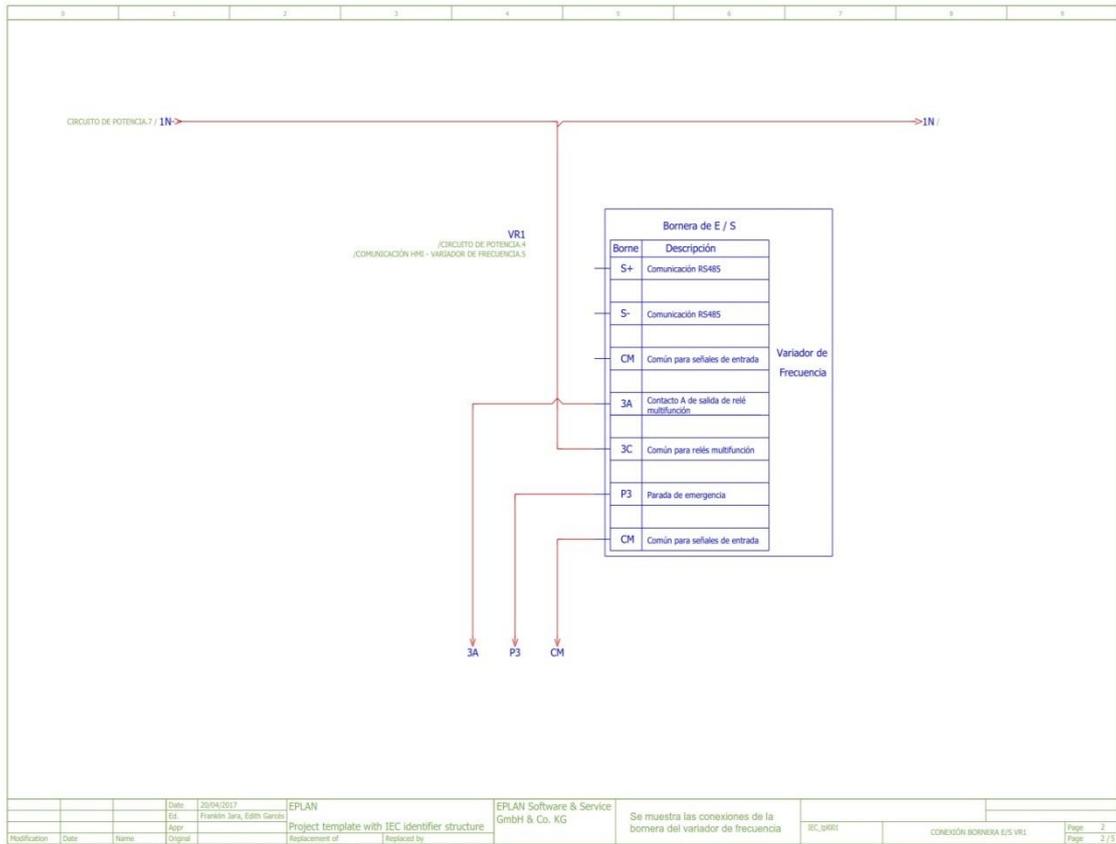
En la figura 14-2 se muestra el diagrama de conexión del circuito de potencia, en el cual se visualiza la conexión desde la red trifásica hacia el interruptor termomagnético, contactor electromagnético, variador de frecuencia y motor.



**Figura 14-2: Diagrama de conexión del circuito de potencia.**  
**Realizado por:** JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.3.3.2 Circuito de conexión del variador de frecuencia

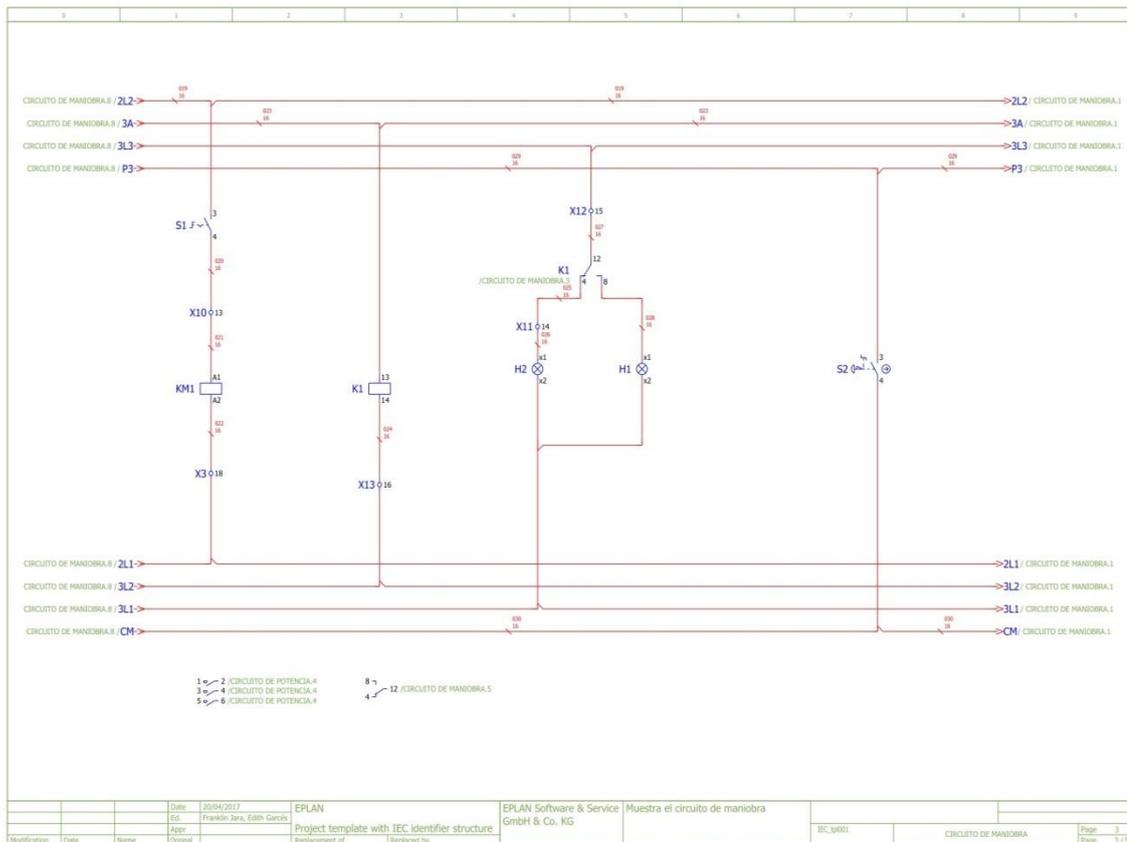
En la figura 15-2 se visualiza las conexiones realizadas en las borneras del variador de frecuencia.



**Figura 15-2: Diagrama del circuito de conexión del variador de frecuencia.**  
**Realizado por:** JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.3.3.3 Circuito de maniobra.

En la figura 16-2 se muestra el diagrama de conexión del circuito de maniobra en el cual se visualiza los elementos del arranque del sistema y las luces piloto que se usan.

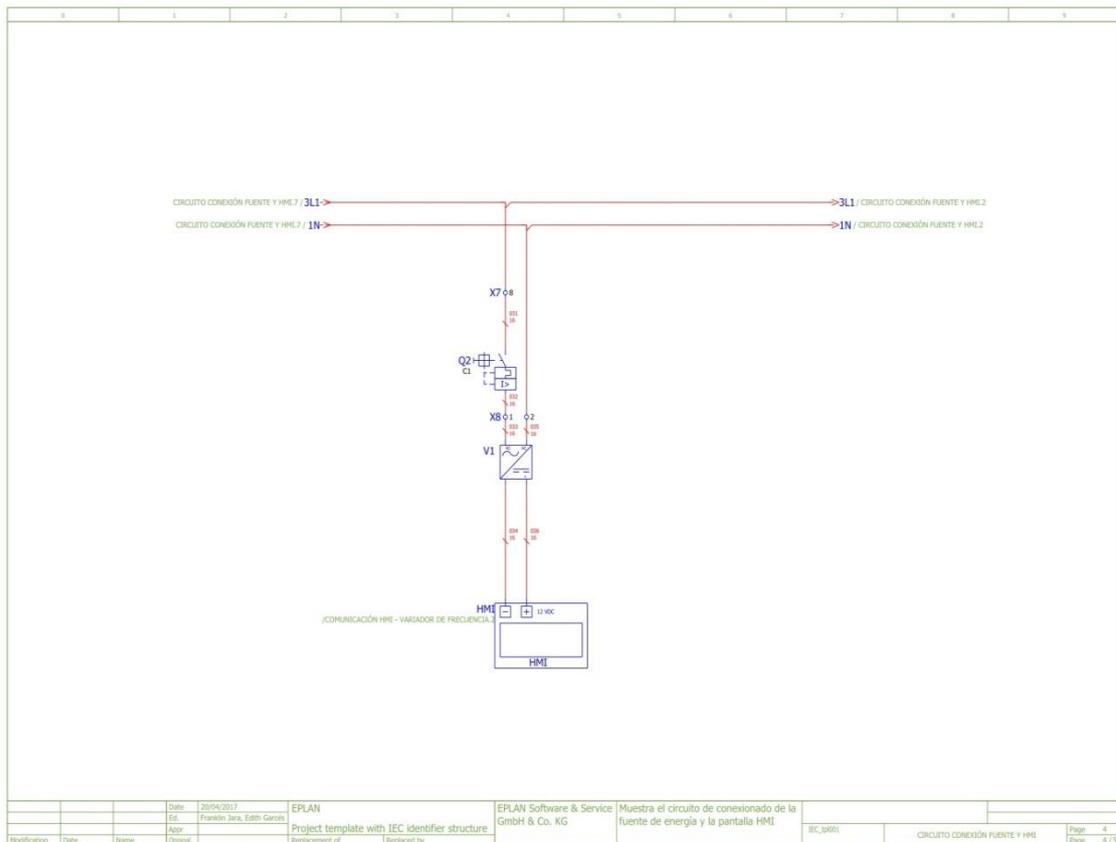


**Figura 16-2: Diagrama de conexión del circuito de maniobra.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.3.3.4 Circuito de conexión entre fuente de energía y pantalla HMI.

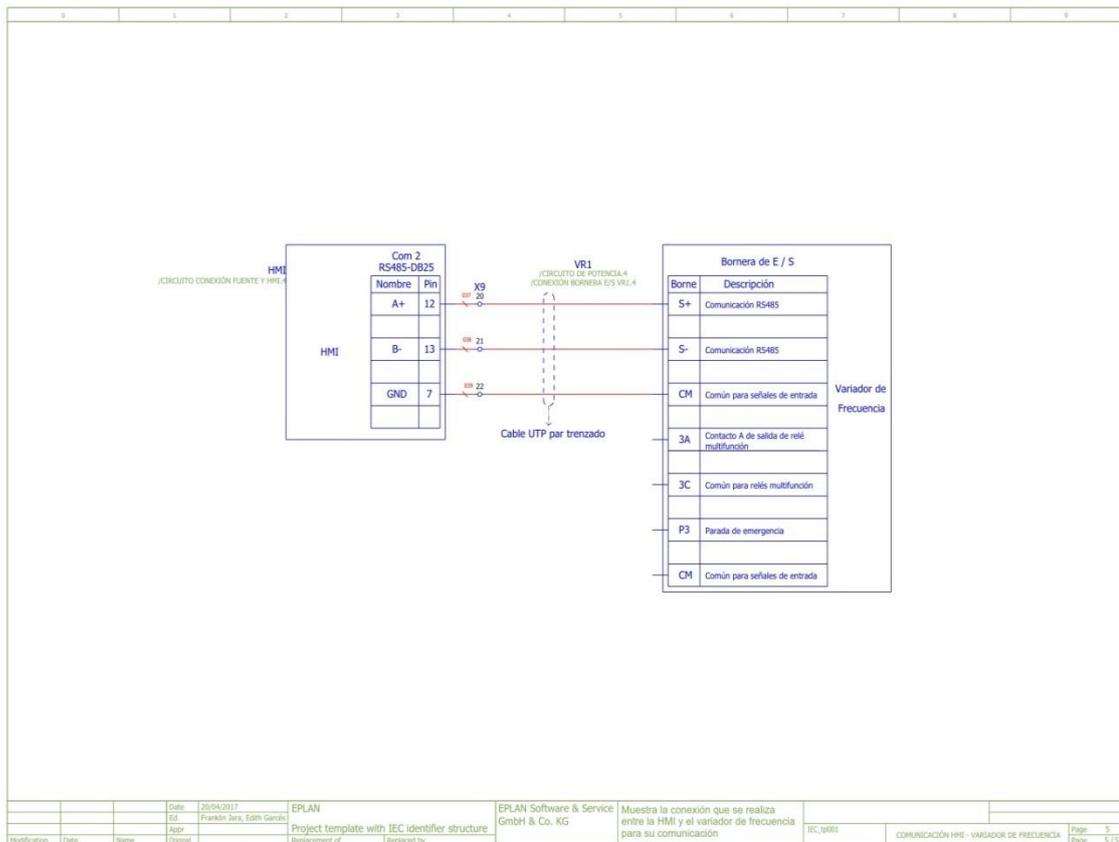
La figura 17-2 muestra el diagrama de conexión que se necesita realizar entre la fuente de energía y pantalla HMI, las cuales están protegidas por un interruptor termomagnético.



**Figura 17-2: Diagrama del circuito de conexión entre la fuente de energía y pantalla HMI.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.3.3.5 Circuito de conexión entre HMI y variador de frecuencia.

La figura 18-2 muestra el diagrama de conexión que debe realizarse entre el HMI y las borneras del variador de frecuencia.



**Figura 18-2: Diagrama del circuito de conexión entre HMI y variador de frecuencia.**  
**Realizado por:** JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

## 2.4 Implementación del sistema eléctrico

Al realizar el análisis y el dimensionamiento de todos los equipos, componentes, protecciones y conductores y tener los esquemas eléctricos del sistema de mando, potencia, comunicación y la acometida trifásica, se procede a realizar la implementación de todo el sistema eléctrico del proceso de automatización de la etapa de Ribera-Curtido de pieles.

### 2.4.1 Instalación de la acometida trifásica

Para llevar a cabo el proceso de instalación de la acometida trifásica se debe tener en cuenta varios aspectos tanto de seguridad personal y de protección de los diferentes equipos que se encuentran instalados en el Laboratorio de Curtiembre, para no provocar ningún accidente o daño en los equipos, se debe poseer el esquema eléctrico del circuito de la acometida trifásica para llevar a cabo la correcta instalación de los conductores y manguera que se va a instalar.

El primer paso para realizar la instalación de la acometida trifásica es usar la protección adecuada como son guantes, casco, botas y desconectar el paso de energía eléctrica en todo el laboratorio, para evitar accidentes. Después se debe identificar el lugar en donde se encuentra la red trifásica dentro del laboratorio; esta se encuentra en un tablero eléctrico que alimenta el equipo del proceso de pintado de pieles, en la figura 19-2 se aprecia el lugar donde se encuentra la red trifásica.

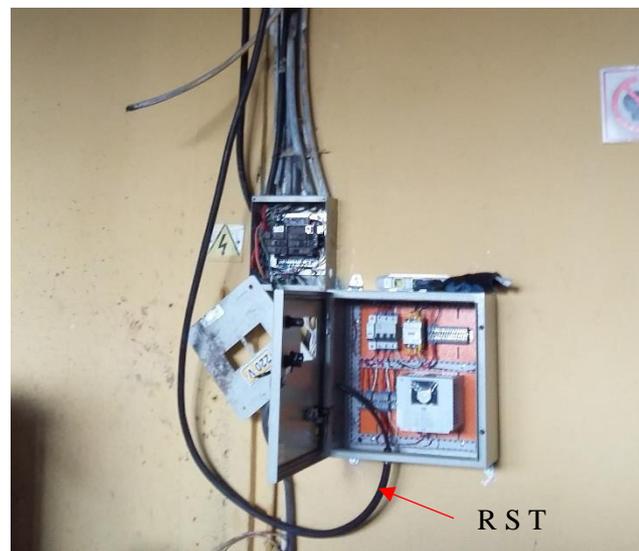


**Figura 19- 2: Lugar donde se encuentra la red trifásica.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Del tablero eléctrico de alimentación del equipo de pintado de pieles, se realiza la medición de la distancia que se necesita cablear hasta llegar al lugar en donde va a estar ubicado el tablero de control, Ribera-Curtido, hay que tomar en cuenta que los conductores y la manguera deben ir en la parte superior del laboratorio donde no tenga ningún peligro de corto circuito.

Al realizar la medición se procede a colocar la manguera desde el tablero de control hasta llegar al tablero eléctrico donde se encuentra la red trifásica, luego de este proceso se realiza los agujeros respectivos para que la manguera quede dentro de cada uno de los dos tableros, se ajustan con abrazaderas metálicas para asegurar su fijación y se coloca grapas metálicas en la pared donde sea necesario realizar un ajuste de la manguera.

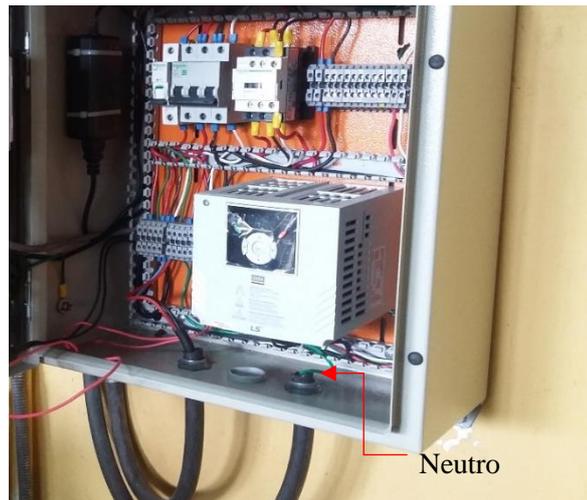
Después de tener colocada la manguera de forma correcta se procede a introducir los cables que van a ser los que conduzcan la corriente eléctrica y llegue al tablero de control para que alimente todo el circuito eléctrico a implementar; este proceso se puede observar en la figura 20-2. Una vez pasado el cable se realiza el pelado y ponchado de terminales en cada uno de los extremos de los cables para su conexión en los terminales que correspondan a cada una de las fases R S T.



**Figura 20-2: Instalación de la acometida trifásica.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Para llevar a cabo la instalación de la línea de neutro se decide realizar una conexión del tablero de distribución que queda cerca del tablero de control a implementar, se procede de la misma manera pasando la manguera y posteriormente el cable para que haga las veces de neutro en nuestro diseño, en la figura 21-2 se muestra la instalación de la línea de neutro. Todos estos

procesos se deben realizar usando los diagramas eléctricos mostrados en las figuras desde la 14-2 hasta la 18-2.



**Figura 21-2: Instalación del neutro al tablero de control.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

#### **2.4.2 Montaje del tablero de control**

Una vez que se diseña todos los esquemas eléctricos con sus respectivos circuitos se procede a realizar la implementación de los equipos y su respectivo cableado dentro del tablero de control, siguiendo normas y todos los cuidados que ameritan realizar una instalación eléctrica.

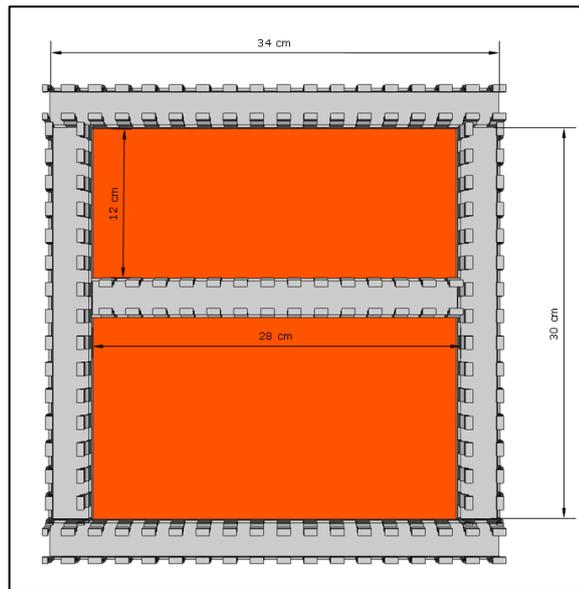
##### **2.4.2.1 Diseño de la distribución de los equipos**

La distribución de los equipos y componentes que conforman el tablero de control se lo realiza en un software de dibujo 3D, en el cual se estudia minuciosamente las posiciones que van a ocupar cada uno de los equipos y dispositivos para poder evitar errores en la implementación.

- *Canaleta ranurada*

El diseño del posicionamiento de la canaleta ranurada se la realiza en todo el rededor de la placa interna removible del tablero de control y en la parte central de la misma, para que pueda

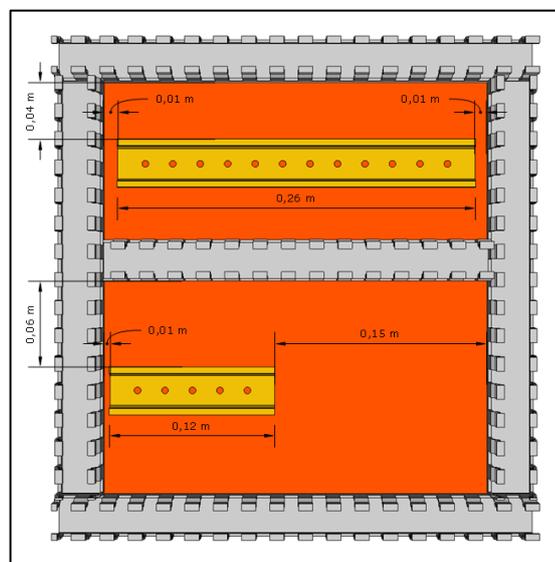
almacenar de una manera eficiente todos los conductores del circuito eléctrico, en la figura 22-2, se puede observar el diseño de lo antes mencionado.



**Figura 22- 2: Diseño de la posición de la canaleta ranurada.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

- *Rieles DIN*

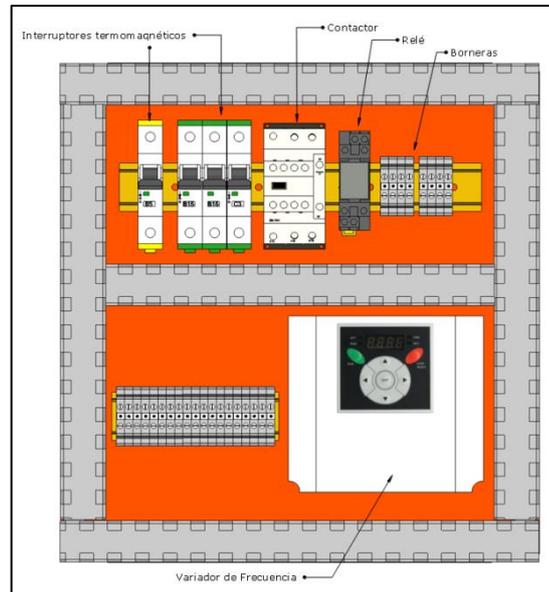
El posicionamiento de los Rieles DIN se puede observar en la figura 23-2, estos elementos son los que dan soporte a varios equipos y dispositivos que conforman el tablero de control como son: interruptores termomagnéticos, contactor, relé y borneras de conexión.



**Figura 23-2: Diseño de la posición de rieles DIN.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

- *Equipos*

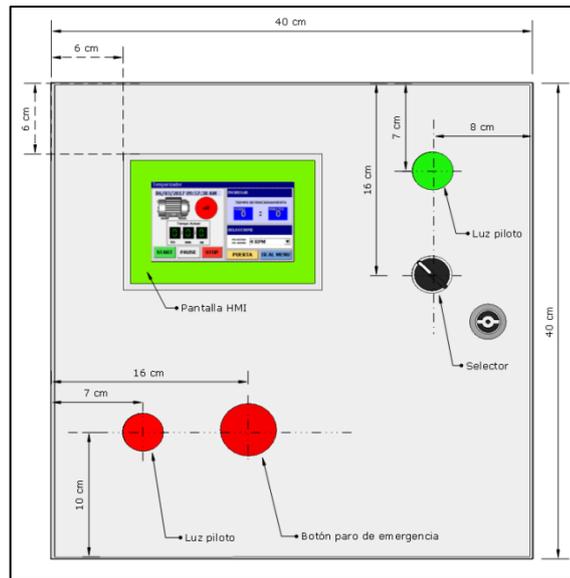
El posicionamiento de los equipos se lo puede observar en la figura 24-2, este diseño se lo propuso para que haya buen manejo de la comunicación entre cada equipo que tiene conexión entre sí, el posicionamiento del variador de frecuencia se lo debe instalar mediante pernos directamente en la placa interna removible, los demás equipos se los instalan directamente en los rieles DIN.



**Figura 24- 2: Diseño de la posición de los equipos internos.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

- *Dispositivos de mando y visualización*

Los dispositivos de mando y visualización son los que permiten al usuario interactuar con el equipo, los dispositivos que se utilizan son: luz piloto, selector, botón de paro de emergencia y pantalla HMI, en la figura 25-2 se muestra el posicionamiento de estos elementos en la parte frontal del tablero metálico.



**Figura 25-2: Diseño de la posición de los equipos.**  
 Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

#### 2.4.2.2 Instalación de los equipos en el tablero

Mediante el diseño de la distribución de los equipos se procede a llevar a cabo la implementación física de todos los equipos dentro del tablero de control, realizando paso a paso la finalización de la instalación de todos los equipos que intervienen en el sistema.

- *Instalación de la canaleta ranurada*

La canaleta ranurada se instala siguiendo el diseño de la figura 22-2 la cual va en todo el rededor de la plancha metálica interna y en la mitad de la misma, se corta en ángulo de 45 grados las canaletas de arriba, abajo, izquierda y derecha y la canaleta central se corta de forma perpendicular, para su fijación se utiliza tornillos auto perforantes con cabeza tipo Philips, la instalación de la canaleta ranurada se puede observar en la figura 26-2.



**Figura 26-2: Instalación de la canaleta ranurada.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

- *Instalación del riel DIN*

Para ubicar los equipos se sigue el diseño de la figura 23-2 los dos rieles DIN se instalan de forma horizontal, el primero en el centro de la parte superior y el segundo en el centro a la izquierda de la parte inferior de la plancha metálica removible del tablero de control, se fija con tornillos auto perforantes y paralelas al plano horizontal.

- *Instalación de los equipos*

Primero se instala el variador de frecuencia en la parte inferior derecha de la chapa metálica removible, para este proceso se toma medidas y se realiza perforaciones con el taladro en los puntos donde deben situarse los pernos de sujeción del variador de frecuencia, una vez instalado el variador de frecuencia se debe posicionar los demás equipos en el riel DIN siguiendo el diseño de la figura 24-2.

De esta manera se obtiene el tablero montado con todos los equipos para su posterior conexión con los conductores. En la figura 27-2 se observa el posicionamiento de los equipos en la plancha removible del tablero de control.



**Figura 27-2: Posicionamiento de los equipos.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

- *Instalación de los dispositivos mando y visualización*

Para llevar a cabo la instalación de los equipos se debe seguir el diseño realizado que se muestra en la figura 25-2. Para la ubicación de dichos dispositivos como son: luces piloto, selector de ON/OFF, botón de paro de emergencia y pantalla HMI, se realiza agujeros en la parte frontal de la tapa del tablero de control mediante una copa de 3/4, para ubicar los dispositivos circulares y se realizó un agujero rectangular para colocar la pantalla HMI.

La instalación de estos dispositivos se logra apreciar en la figura 28-2.



**Figura 28-2: Instalación de los dispositivos de mando y visualización.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.4.2.3 Cableado de los equipos y dispositivos

Una vez ubicados los equipos necesarios para el sistema automatizado, se realiza el cableado entre cada uno de los equipos y componentes que conforman el tablero de control, para realizar este proceso se debe disponer de los esquemas eléctricos donde se detallan todas las conexiones eléctricas que se deben llevar a cabo para que el circuito realice de forma correcta la tarea destinada. En la figura 29-2 se observa el desarrollo del cableado eléctrico del tablero de control.



**Figura 29-2: Cableado del tablero de control.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

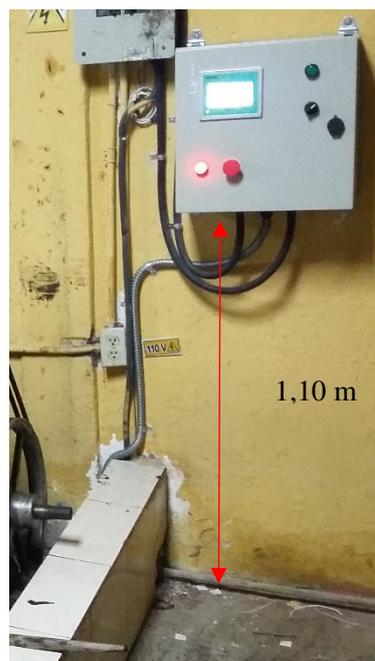
### 2.4.3 Instalación del tablero de control en el lugar de trabajo

Después del montaje del tablero de control, se continua con el proceso de instalación del mismo en el laboratorio de curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias, para realizar este proceso se toma en cuenta varios aspectos importantes para el usuario como son: la altura de fijación del tablero, el lugar en donde va a estar ubicado, y la seguridad del mismo.

#### 2.4.3.1 Fijación del tablero de control en la pared

Se analiza los parámetros anteriormente mencionados y se instala el tablero al lado derecho del bombo, sujetado en la pared ayudado de pernos tira fondos con tacos Fisher a una altura de 1,10 m desde el piso hasta la base del tablero, para la medida de la altura se la toma en cuenta la ergonomía para el operador de la máquina lo recomendable es instalar un tablero de control entre 0,60 m hasta 2,00 m desde el piso.

En la figura 30-2 se observa la instalación del tablero de control en el lugar de trabajo.



**Figura 30-2: Fijación del tablero de control.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

#### 2.4.3.2 Conexión de la acometida al tablero

Para finalizar con la implementación del sistema eléctrico se conecta la acometida trifásica al circuito de alimentación del tablero de control, y con esto el tablero queda listo para realizar las pruebas posteriores. En la figura 31-2 se aprecia la conexión de la acometida trifásica a los bornes de alimentación del tablero de control.



**Figura 31-2: Conexión de la acometida trifásica.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

## 2.5 Acondicionamiento mecánico

Después de la implementación del sistema eléctrico se procede al acondicionamiento mecánico de las instalaciones esto conlleva a la instalación de una caja de cambios en óptimas condiciones junto con el acople de sus respectivas poleas, la instalación de un nuevo motor que cumple los requerimientos necesarios para el funcionamiento. A continuación se detalla cada elemento a remplazar.

### 2.5.1 Remplazo de la caja de cambios

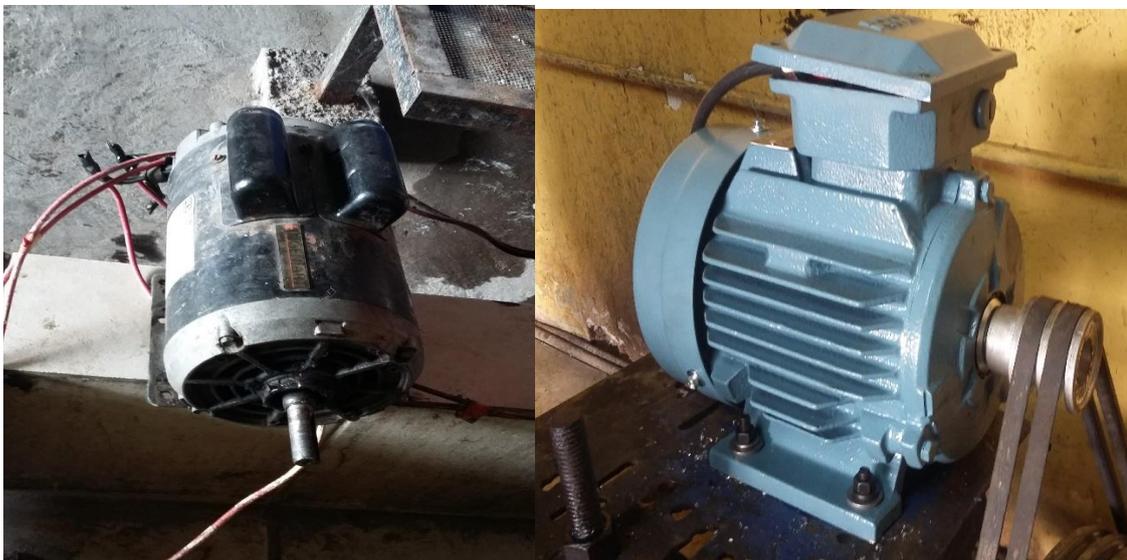
En la figura 32-2 se visualiza el remplazo de la caja de cambios por una en mejores condiciones, cuyo modelo es de un automóvil Lada Niva 21214, esta caja es elegida por sus características ya que ayuda al correcto funcionamiento del sistema. Además para prolongar la vida útil se lubrica los engranajes de la caja de transmisión. Cabe recalcar que para la realización del acondicionamiento del equipo se debe tomar las medidas necesarias de protección.



**Figura 32-2: Reemplazo de la caja de cambios.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.5.2 *Reemplazo del motor*

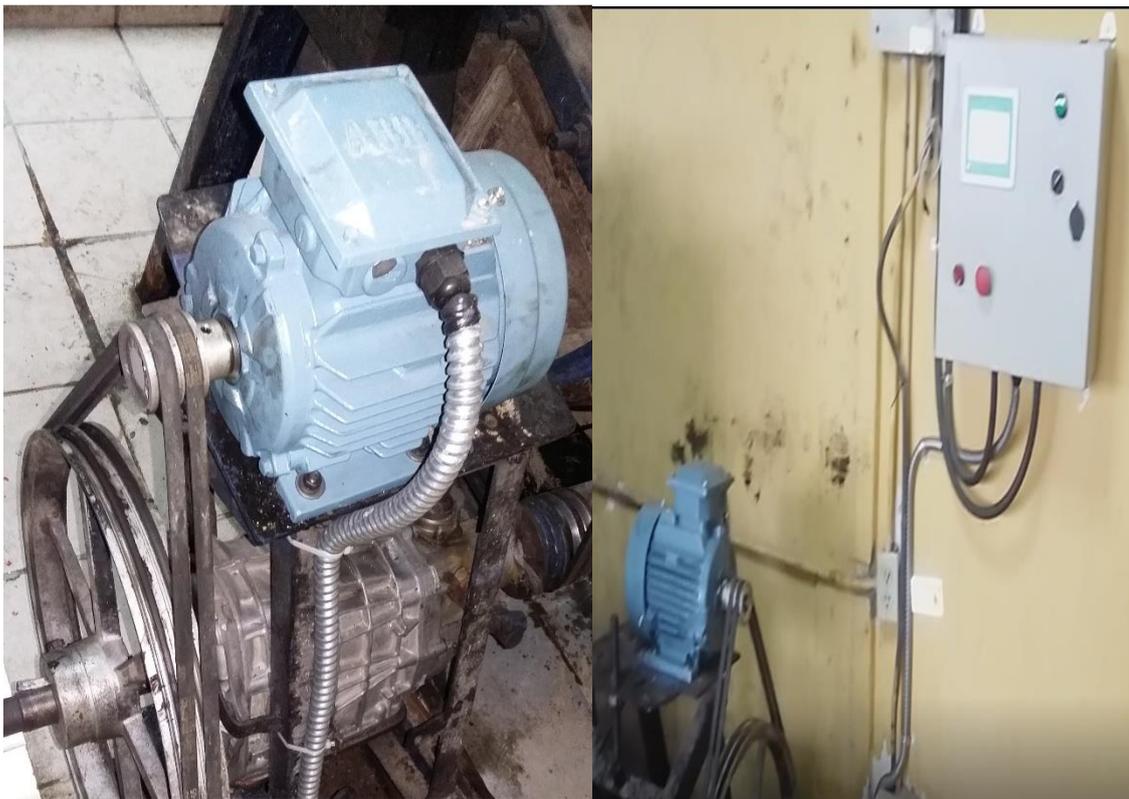
Después del acondicionamiento de la caja de transmisión se procede a la fijación del nuevo motor trifásico de 2HP como se puede observar en la figura 33-2, acondicionándolo de manera segura en la estructura antigua, siguiendo con la implementación mecánica del motor se acopla las correas a las poleas que existen en la estación de trabajo para la realización de pruebas en vacío del correcto funcionamiento del motor.



**Figura33-2: Instalación del motor trifásico de 2hp.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Una vez adecuado el motor ABB y constatado el correcto funcionamiento se procede a la instalación de la acometida desde el tablero de control hacia el motor, protegiendo los conductores con tubería metálica flexible, ya que en todo el proceso se maneja sustancias químicas que son peligrosas para el desgaste de la cubierta de los conductores eléctricos, lo cual ocasiona graves riesgo al personal de trabajo.

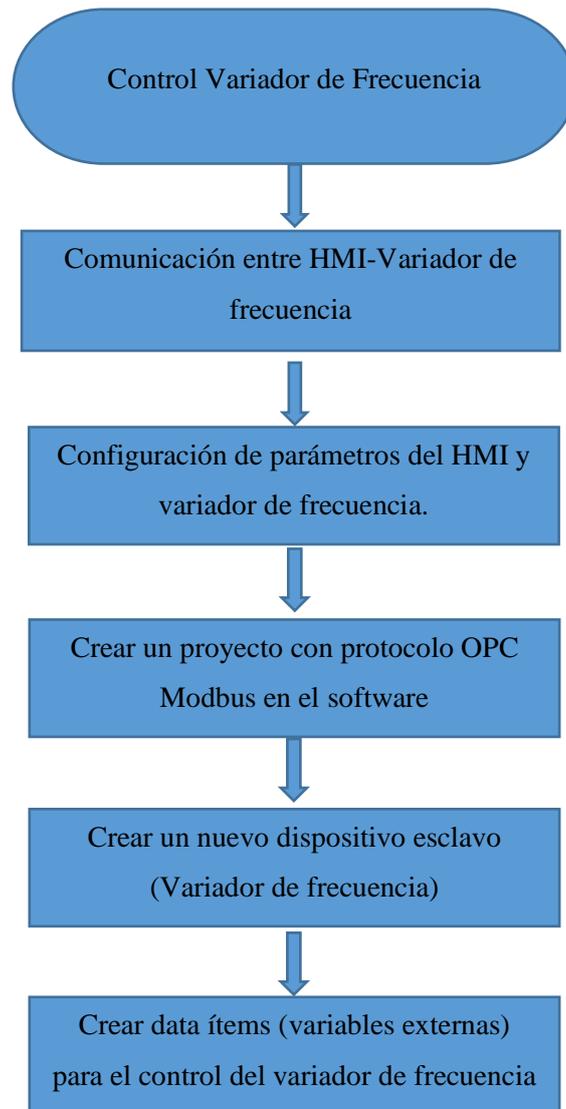
La tubería metálica es escogida ya que brinda varias características de seguridad a la instalación las cuales son protección contra agresiones mecánicas (torsión, vibraciones), estabilidad ante agua jabonosa, estabilidad frente a aceites minerales y vegetales. En la figura 34-2 se observa la instalación eléctrica desde el tablero de control hacia el sistema con su debida protección.



**Figura 34-2: Instalación eléctrica del tablero de control hacia el motor.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

## 2.6 Modelo de programación para el control del variador de frecuencia

La figura 35-2 muestra el modelo general que se utilizó para desarrollar la programación del control del variador de frecuencia mediante el HMI.



**Figura 35-2: Modelo para el control del variador de frecuencia.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

## 2.7 Implementación de la comunicación modbus

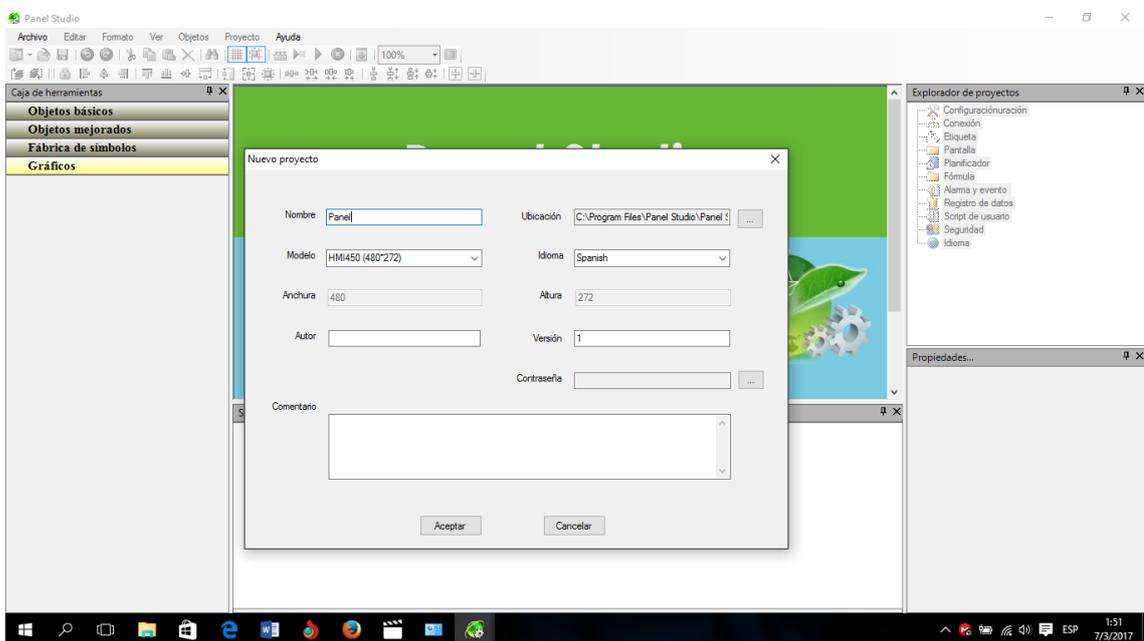
Para establecer comunicación entre la parte de maniobra (pantalla HMI) y la parte de potencia (variador de frecuencia) se debe realizar la configuración de cada uno de estos dos equipos, en los apartados siguientes se detalla el procedimiento que se realiza para realizar dicha conexión.

## 2.7.1 Configuración de la pantalla HMI

Para la configuración de la comunicación modbus de la pantalla HMI se requiere tener una conexión mediante un servidor OPC con protocolo OPC modbus, para configurar dicho protocolo se debe seguir tres procesos que son: configuración del hardware, crear dispositivos esclavos y crear data ítems.

### 2.7.1.1 Configuración del hardware

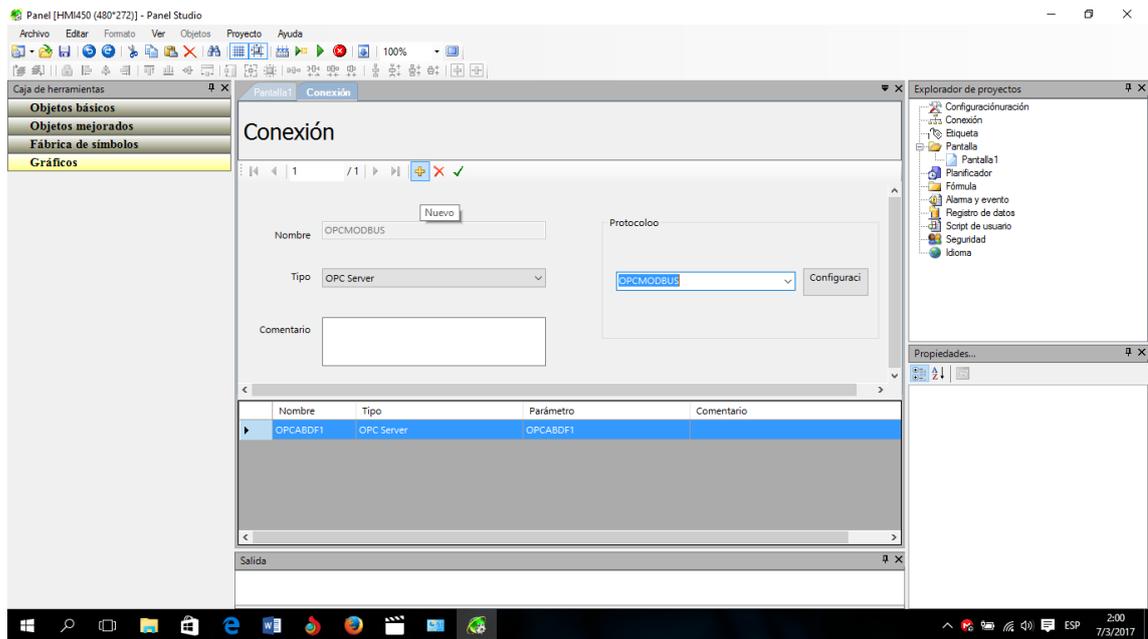
En este apartado mediante el Software Panel Studio, que es el software de operación de la pantalla HMI, se crea un nuevo proyecto como se muestra en la figura 36-2, seguidamente en la ventana Explorador de proyectos ubicarse en conexión y dar doble clic



**Figura 36-2: Creación de un nuevo proyecto.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

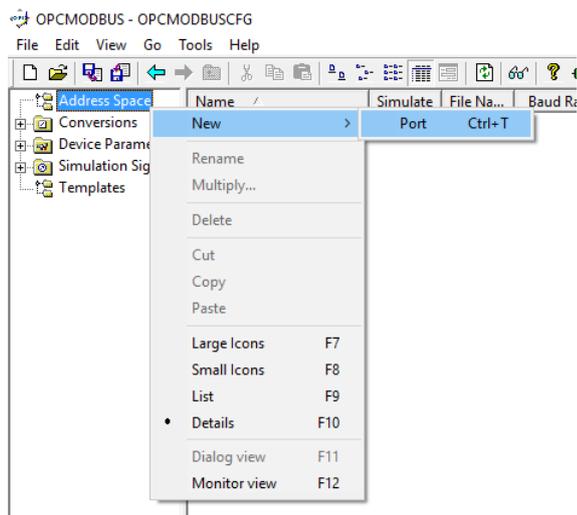
Una vez en la pestaña de Conexión se crea una nueva conexión dando clic en el botón +, en Tipo seleccionamos OPC Server, en Protocolo seleccionamos OPCMODBUS, como se observa en la figura 37-2.



**Figura 37-2: Creación de la conexión OPC server.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

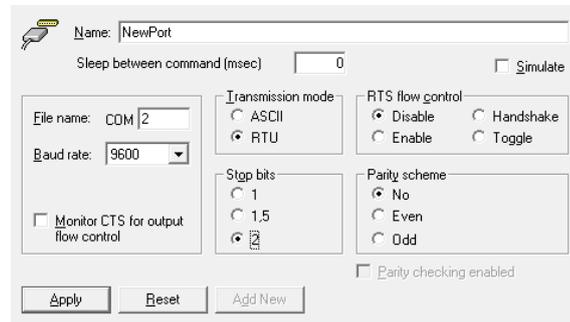
El siguiente paso es configurar la conexión, dar clic en Configuración y en la ventana siguiente en la pestaña Address Space se crea un nuevo puerto, para configurar el puerto de comunicación de la HMI (Hardware), esto se puede ver en la figura 38-2.



**Figura 38-2: Creación del puerto de comunicación.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

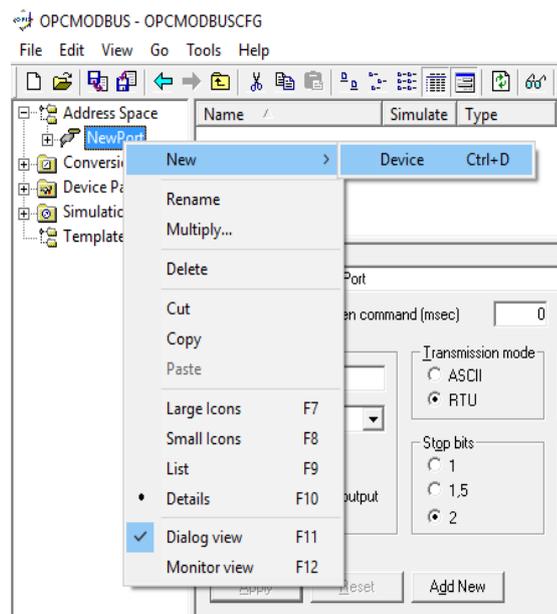
Para finalizar con la configuración del Hardware (HMI) se selecciona los parámetros del puerto de la pantalla HMI con los parámetros que se detallan en la figura 39-2, seguidamente dar clic en el botón Apply.



**Figura 39-2: Configuración del puerto.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

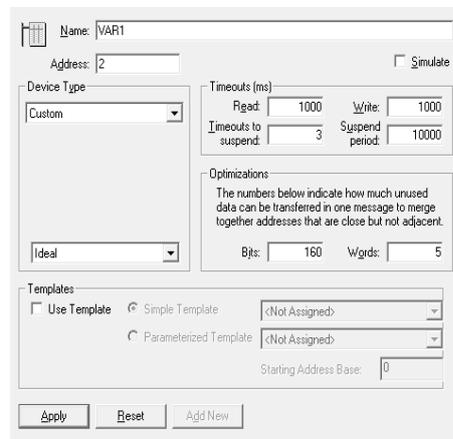
### 2.7.1.2 Creación de Dispositivos esclavos

El segundo paso luego de crear y configurar el puerto de HMI, se debe crear el dispositivo esclavo en este caso es el variador de frecuencia, para esto en la pestaña New Port seleccionamos con clic derecho New Device, para crear el dispositivo esclavo, como se muestra en la figura 40-2.



**Figura 40-2: Creación de un nuevo dispositivo.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

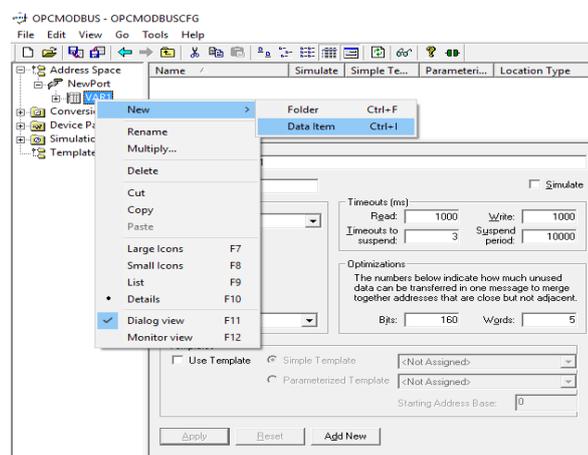
En la ventana de configuración de los parámetros del dispositivo se debe cambiar el nombre a VAR1 (Variador de frecuencia 1) y la dirección a 2 (Dirección del variador de frecuencia), los demás parámetros se los deja por defecto como se muestra en la figura 41-2. Luego de realizar la selección de los parámetros dar clic en Apply.



**Figura 41-2: Configuración del dispositivo.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.7.1.3 Crear data ítems

En el tercer paso se crea los data ítems, que son variables externas que representan a los registros de un dispositivo y se utiliza para almacenar valores que se van a leer o escribir desde el variador a la pantalla HMI y viceversa. Para crear un Data ítem se debe posicionar en la pestaña del dispositivo antes creado, dar clic derecho y seleccionar New Data ítem, como se muestra en la figura 42-2.



**Figura 42-2: Creación de un data ítem.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

En el siguiente paso se configura parámetros de los Data ítems, en este caso se configura: el nombre, el tipo de registro, el tipo de dato, la dirección de iniciación y que tipo de operación va a realizar si es de escritura, lectura o las dos, la configuración de estos parámetros se observa desde las figuras 43-2 hasta la figura 45-2. Una vez configurado se aplican los cambios.

Para la selección de los parámetros de los data ítems creados se utiliza los registros: 0x0005 para el data ítem REF\_FRECU (Referencia de Frecuencia), 0x0006 para el data ítem COMANFUN\_0x0006 (Comando de funcionamiento) y el registro 0x0010 para el data ítem paro\_emergencia (Paro de emergencia) que corresponde al registro de *Estado de la bornera de entrada*, ya que el paro de emergencia se conecta a la entrada P3 de la bornera del variador de frecuencia.

Hay que tener en cuenta que el parámetro Starting address se configura transformando el dato hexadecimal del registro en dato decimal. En el Anexo H se detallan los registros que posee el variador de frecuencia.

The screenshot shows a configuration dialog box for a data item named "COMANFUN\_0x0006". The dialog has several sections:

- Name:** COMANFUN\_0x0006
- Description:** (empty)
- Register/Relay type:** Output Register AD (4xxxx)
- Data type:** Radio buttons for BOOL, INT, DINT, UDINT, REAL, STRING, BCD, and LBCD. The "UINT" option is selected.
- Data length (bytes):** 10
- Number of elements:** 20
- Simulation:** Signal: <Not Assigned>, Manual Value: 0, Starting address: 6
- Bit field:** Bit #: 0, Count: 1
- Use conversion:** Name: None (to/from float)

Buttons at the bottom: Apply, Reset, Add New.

**Figura 43-2: Configuración del data ítem: COMANFUN\_0X0006.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Name: REF\_FRECU

Description:   Simulate

Register/Relay type: Output Register AO (4xxxx)

Simulation: Signal: <Not Assigned>

Manual Value: 0

Starting address: 5

Bit field: Read/Write

Bit #: 0 Count: 1

Use conversion: Name: None (to/from float)

Apply Reset Add New

**Figura 44-2: Configuración del data ítem: REF\_FRECU.**  
**Realizado por:** JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Name: paro\_emergencia

Description:   Simulate

Register/Relay type: Output Register AO (4xxxx)

Simulation: Signal: <Not Assigned>

Manual Value: 0

Starting address: 16

Bit field: Read Only

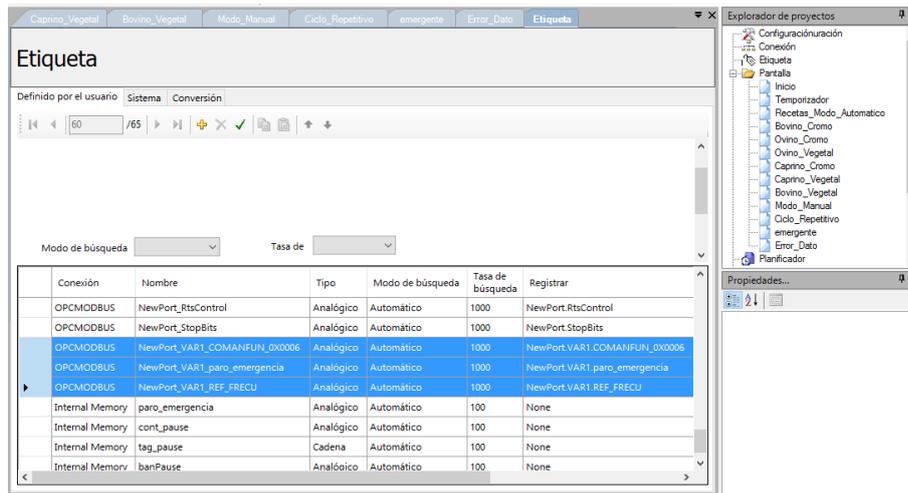
Bit #: 0 Count: 1

Use conversion: Name: None (to/from float)

Apply Reset Add New

**Figura 45-2: Configuración del data ítem: paro\_emergencia.**  
**Realizado por:** JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Al realizar todo el proceso se puede verificar la creación automática de las etiquetas creadas con OPCMODBUS desde la ventana de Explorador de Proyectos en la pestaña de Etiqueta, como se ve en la figura 46-2.

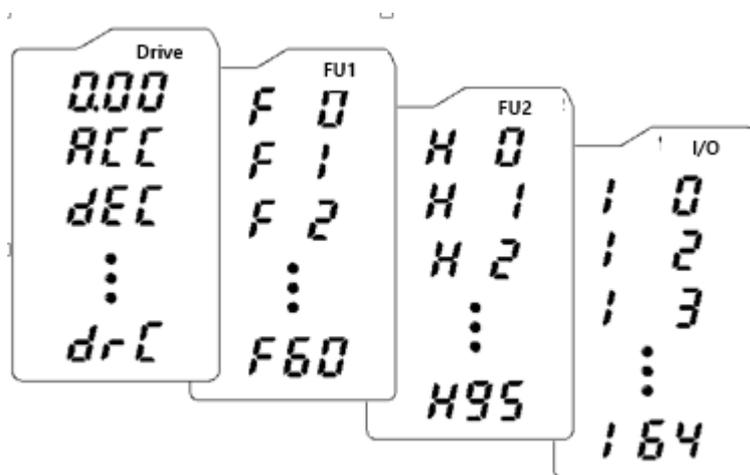


**Figura 46-2: Etiquetas creadas por los data ítems.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.7.2 Configuración del variador de frecuencia

Para la configuración del variador de frecuencia se debe tener en cuenta que posee de cuatro carpetas (ver figura 47-2) donde almacena la información las cuales son:

- Manejo del drive (Drive)
- Funciones básicas para ajustar las salidas de frecuencia y voltaje (Fu1)
- Funciones avanzadas para fijar parámetros de operaciones de PID y operación del motor (Fu2)
- Funciones de entradas y salidas (I/O)

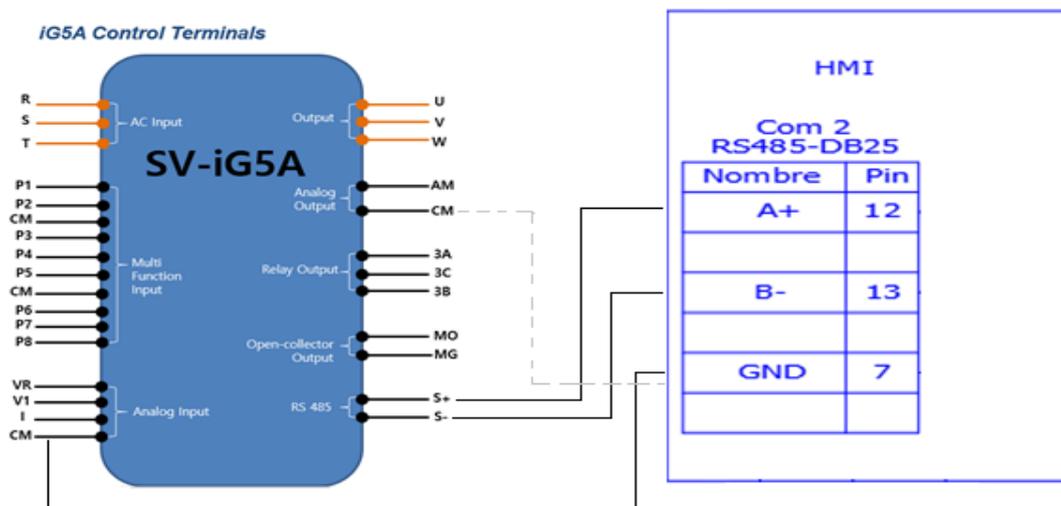


**Figura 47-2: Grupo de parámetro variador de frecuencia LS IG5A.**  
Fuente: [www.lsis.biz](http://www.lsis.biz)

Para realizar la configuración del variador de frecuencia se debe realizar una serie de pasos los cuales se detallan a continuación:

**Paso 1**

Primero se debe realizar la conexión de la línea de comunicación RS-485 entre los bornes S+, S- y CM del variador de frecuencia, los bornes conectados se aprecian en la figura 48-2. Cabe recalcar que el borne CM es alterno por lo que se puede escoger cualquiera de ellos según la conveniencia del usuario, en la figura 48-2 se visualiza una segunda opción de conexión de CM.



**Figura 48-2: Diagrama de terminales IG5A**  
 Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

**Paso 2**

Se comprueba las conexiones realizadas y encender el variador de frecuencia.

### **Paso 3**

Se configura los parámetros de la carpeta manejo de drive que son relacionados a la comunicación RS485, los cuales se detallan continuación.

#### **Paso 3.1**

En la pantalla del variador se posiciona en la primera carpeta en donde se selecciona “drv”, posteriormente presionar el botón enter, seleccionar el número tres y dar doble enter para que la opción sea guardada en la memoria, la opción tres corresponde a comunicación RS485 la cual ha sido obtenida del manual técnico del variador de frecuencia. En la figura 49-2 se visualiza la configuración.



**Figura 49-2: Modo de accionamiento para comunicación RS485**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

#### **Paso 3.2**

En la misma carpeta seleccionada anteriormente se dirige a la opción “Frq” para el método de definición de frecuencia, seleccionar la opción siete que corresponde a la comunicación modbus rs485. En la figura 50-2 se ilustra la configuración.



**Figura 50-2: Definición de frecuencia para comunicación RS485.**  
 Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

#### *Paso 4*

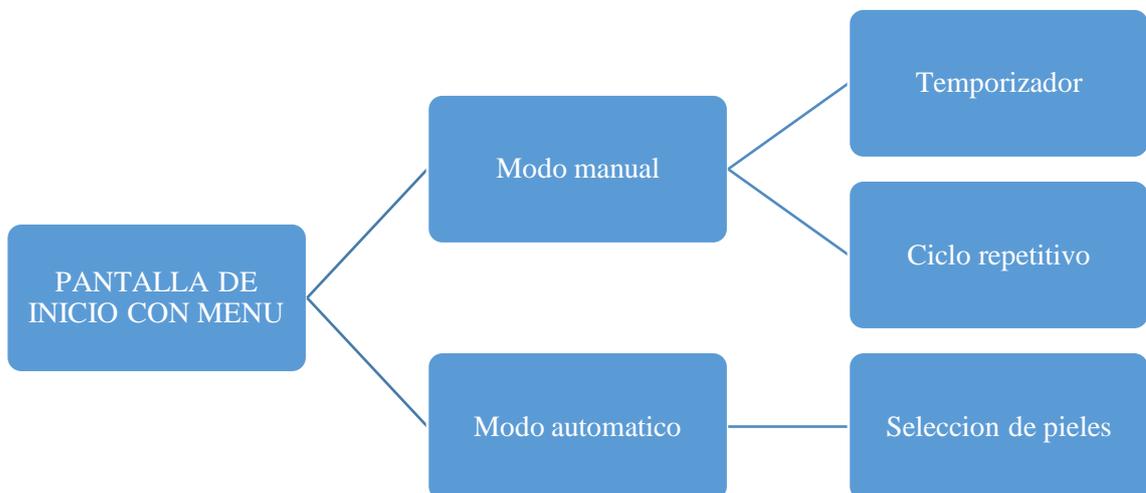
Se configura los parámetros de la carpeta Funciones de entrada y salida los cuales se detallan a continuación.

- I59 (selección del protocolo de comunicación) se selecciona la opción 0 por otorgarse a modbus RTU.
- I60 (número del variador) opción 2 se elige esta opción porque es el nombre que se le ha otorgado al esclavo (variador).
- I61 (velocidad baudios) opción 3 la cual está definida por el fabricante y corresponde a la velocidad en baudios de 9600bps.
- I62 (modo de perdida) opción 0 se recomienda el 0 por el fabricante ya que evita la perdida de comunicación por lectura de variables.
- I63 (tiempo de espera) se selecciona un tiempo de 5 segundos en el cual el variador verifica si existe comando de la frecuencia.
- I65 (defiende el bit de parada y el bit de paridad) se selecciona la opción uno la cual menciona que no existe paridad y que posee un bit de parada 2.

## 2.8 Desarrollo de la interfaz hombre maquina (HMI)

Para un correcto desarrollo de la interfaz hombre maquina se debe tomar en cuenta el uso de la norma ISA-101 ya que esta define los parámetros para la creación y uso de menús, navegadores, gráficos, mímicos, colores, alarmas, pantallas emergentes de ayuda, ergonomía en una interfaz gráfica a nivel industrial.

Siguiendo la norma en primer lugar se realiza la previsualización de las pantallas que tendrá el sistema de control, por lo cual se empieza desarrollando la arquitectura de la interfaz, en el cual se establece un mapa que contiene de manera general las pantallas a usarse. En la figura 51-2 se puede observar el diseño que regirá en cuanto a la elaboración y estructura de pantallas.

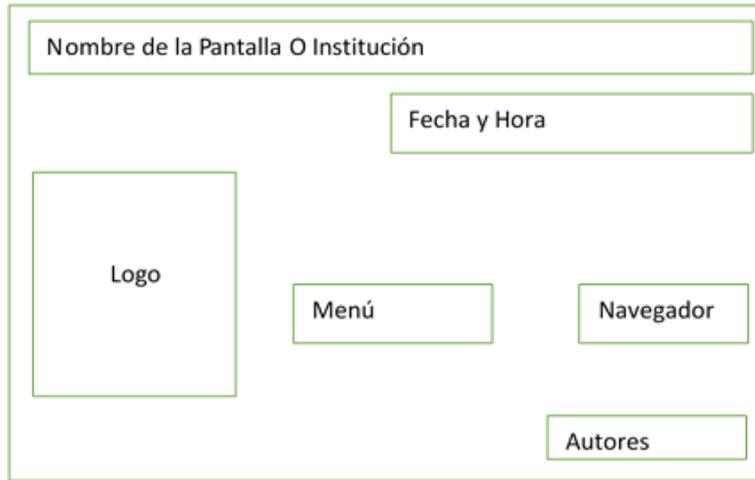


**Figura 51-2: Mapa general de pantallas a usarse en la etapa ribera-curtido.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

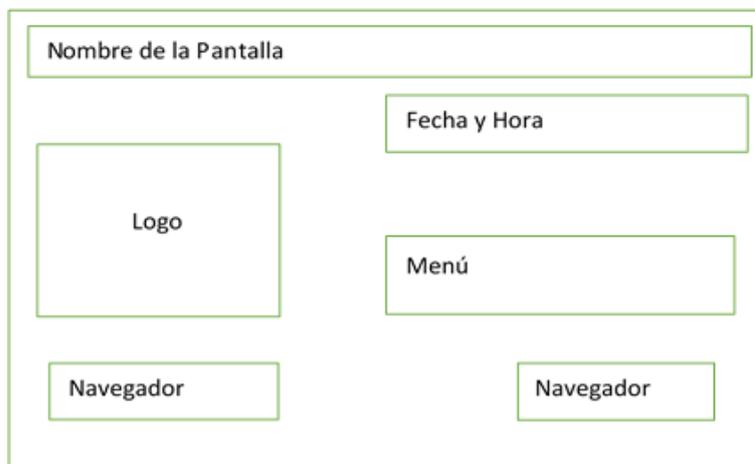
### 2.8.1 Diseño de la interfaz grafica

Posterior al desarrollo de la arquitectura de las pantallas se diseña la distribución de cada uno de los elementos que contendrá cada pantalla, ya que es de vital importancia tomar en cuenta la ergonomía del usuario al interactuar con el HMI. Por lo que se desarrolla una estructura que prevalece en cuanto al diseño. Desde la figura 52-2 hasta la figura 56-2 se visualiza los diseños que tendrán cada una de las pantallas más importantes juntamente con su manera de navegación.



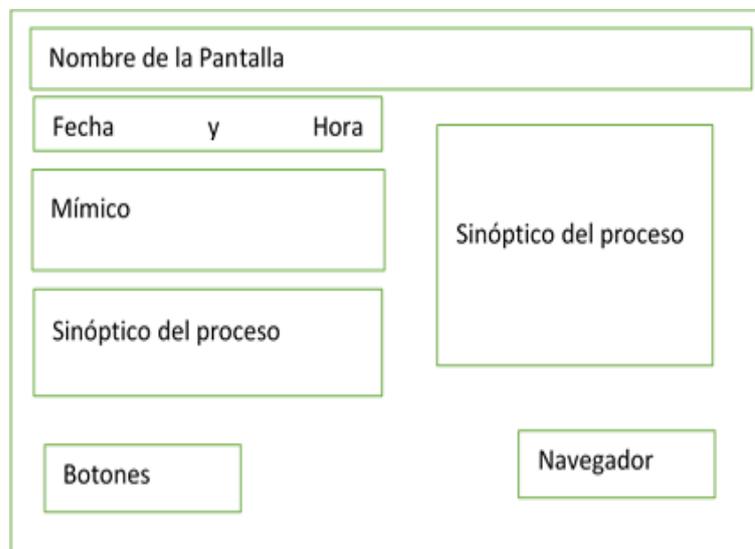
**Figura 52-2: Diseño de la pantalla principal.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017



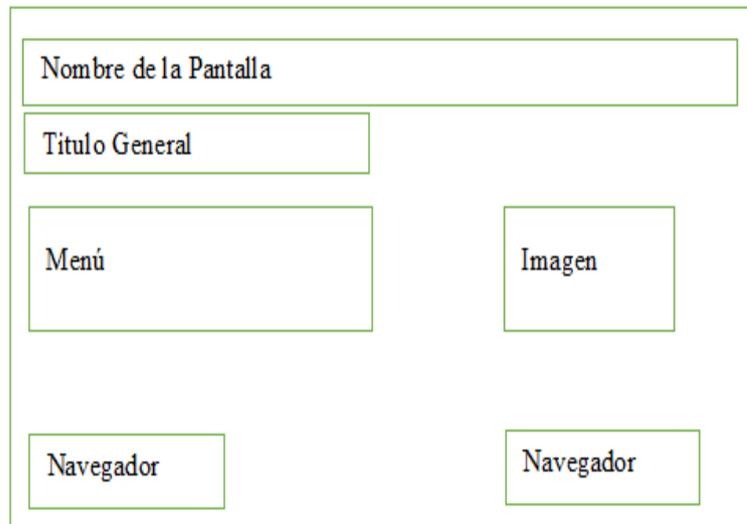
**Figura 53-2: Diseño de la pantalla secundaria y navegadores.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017



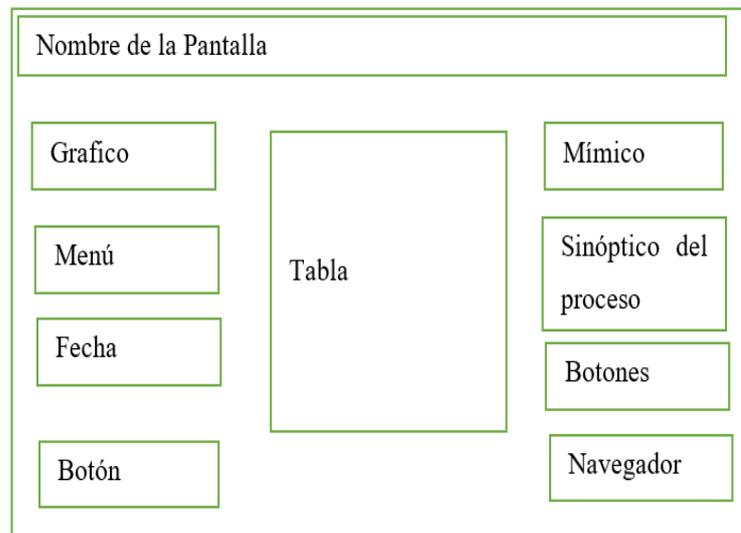
**Figura 54-2: Diseño de la pantalla del modo temporizador.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017



**Figura 55-2: Diseño de pantalla selección de recetas.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017



**Figura 56-2: Diseño de pantallas para la ejecución de recetas.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.8.2 Selección de colores para la interfaz gráfica.

La norma ISA-101 recomienda que para la selección de colores se toma en cuenta varios aspectos ya que una interfaz gráfica no debe superar más de siete colores en una ventana, por lo que se opta por:

- El fondo de pantalla es gris ya que es un color neutro que permite al ojo humano armonía con la interfaz.

- El fondo del título de la pantalla es azul.
- Verde para la visualización del equipo trabajando y botón de marcha del motor.
- Blanco para los menús.
- Celeste para navegadores.
- Botón amarillo claro para girar el bombo.
- Rojo para alarmas y botón stop.

Los colores son tomados en cuenta según la tabla estándar de especificación de colores para la creación de una interfaz hombre máquina. La tabla se encuentra en el anexo A para mayor información.

### 2.8.3 Creación de pantallas

Una vez identificados todos los requerimientos necesarios de cada pantalla en cuanto a su estructura se procede a la creación de todas las pantallas que contara el sistema las cuales se detallan a continuación.

#### 2.8.3.1 Pantalla principal

La pantalla principal (Ver figura 57-2) consta con la información necesaria para el usuario, la cual posee un menú de dos opciones y un botón denominado siguiente el cual conlleva a la selección realizada por el usuario.



**Figura 57-2: Pantalla principal del sistema.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.8.3.2 Pantallas del modo manual

Previo a la selección del modo manual en la pantalla principal esta se dirige a la visualización de las opciones que posee el modo, las cuales se aprecian en la figura 58-2.



**Figura 58-2: Pantalla modo manual.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Al seleccionar el temporizador se visualiza una pantalla en la cual se encuentra hora y fecha, un mímico de un motor para la visualización del funcionamiento el cual será verde cuando esté funcionando el motor y plomo cuando deje de hacerlo además el usuario puede programar el tiempo en horas y minutos y contara con la opción para seleccionar las revoluciones por minuto que requiera su proceso.

La pantalla dispone de un display en el cual se observa el tiempo realizado por el proceso, un botón denominado puerta que sirve para girar el tambor en caso de que esta se encuentre en un lugar inaccesible para el usuario, un botón start para iniciar el proceso, un botón stop para parar el proceso y un botón pausa que detiene el funcionamiento y conserva el tiempo transcurrido del mismo. En la figura 59-2 se puede visualizar la pantalla del modo Temporizador.



**Figura 59-2: Pantalla del temporizador.**  
 Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

En la segunda opción de la pantalla Modo manual se encuentra el ciclo repetitivo, el cual se dirige a una pantalla con su mismo nombre, dicha pantalla posee las mismas características del temporizador con una variante, el usuario podrá programar el tiempo de giro, tiempo de descanso los cuales deben ser ejecutados en un tiempo total.

Este proceso ayuda en gran medida al usuario ya que en una receta se establece que el tambor debe girar diez minutos y descansar cuatro horas en un periodo total de veinte horas razón por la cual fue diseñada esta pantalla para que cumpla el proceso. En la figura 60-2 se aprecia el diseño de la pantalla.



**Figura 60-2: Pantalla del ciclo repetitivo**  
 Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.8.3.3 Pantallas del modo automático

Después de la selección del modo automático al presionar siguiente esta se dirige a la pantalla de recetas de curtiembre (Ver la figura 61-2), la pantalla cuenta con un menú en donde el usuario escoge la receta con la cual desee trabajar, para la selección posee recetas de animales ovinos, caprinos, y bovinos en sus dos tipos de curtición ya sea curtición con cromo o curtición con vegetal, además se incluye una imagen de cada tipo de animal según la elección de la receta.



**Figura 61-2: Pantalla de recetas modo automático.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Al seleccionar la receta a curtir y presionar en el botón siguiente esta se dirige a la pantalla la de la receta escogida (Ver la figura 62-2) la cual posee una tabla con la operación que se está realizando, el producto a ser colocado y el tiempo de demora de la operación, la pantalla cuenta con un menú en el cual se puede escoger el proceso en caso de no haber seguido la receta desde un inicio, la pantalla posee los mismos botones que fueron explicados anteriormente en el modo manual.



**Figura 62-2: Pantalla de la receta ovino cromo.**  
 Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Cada piel posee una pantalla diferente según el tipo de curtiembre ya que varían en cuanto a productos y tiempo, desde el anexo B hasta el anexo G se puede observar el tipo de receta ya sea en cromo o vegetal según el tipo de piel y las revoluciones necesarias por cada proceso.

Finalmente se diseña una pantalla la cual es desplegada al accionarse el botón de paro de emergencia, la pantalla muestra el estado de desactivación del sistema, posteriormente al desactivar el botón muestra un mensaje avisando la acción realizada en el paro de emergencia. En la figura 63-2 se visualiza el diseño de la pantalla.

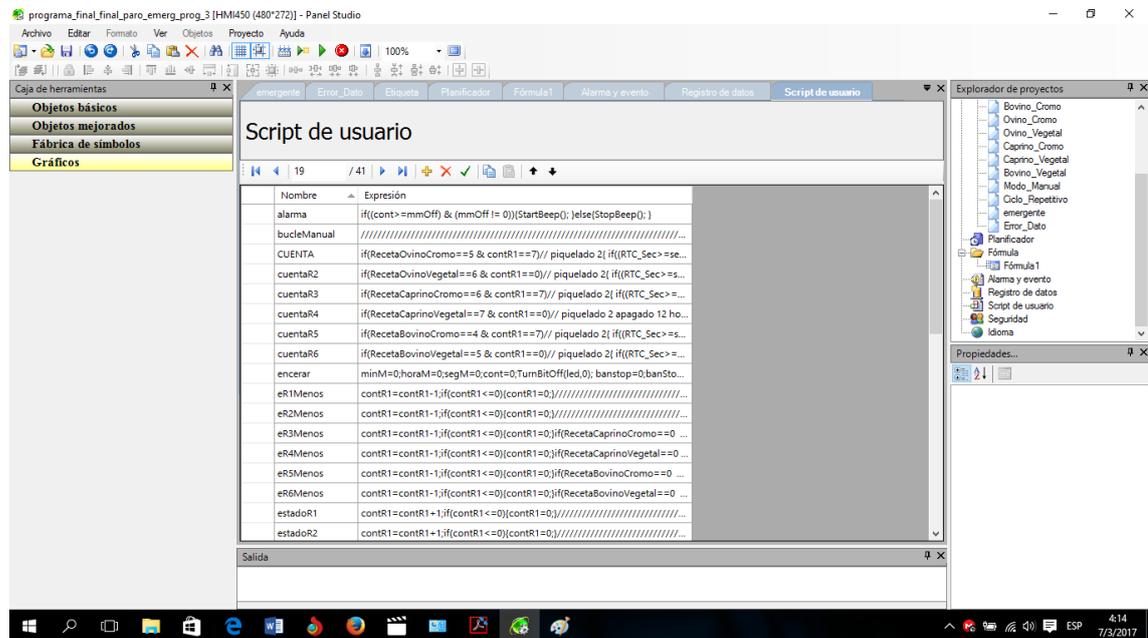


**Figura 63-2: Pantalla paro de emergencia.**  
 Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

#### 2.8.4 Programación de la interfaz hombre máquina (HMI)

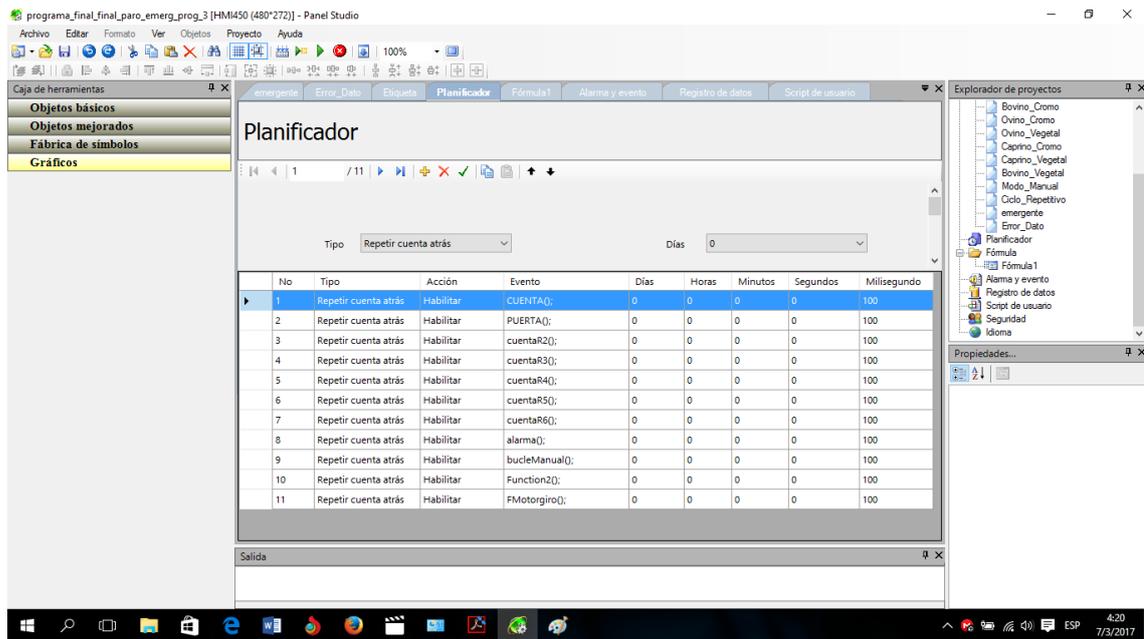
La programación de la interfaz hombre-máquina, se la realiza mediante el software Panel Studio, software orientado a objetos, posee el tipo de programación similar al lenguaje C. En la figura

64-2, se muestran las cuarenta y uno funciones que son la base de la programación para cada una de las secuencias necesarias para realizar el programa que controla el variador de frecuencia desde la pantalla HMI.



**Figura 64-2: Funciones creadas para la programación de la HMI.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

A más de las funciones, también se crea once planificadores o Schedulers, los cuales son eventos que ayudan a que la programación no tenga errores de tiempo, ya que estos eventos son llamados desde las funciones para procurar que se realicen en un orden específico cada vez que se presiona un botón o se interactúa con un objeto de una pantalla de la HMI, la figura 65-2, muestra los planificadores creados.

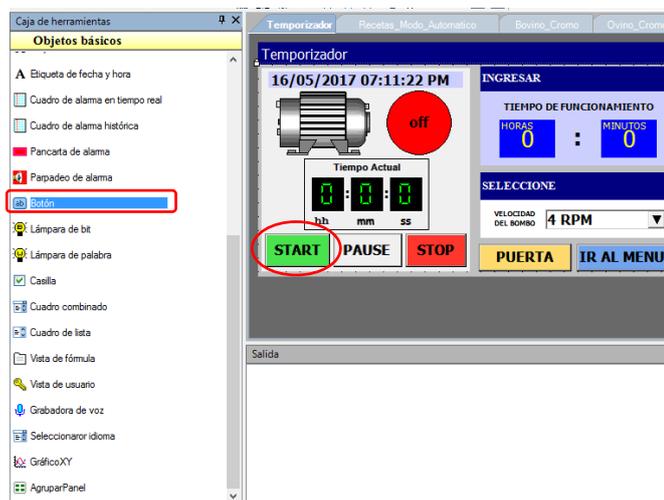


**Figura 65-2: Planificadores creados para la programación de la HMI.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 2.8.5 Ejemplo de programación del botón START del temporizador

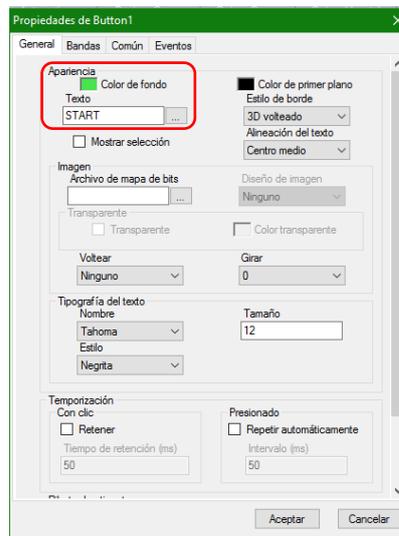
El primer paso para realizar la programación de la HMI es crear los objetos, botones, cuadros de texto, listbox, etc., en nuestro ejemplo se procede a crear el botón START, para ello nos ubicamos en la parte izquierda del entorno del software Panel Studio, en la Caja de herramientas y seleccionamos el icono Botón  Botón dando un clic y luego posicionamos en la ubicación adecuada y damos un segundo clic para colocar el objeto. En la figura 66-2 Se observa este procedimiento.



**Figura 66-2: Creación botón START.**

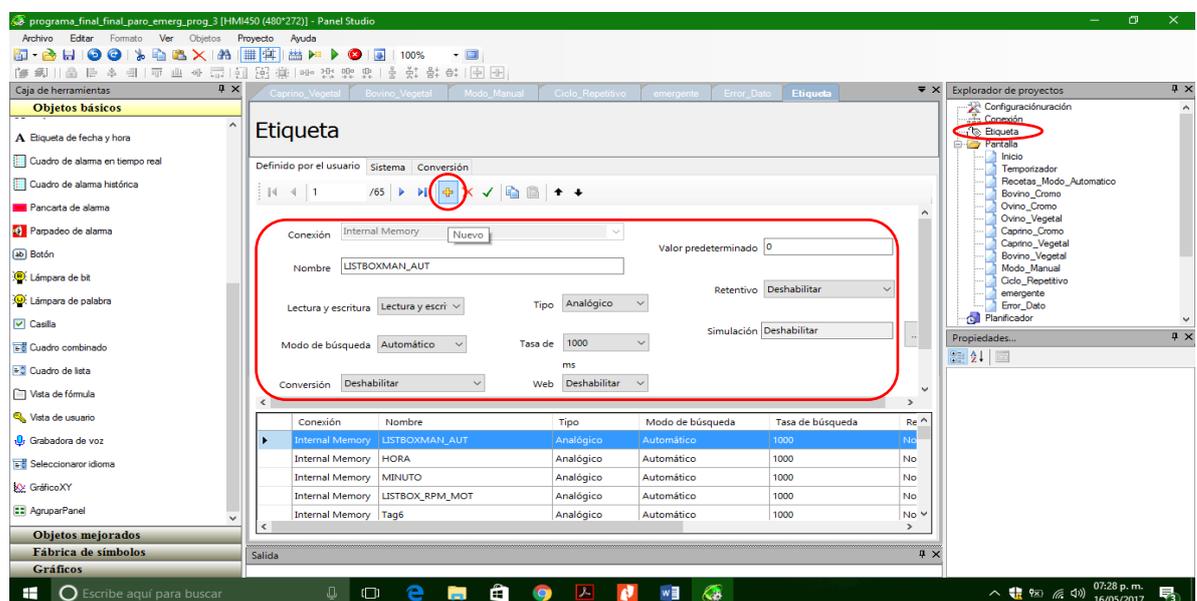
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

El siguiente paso es configurar el botón esto se lo realiza dando doble clic en el objeto para cambiar su texto, el color de fondo, etc. En la figura 67-2 Se observa este procedimiento.



**Figura 67-2: Configuración del botón START.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Una vez creado el objeto el siguiente paso es crear las etiquetas (variables) que vamos a utilizar en la creación de las funciones, para ello nos ubicamos en la parte superior derecha en el icono llamado etiqueta y damos doble clic para crear las etiquetas o variables que vamos a necesitar, cuando nos aparece la ventana de etiqueta lo siguiente que hay que hacer es dar clic en el icono nuevo , para agregar una nueva etiqueta y configurar los parámetros como nombre, tipo, modo de búsqueda, tasa de búsqueda, comentario etc. En la figura 68-2 se observa este procedimiento.



**Figura 68-2: Creación de etiquetas.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

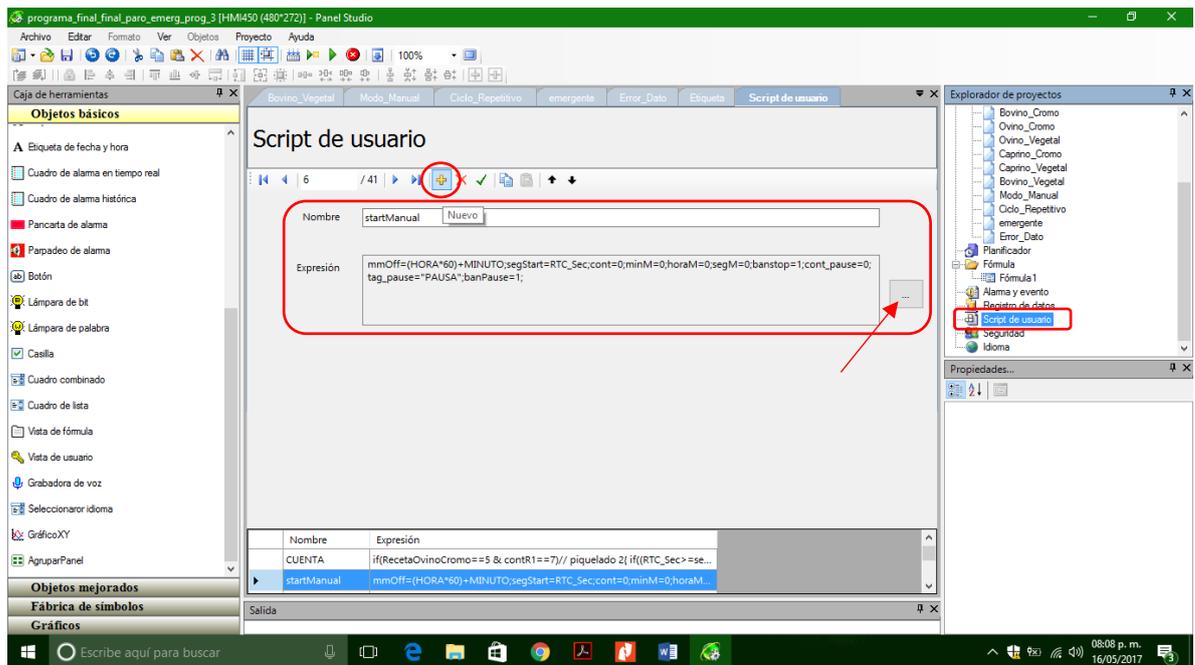
Para nuestro caso las etiquetas que vamos a necesitar se aprecian en la tabla 6-2.

**Tabla 6-2:** Etiquetas usadas para programar el botón START.

| CONEXIÓN        | NOMBRE     | TIPO      | MODO DE BUSQUEDA | TASA DE BUSQUEDA | REGISTRAR | COMENTARIO                 |
|-----------------|------------|-----------|------------------|------------------|-----------|----------------------------|
| Internal Memory | HORA       | Analógico | Automático       | 1000             | None      | Ingreso de horas           |
| Internal Memory | MINUTO     | Analógico | Automático       | 1000             | None      | Ingreso de minutos         |
| Internal Memory | cont       | Analógico | Automático       | 400              | None      | Contador de minutos        |
| Internal Memory | led        | Digital   | Automático       | 400              | None      | Estado del motor on/off    |
| Internal Memory | mmoff      | Analógico | Automático       | 100              | None      | Minuto finalización manual |
| Internal Memory | ban        | Analógico | Automático       | 100              | None      | Bandera de paso por 60s    |
| Internal Memory | segStart   | Analógico | Automático       | 100              | None      | Segundo de start manual    |
| Internal Memory | segM       | Analógico | Automático       | 100              | None      | Segundo manual             |
| Internal Memory | minM       | Analógico | Automático       | 100              | None      | Minuto manual              |
| Internal Memory | horaM      | Analógico | Automático       | 100              | None      | Hora manual                |
| Internal Memory | banStop    | Analógico | Automático       | 100              | None      | Bandera para stop          |
| Internal Memory | cont_pause | Analógico | Automático       | 100              | None      | Contador de pause          |
| Internal Memory | tag_pause  | Cadena    | Automático       | 100              | None      | Etiqueta de botón pause    |
| Internal Memory | banPause   | Analógico | Automático       | 100              | None      | Bandera de pause           |

**Realizado por:** JARA, Franklin, GARCÉS, Edith 2017

Luego de crear las etiquetas o variables, se procede a crear las funciones que en lo posterior se llamarán al interactuar con los distintos objetos creados en la ventana de diseño como en nuestro caso al dar clic en el botón START, para este procedimiento nos ubicamos en la parte derecha del entorno en la ventana de Explorador de Proyectos, en el ícono Script de usuario  Script de usuario y damos doble clic, una vez que nos aparezca la ventana de script de usuario, para crear la nueva función damos clic en el icono nuevo , luego editamos el nombre de la función y procedemos a escribir el código del programa en la parte de expresión dando clic en el botón . Este procedimiento se observa en la figura 69-2.



**Figura 69-2: Creación de las funciones.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Las funciones creadas para el botón START son: startManual y CUENTA a continuación se presenta el código de estas dos funciones que sirven para realizar el encendido o apagado del motor y mostrar en el display el tiempo transcurrido anteriormente programado en la pantalla del temporizador.

### StartManual:

```

mmOff=(HORA*60)+MINUTO; // asigna el total de minutos de encendido.
segStart=RTC_Sec; // asigna a la variable segStart el valor de
                    segundos
                    del reloj del sistema.

cont=0; // inicializa el contador en cero.
minM=0; // inicializa en cero el minuto actual.
horaM=0; // inicializa en cero la hora actual.
segM=0; // inicializa en cero el segundo actual.
banstop=1; // asigna el valor de uno a la bandera de stop.
cont_pause=0; // inicializa en cero el contador de pause.
tag_pause="PAUSA"; // asigna la cadena PAUSA a la etiqueta.
banPause=1; // asigna el valor de uno a la bandera de pause.

```

## CUENTA:

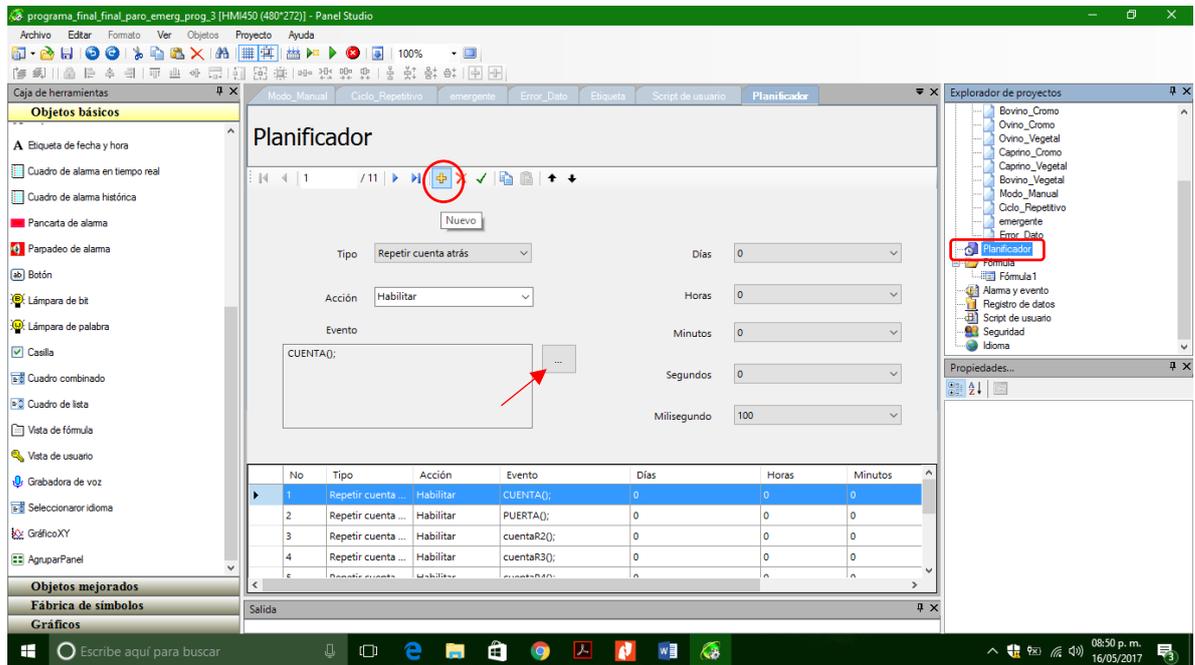
```
if((RTC_Sec>=segStart) & (ban==0))
{
    cont=cont+1;           // contador de minutos.
    ban=1;                // bandera de paso por minuto en uno.
}
if(RTC_Sec<segStart)
{
    ban=0;                // bandera de paso por minuto en cero.
}
if(cont<mmOff)
{
    TurnBitOn(led,0);     // activo el bit 0 de la variable led (motor on).
}
else
{
    TurnBitOff(led,0);    // desactivo el bit 0 de la variable led (motor off).
    StopScheduler(1);     // detengo el planificador 1 que corresponde a la
                          // función CUENTA.
}
if(RTC_Sec>=segStart)
{
    segM=RTC_Sec-segStart; // en segM asigno la resta del segundo del
                          // sistema
                          // menos el segundo de inicio.
}
else
{
    segM=RTC_Sec+60-segStart; // en segM asigno la resta del segundo del
                          // sistema
                          // mas 60 menos el segundo de inicio.
}

horaM=cont / 60 ;        // en horaM asigno la división del contador de
                          // de minutos entre 60.
```

minM=(cont%60);

// en minM asigno el residuo del contador de  
de minutos entre 60.

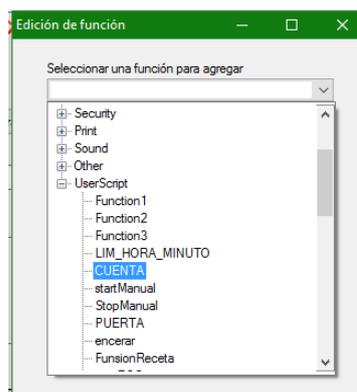
Para este caso en especial en la función CUENTA se utiliza un planificador (*Scheduler*) para poder controlar la habilitación de la función, para crear un planificador se debe ubicar en el explorador de proyectos en el ícono Planificador  y dar doble clic, una vez en la ventana del planificador se debe dar clic en el icono nuevo . Este procedimiento se ve en la figura 70-2.



**Figura 70-2: Creación del planificador (Scheduler).**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Para asignar la función en el planificador hay que dar clic en el botón  y luego se enlaza la función CUENTA como se aprecia en la figura 71-2.

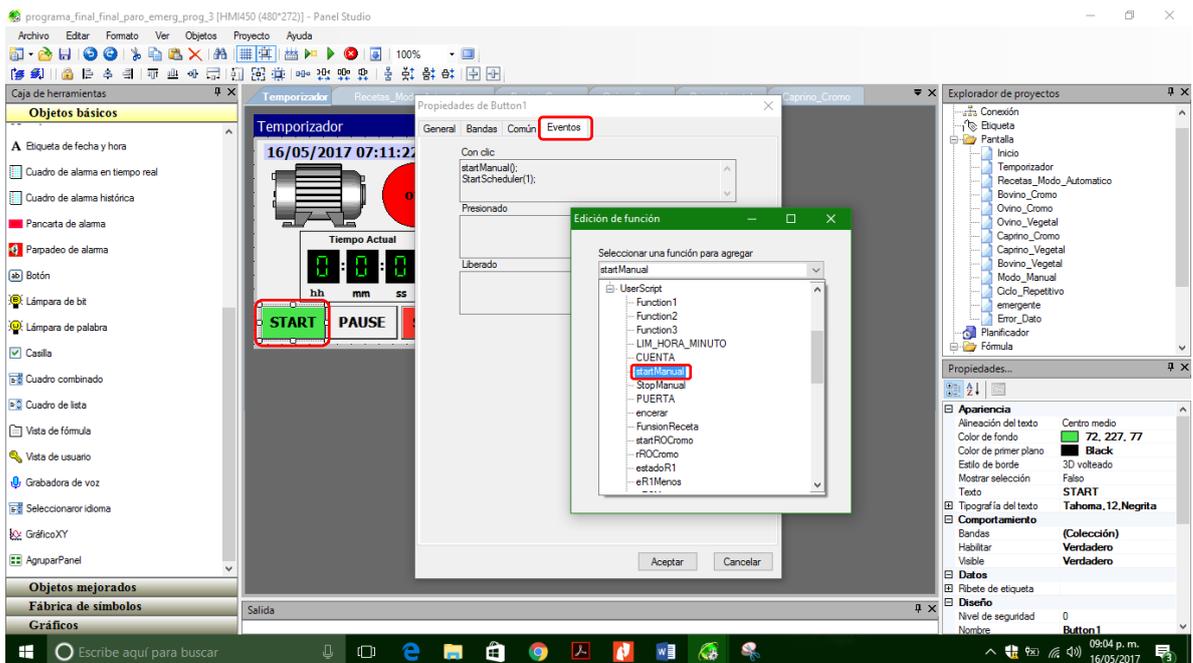


**Figura 71-2: Asignación de la función al planificador.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Para guardar los cambios efectuados en todas las creaciones ya sea de etiquetas, funciones o planificadores seguidamente se debe presionar el ícono aplicar .

Por último se asigna las funciones creadas al botón que queremos que las realice en nuestro caso al botón START, para esto se presiona doble clic en el botón y se dirige a la pestaña de eventos y en el espacio *Con clic* se busca las funciones creadas anteriormente en el apartado *UserScript*, una vez seleccionadas las funciones dar clic en el botón aceptar y queda programado nuestro botón START de la pantalla HMI. En la figura 72-2 se observa este procedimiento.



**Figura 72-2: Asignación de funciones al botón START.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

## CAPITULO III

### 3 MARCO DE RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 3.1 Análisis de la estación actual de trabajo

Recordando que la estación antigua de trabajo funcionaba en malas condiciones con un motor de 2HP bifásico en arranque directo desde la acometida, la cual poseía conexiones eléctricas: en mal estado, un tablero de mando que no realizaba ninguna función y una caja de cambios al punto de fundirse, se corrigió la transmisión mecánica, la instalación eléctrica y electrónica además se colocó señalética para salvaguardar tanto al personal humano como a equipos de la instalación.

Cabe mencionar el funcionamiento de la estación requiere de un número específico y constante de revoluciones por minuto en un tiempo exacto según el proceso realizando, ya que el exceso de las misma puede perjudicar la obtención del producto final.

##### 3.1.1 *Análisis de la instalación del sistema mecánico*

El funcionamiento de la caja de cambios actual se encuentra en óptimas condiciones ya que previo a la instalación, el equipo fue lubricado y colocado de manera segura con las medidas necesarias de protección que el caso requiere, este proceso ayudara a evitar daños mecánicos en cuanto al funcionamiento y tiempo de vida útil del equipo.

En cuanto al motor trifásico de 2HP se refiere, fue acoplado con una polea a la caja de cambios tomando las debidas precauciones en la instalación eléctrica ya que en el sistema anterior el motor poseía cables fuera de lugar los cuales ocasionan cortocircuitos, daños mecánicos, inestabilidad al sistema y por consecuencia daños a las pieles.

### ***3.1.2 Análisis de la instalación del sistema eléctrico***

La instalación eléctrica trifásica ayuda a que la potencia de la carga nunca caiga ya que es característica de la red conservar la misma potencia en todo el sistema, además la instalación posee normas de seguridad y correctos dimensionamientos de conductores, en donde las instalaciones poseen protección con tubería y abrazaderas metálicas para sujetar.

La instalación eléctrica del motor está debidamente dimensionada la cual posee conductores adecuados para la transmisión de energía, cuenta con protección de tubería metálica flexible por posibles vibraciones y agentes químicos que puedan dañar el recubrimiento de los cables.

### ***3.1.3 Análisis de la instalación del sistema electrónico***

Las instalaciones del sistema electrónico están con las normas de seguridad que amerita el caso y su debida señalización para el cambio y/o correcto mantenimiento de elementos del gabinete, seguido el sistema posee de todas las protecciones necesarias para cada uno de los elementos, en cuanto al HMI se refiere este opera de manera correcta con los requerimientos del proceso, transmitiendo las ejecuciones de manera inmediata y sin retraso en proceso alguno.

El entorno del HMI se ha comprobado que es una interfaz amigable y fácil de entender para el usuario ya que cuando se realizó pruebas con el nuevo sistema automatizado los operarios no tuvieron problemas de manejo ni cansancio visual con el mismo.

## **3.2 Comparación entre sistema antiguo y sistema actual**

La comparación entre los dos sistemas es esencial ya que permitió visualizar el cambio y las mejoras obtenidas en la estación de trabajo. Después de un estudio del sistema antiguo y del sistema actual se realizó una tabla (ver tabla 1-3) en la cual se visualiza el estado de cada sistema.

**Tabla 1-3:** Cuadro comparativo entre el sistema antiguo y sistema actual

| Sistema antiguo                                                                                   | Sistema actual                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arranque directo del motor.                                                                       | Arranque del motor por comunicación modbus al variador de frecuencia.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Motor bifásico de 2hp en malas condiciones y sin protección.                                      | Motor trifásico con debidas protecciones y normas de seguridad.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Caja de cambios fundida.                                                                          | Caja de cambios en buenas condiciones, previamente engrasada y sujeta de manera segura a su estructura.                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tablero de control inútil, sin protecciones y sin señalización.                                   | Tablero de control con HMI (monitorea y controla el proceso), protecciones necesarias para todos los equipos, posee un selector para el encendido y apagado del sistema, pulsador de emergencia, luces que indican el estado del sistema, etiquetado interno de componentes, señalética de alta tensión, señalización de botones externos. |
| Instalación eléctrica inadecuada.                                                                 | Instalación eléctrica adecuada con protección de tubería plástica y tubería metálica flexible.                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5 y 7 de revoluciones por minuto accionando la caja de cambios.                                   | Las revoluciones necesarias se controlan automáticamente mediante el HMI y el variador de frecuencia, otorgando al sistema fiabilidad.                                                                                                                                                                                                     |
| Manejo de tiempos inadecuados.                                                                    | Existe un control de tiempos para cada receta los cuales son exactos, al finalizar el proceso se escucha una alarma de finalización de proceso.                                                                                                                                                                                            |
| La estación de trabajo no poseía nombre alguno de identificación.                                 | Colocación de rotulado al tablero de control “Tablero de Control Etapa Ribera-Curtido”                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Confusión de los estudiantes al realizar los pasos de las recetas.                                | Cada receta a usarse se visualiza en la pantalla con sus productos, tiempos y rpm, evitando la confusión de pasos por el estudiante.                                                                                                                                                                                                       |
| Poca información del funcionamiento de la estación de trabajo.                                    | Se ha creado manuales para el correcto uso y funcionamiento de la estación de trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Para ubicar la puerta del bombo, el usuario giraba el equipo manualmente, produciendo accidentes. | La HMI posee un botón llamado puerta, en el cual en su accionamiento el bombo gira hasta ubicarse en la posición adecuada, esto ayuda a salvaguardar la integridad del operario.                                                                                                                                                           |
| No poseía alarmas.                                                                                | El sistema posee en su HMI alarmas en caso de anomalía.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**Realizado por:** JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 3.3 Censo de la carga del sistema antiguo

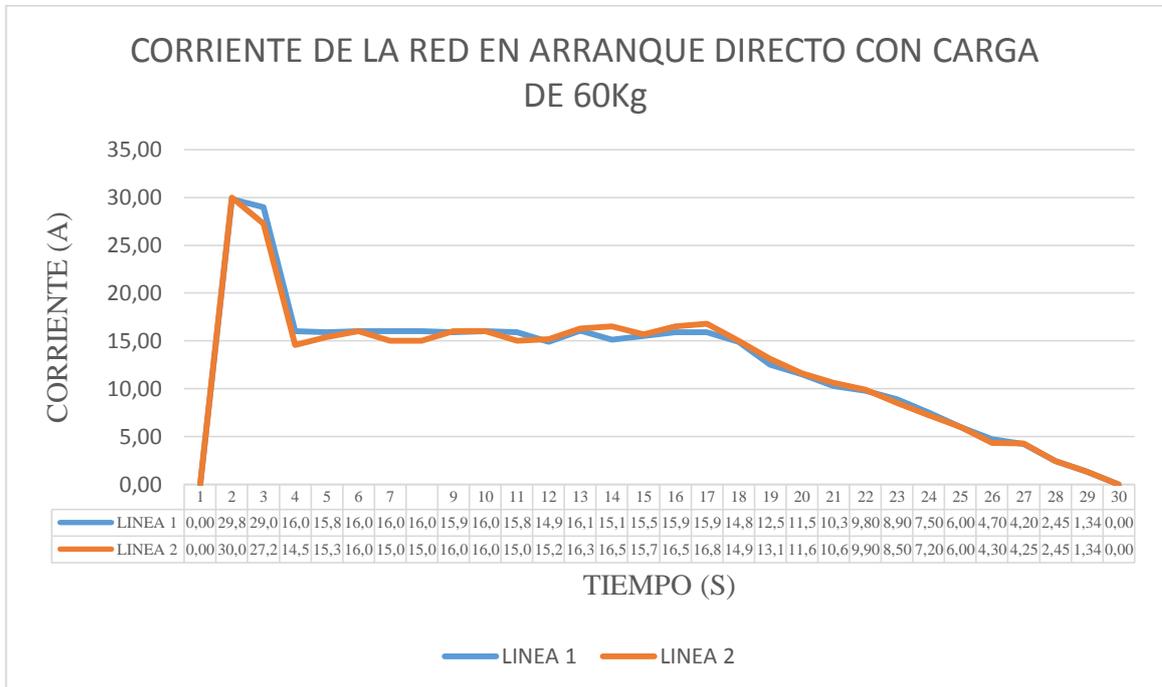
Antes de la implementación del nuevo sistema se realizó un censo de corriente de las líneas de alimentación del sistema antiguo que se encontraban conectadas directamente a la red energética sin protección alguna en un periodo de 30 segundos, el cual otorgo los siguientes datos que se muestran en la tabla 2-3.

**Tabla 2-3:** Censo de corriente de la red del sistema antiguo

| Tiempo (Segundos) | Corriente Línea 1 (Amperios) | Corriente Línea 2 (Amperios) |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1                 | 0.00                         | 0.00                         |
| 2                 | 29.80                        | 30.01                        |
| 3                 | 29.00                        | 27.25                        |
| 4                 | 16.00                        | 14.56                        |
| 5                 | 15.89                        | 15.38                        |
| 6                 | 16.00                        | 16.04                        |
| 7                 | 16.00                        | 16.01                        |
| 8                 | 16.00                        | 15.00                        |
| 9                 | 16.90                        | 16.00                        |
| 10                | 16.00                        | 16.03                        |
| 11                | 15.89                        | 15.00                        |
| 12                | 14.90                        | 15.20                        |
| 13                | 16.10                        | 16.30                        |
| 14                | 15.10                        | 16.50                        |
| 15                | 15.50                        | 15.70                        |
| 16                | 15.90                        | 16.50                        |
| 17                | 15.90                        | 16.80                        |
| 18                | 14.89                        | 14.99                        |
| 19                | 11.50                        | 13.10                        |
| 20                | 11.50                        | 11.60                        |
| 21                | 10.30                        | 10.60                        |
| 22                | 9.80                         | 9.90                         |
| 23                | 8.90                         | 8.50                         |
| 24                | 7.50                         | 7.20                         |
| 25                | 6.00                         | 6.00                         |
| 26                | 4.70                         | 4.30                         |
| 27                | 4.20                         | 4.25                         |
| 28                | 2.45                         | 2.45                         |
| 29                | 1.34                         | 1.34                         |
| 30                | 0.00                         | 0.00                         |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

En el gráfico 1-3 se muestra la curva obtenida de censo de corriente en función del tiempo de las líneas donde se observa que tiene un pico alto de corriente al momento del arranque dando como resultado 29.8 (A), para después lograr estabilizarse a los 4 segundos con una corriente de 16(A), en la curva se observa que su tiempo de desaceleración es de 12 segundos para llegar al estado de reposo.



**Gráfico 1-3: Curva de corriente de red en arranque directo con carga de 60Kg.**  
 Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith 2017.

### 3.4 Censo de cargas eléctricas del nuevo sistema

Después de la implementación se obtuvo medidas de los valores de las corrientes producidas en la carga, en este caso se tomó en cuenta la corriente en los conductores del motor y la corriente en los conductores de la red trifásica. A continuación se detallan cada una de las mediciones.

#### 3.4.1 Censo de corriente eléctrica del motor sin carga

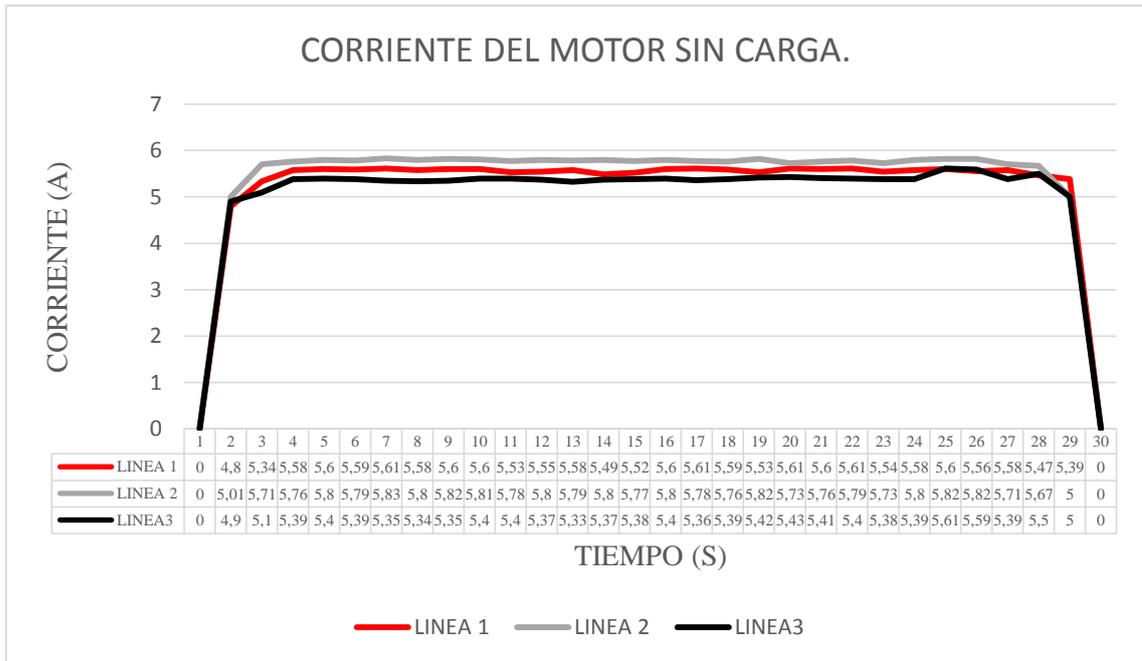
En la tabla 3-3 se visualiza el flujo eléctrico en cada una de las líneas de alimentación del motor, las muestras han sido tomadas en un periodo de 30 segundos en donde el sistema se encontraba sin carga.

**Tabla 3-3:** Censo de corriente del motor sin carga

| Corriente (Amperios) |         |         |         |
|----------------------|---------|---------|---------|
| Tiempo (Segundos)    | Línea 1 | Línea 2 | Línea 3 |
| 1                    | 0       | 0       | 0       |
| 2                    | 4.8     | 5.01    | 4.9     |
| 3                    | 5.34    | 5.71    | 5.1     |
| 4                    | 5.58    | 5.76    | 5.39    |
| 5                    | 5.6     | 5.8     | 5.4     |
| 6                    | 5.59    | 5.79    | 5.39    |
| 7                    | 5.61    | 5.83    | 5.35    |
| 8                    | 5.58    | 5.8     | 5.34    |
| 9                    | 5.6     | 5.82    | 5.35    |
| 10                   | 5.6     | 5.81    | 5.4     |
| 11                   | 5.53    | 5.78    | 5.4     |
| 12                   | 5.55    | 5.8     | 5.37    |
| 13                   | 5.58    | 5.79    | 5.33    |
| 14                   | 5.49    | 5.8     | 5.37    |
| 15                   | 5.52    | 5.77    | 5.38    |
| 16                   | 5.6     | 5.8     | 5.4     |
| 17                   | 5.61    | 5.78    | 5.36    |
| 18                   | 5.59    | 5.76    | 5.39    |
| 19                   | 5.53    | 5.82    | 5.42    |
| 20                   | 5.61    | 5.73    | 5.43    |
| 21                   | 5.6     | 5.76    | 5.41    |
| 22                   | 5.61    | 5.79    | 5.4     |
| 23                   | 5.54    | 5.73    | 5.38    |
| 24                   | 5.58    | 5.8     | 5.39    |
| 25                   | 5.6     | 5.82    | 5,61    |
| 26                   | 5.56    | 5.82    | 5,59    |
| 27                   | 5.58    | 5.71    | 5,39    |
| 28                   | 5.47    | 5.67    | 5,5     |
| 29                   | 5.39    | 5       | 5       |
| 30                   | 0       | 0       | 0       |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

En el gráfico 2-3 se muestra la curva de las corrientes en cada uno de los hilos del conductor en función del tiempo, los datos han sido obtenidos de la tabla anterior, en la figura se observa que se produce una estabilización a los cinco segundos manteniendo sus valores hasta el momento de desaceleración decreciendo gradualmente en cinco segundos hasta llegar al reposo completo.



**Gráfico 2-3: Curva de la corriente del motor sin carga.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith 2017.

### 3.4.2 Censo de corriente eléctrica de la red trifásica sin carga

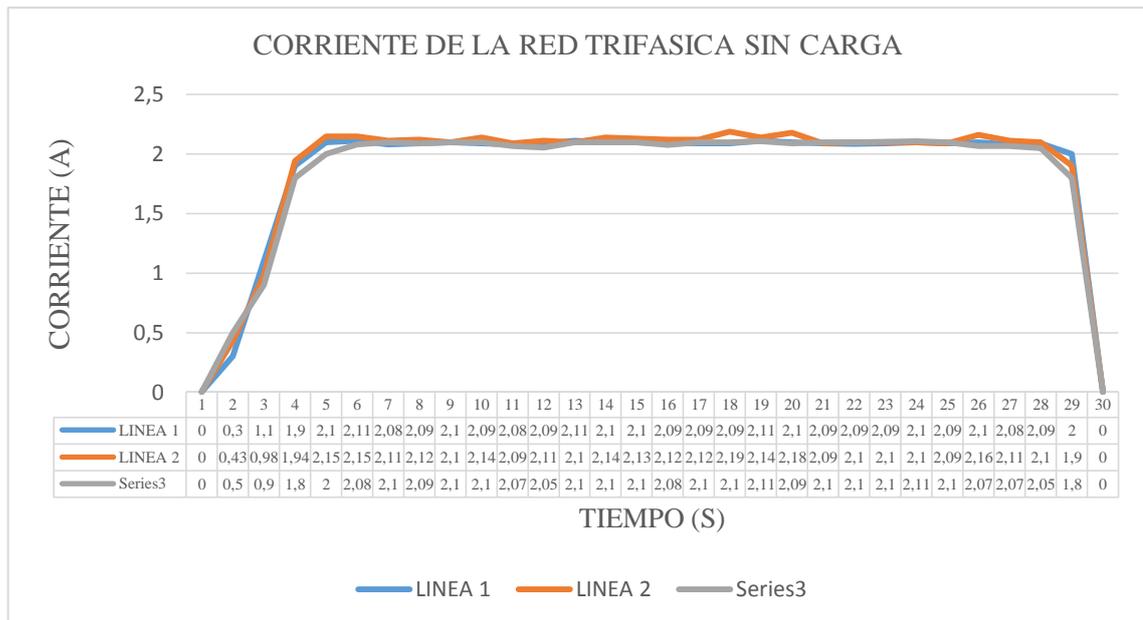
Se obtuvieron valores de la red eléctrica trifásica en un periodo de 30 segundos, de la misma manera los datos se obtuvieron de cada una de las líneas de la red. En la tabla 4-3 se muestran los valores obtenidos del censo energético.

**Tabla 4-3:** Censo de corriente de la red trifásica sin carga

| <b>Corriente (Amperios)</b> |                |                |                |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Tiempo (Segundos)</b>    | <b>Línea 1</b> | <b>Línea 2</b> | <b>Línea 3</b> |
| 1                           | 0              | 0              | 0              |
| 2                           | 0,3            | 0,43           | 0,5            |
| 3                           | 1,1            | 0,98           | 0,9            |
| 4                           | 1,9            | 1,94           | 1,8            |
| 5                           | 2,1            | 2,15           | 2              |
| 6                           | 2,11           | 2,15           | 2,08           |
| 7                           | 2,08           | 2,11           | 2,1            |
| 8                           | 2,09           | 2,12           | 2,09           |
| 9                           | 2,1            | 2,1            | 2,098          |
| 10                          | 2,09           | 2,14           | 2,1            |
| 11                          | 2,08           | 2,09           | 2,069          |
| 12                          | 2,09           | 2,11           | 2,053          |
| 13                          | 2,11           | 2,1            | 2,1            |
| 14                          | 2,1            | 2,14           | 2,098          |
| 15                          | 2,1            | 2,13           | 2,1            |
| 16                          | 2,09           | 2,12           | 2,078          |
| 17                          | 2,089          | 2,12           | 2,0965         |
| 18                          | 2,091          | 2,19           | 2,1            |
| 19                          | 2,11           | 2,14           | 2,109          |
| 20                          | 2,1            | 2,18           | 2,089          |
| 21                          | 2,09           | 2,09           | 2,1            |
| 22                          | 2,087          | 2,1            | 2,097          |
| 23                          | 2,09           | 2,1            | 2,102          |
| 24                          | 2,1            | 2,1            | 2,108          |
| 25                          | 2,09           | 2,09           | 2,1            |
| 26                          | 2,1            | 2,162          | 2,068          |
| 27                          | 2,081          | 2,11           | 2,069          |
| 28                          | 2,089          | 2,1            | 2,05           |
| 29                          | 2              | 1,9            | 1,8            |
| 30                          | 0              | 0              | 0              |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

En el gráfico 3-3 se visualiza la curva del censo energético de la red trifásica, el cual se encontraba sin carga a velocidad constante. En la figura se observa que tanto el tiempo de estabilización y tiempo de desaceleración son de cinco segundos.



**Gráfico 3-3: Curva de la corriente eléctrica de la red trifásica sin carga.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith 2017.

### 3.4.3 Censo de corriente eléctrica del motor con carga de 60 Kg

Para la realización del censo energético se realizó una práctica con el sistema en funcionamiento con carga de 60 kg para el proceso de Ribera-Curtido, de donde se obtuvieron los valores de corriente de cada una de las líneas del motor. En la tabla 5-3 se muestran los datos obtenidos del censo energético en un periodo de 30 segundos.

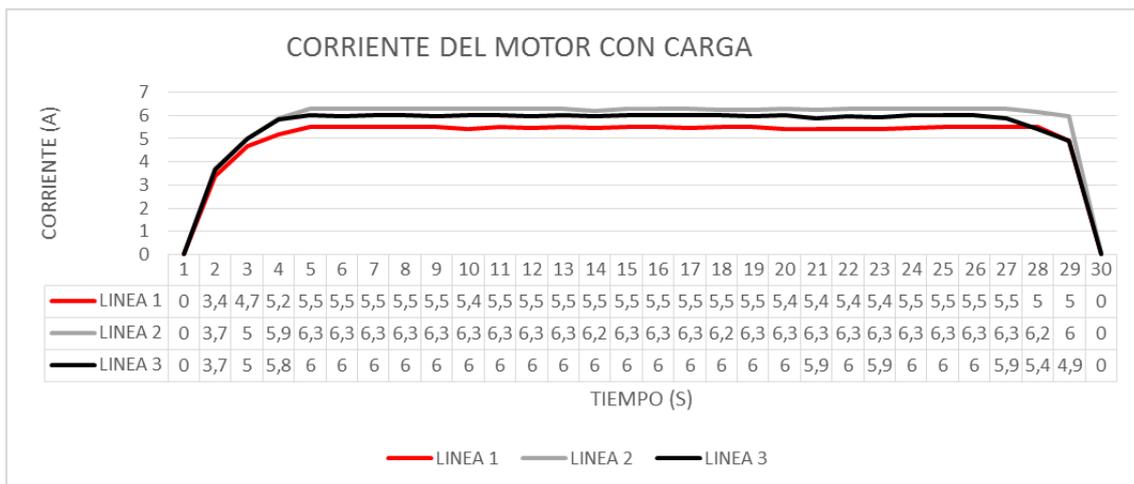
**Tabla 5-3: Censo de corriente eléctrica del motor con carga**

| Tiempo (Segundos) | Corriente (Amperios) |         |         |
|-------------------|----------------------|---------|---------|
|                   | Línea 1              | Línea 2 | Línea 3 |
| 1                 | 0                    | 0       | 0       |
| 2                 | 3,39                 | 3,69    | 3,67    |
| 3                 | 4,67                 | 4,98    | 4,98    |
| 4                 | 5,2                  | 5,87    | 5,84    |
| 5                 | 5,5                  | 6,3     | 6       |
| 6                 | 5,501                | 6,27    | 5,96    |
| 7                 | 5,5                  | 6,29    | 6,01    |
| 8                 | 5,501                | 6,3     | 6       |
| 9                 | 5,49                 | 6,3     | 5,97    |
| 10                | 5,43                 | 6,298   | 5,99    |
| 11                | 5,5                  | 6,286   | 6,02    |

|    |       |       |      |
|----|-------|-------|------|
| 12 | 5,45  | 6,302 | 5,97 |
| 13 | 5,498 | 6,269 | 5,99 |
| 14 | 5,47  | 6,19  | 5,98 |
| 15 | 5,49  | 6,27  | 6    |
| 16 | 5,5   | 6,3   | 6,01 |
| 17 | 5,46  | 6,29  | 6    |
| 18 | 5,502 | 6,24  | 6,01 |
| 19 | 5,487 | 6,26  | 5,97 |
| 20 | 5,42  | 6,3   | 6,01 |
| 21 | 5,43  | 6,26  | 5,89 |
| 22 | 5,41  | 6,304 | 5,98 |
| 23 | 5,43  | 6,296 | 5,9  |
| 24 | 5,47  | 6,289 | 6,02 |
| 25 | 5,51  | 6,3   | 6,01 |
| 26 | 5,489 | 6,31  | 6    |
| 27 | 5,5   | 6,29  | 5,86 |
| 28 | 5     | 6,16  | 5,4  |
| 29 | 5     | 5,96  | 4,9  |
| 30 | 0     | 0     | 0    |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith 2017

En el gráfico 4-3 se observa la curva de la corriente eléctrica de cada una de las líneas del motor, con los datos obtenidos de la tabla 5-3.



**Gráfico 4-3: Curva de la corriente eléctrica del motor con carga de 60Kg.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith 2017.

### 3.4.4 Censo de corriente eléctrica de la red trifásica con carga de 60Kg

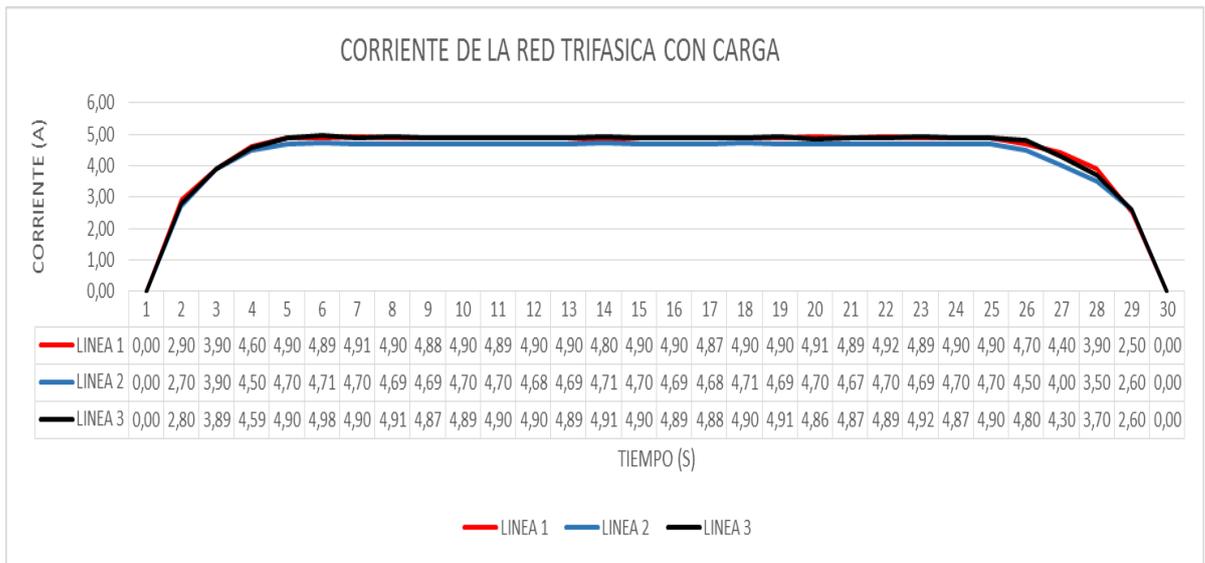
De igual forma se obtuvieron valores de la corriente eléctrica de cada una de las líneas de la red trifásica en un periodo de 30 segundos, obteniendo los valores de la tabla 6-3.

**Tabla 6-3:** Censo de corriente eléctrica de la red trifásica con carga de 60 Kg

| Tiempo<br>(Segundos) | Corriente (Amperios) |         |         |
|----------------------|----------------------|---------|---------|
|                      | Línea 1              | Línea 2 | Línea 3 |
| 1                    | 0,00                 | 0,00    | 0,00    |
| 2                    | 2,90                 | 2,70    | 2,80    |
| 3                    | 3,90                 | 3,90    | 3,89    |
| 4                    | 4,60                 | 4,50    | 4,59    |
| 5                    | 4,90                 | 4,70    | 4,90    |
| 6                    | 4,89                 | 4,71    | 4,98    |
| 7                    | 4,91                 | 4,70    | 4,90    |
| 8                    | 4,90                 | 4,69    | 4,91    |
| 9                    | 4,88                 | 4,69    | 4,87    |
| 10                   | 4,90                 | 4,70    | 4,89    |
| 11                   | 4,89                 | 4,70    | 4,90    |
| 12                   | 4,90                 | 4,68    | 4,90    |
| 13                   | 4,90                 | 4,69    | 4,89    |
| 14                   | 4,80                 | 4,71    | 4,91    |
| 15                   | 4,90                 | 4,70    | 4,90    |
| 16                   | 4,90                 | 4,69    | 4,89    |
| 17                   | 4,87                 | 4,68    | 4,88    |
| 18                   | 4,90                 | 4,71    | 4,90    |
| 19                   | 4,90                 | 4,69    | 4,91    |
| 20                   | 4,91                 | 4,70    | 4,86    |
| 21                   | 4,89                 | 4,67    | 4,87    |
| 22                   | 4,92                 | 4,70    | 4,89    |
| 23                   | 4,89                 | 4,69    | 4,92    |
| 24                   | 4,90                 | 4,70    | 4,87    |
| 25                   | 4,90                 | 4,70    | 4,90    |
| 26                   | 4,70                 | 4,50    | 4,80    |
| 27                   | 4,40                 | 4,00    | 4,30    |
| 28                   | 3,90                 | 3,50    | 3,70    |
| 29                   | 2,50                 | 2,60    | 2,60    |
| 30                   | 0,00                 | 0,00    | 0,00    |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith 2017

Como se puede observar el gráfico 5-3 la curva de la corriente de cada una de las líneas de la red son proporcionales en cuanto a estabilización y desaceleración.



**Gráfico 5-3: Curva de corriente eléctrica de la red trifásica con carga de 60Kg.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith 2017.

### 3.5 Resumen del censo de cargas de los sistemas

Después de haber realizado el censo energético del sistema antiguo y el sistema actual se realizó un promedio de cada una de las corrientes en cada línea. Los resultados que se obtuvieron se muestran en la tabla 7-3.

**Tabla 7-3: Resumen de corrientes eléctricas del sistema antiguo y sistema actual**

| SISTEMA                 | CORRIENTE (AMPERIOS) |        |         |
|-------------------------|----------------------|--------|---------|
|                         | LINEA 1              | LINEA2 | LINEA 3 |
| Sistema antiguo         | 12,45                | 12,39  |         |
| Motor sin carga         | 5,16                 | 5,34   | 4,01    |
| Red trifásica sin carga | 1,85                 | 1,87   | 1,84    |
| Motor con carga de 60Kg | 4,98                 | 5,71   | 5,41    |
| Red trifásica con carga | 4,32                 | 4,14   | 4,32    |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith 2017

### 3.6 Consumo energético del sistema

Para el consumo energético se tomó a consideración los valores de las corrientes eléctricas obtenidas del censo energético tanto del sistema antiguo como del sistema actual.

#### Consumo energético sistema antiguo

Para el cálculo de consumo energético se obtuvo la potencia del motor y el valor de la corriente. La corriente que se usó fue la corriente más alta obtenida del censo energético. Por lo que se parte de la siguiente formula:

$$P_{abs} = 2 * V_{línea} * I * \cos\varphi$$

Dónde:

P abs: Potencia absorbida del motor

V línea: Voltaje de Línea

I: Corriente

Solución

$$P_{abs} = 2 * 115V * 12.45A * 0.85$$

$$P_{abs} = 2433.98 W$$

En la formula se multiplicó por dos ya que se tomó a consideración las dos líneas del motor en donde se midió el voltaje de línea.

Para el cálculo se tomó en cuenta el tiempo de demora de todo el proceso el cual fue de 64 horas en la semana se realizaron dos procesos. Se tomó a consideración que se trabaja solo 8 meses durante el año en el taller de curtiembre.

$$EC = t * P_{abs}$$

Dónde:

EC: Energía Consumida

t: Tiempo

Pabs: Potencia Absorbida

Solución:

$$EC \text{ semanalmente} = 64h * 2 * 2433.98W$$

$$EC \text{ semanalmente} = 311,53KW$$

$$EC \text{ mensual} = 311,53KW * 4$$

$$EC \text{ mensual} = 1246,19KW$$

$$EC \text{ anual} = 1246,19 * 8$$

$$EC \text{ anual} = 9969.58 KW$$

El consumo de energía del motor en arranque directo tuvo un promedio aproximado de 9969.58KW en el año.

### **Consumo energético sistema actual**

De la misma manera del apartado anterior, es necesario obtener la potencia absorbida por el motor trifásico que está usando en el sistema con una corriente de 5,71 amperios y  $\cos\phi$  es obtenido de la placa del motor.

$$P_{abs} = \sqrt{3} * V_l * I * \cos\phi$$

Dónde:

P abs: Potencia absorbida del motor

V línea: Voltaje de Línea

I: Corriente

Solución

$$P_{abs} = \sqrt{3} * 220V * 5,71A * 0.79$$

$$P_{abs} = 1718,89W$$

Para el cálculo de la energía consumida en el nuevo sistema se tomó en cuenta el tiempo exacto que demora el proceso el cual es de 58 horas en la semana, se realizan dos procesos se toma a consideración que se trabaja solo 8 meses durante el año en el taller de curtiembre.

$$EC = t * Pabs$$

Dónde:

EC: Energía Consumida

t: Tiempo

Pabs: Potencia Absorbida

Solución:

$$EC \text{ semanalmente} = 58h * 2 * 1718,89W$$

$$EC \text{ semanalmente} = 199,39KW$$

$$EC \text{ mensual} = 199,39 KW * 4$$

$$EC \text{ mensual} = 797,56 KW$$

$$EC \text{ anual} = 797,56 * 8$$

$$EC \text{ anual} = 6380,52 KW$$

El consumo de energía del Sistema actual fue de 6380,52 KW anualmente.

### **Resultado del análisis de energía**

El consumo energético del sistema antiguo fue de 9969,58 KW anual mientras que el consumo energético del nuevo sistema fue de 6380,52 KW anual, dando como resultado un ahorro de 3589,06 KW en cuanto al ahorro de energía se refiere, es decir existe un ahorro porcentual energético del 36 % anual .

### **3.7 Resultados de los tiempos medidos en el proceso**

Para la medición y comparación de los tiempos se realizaron varias pruebas, una prueba con el sistema anterior y dos pruebas con el sistema automatizado una para el modo manual y la otra para el modo automático, las pruebas se realizaron con la receta de ovino cromo.

#### **Sistema anterior**

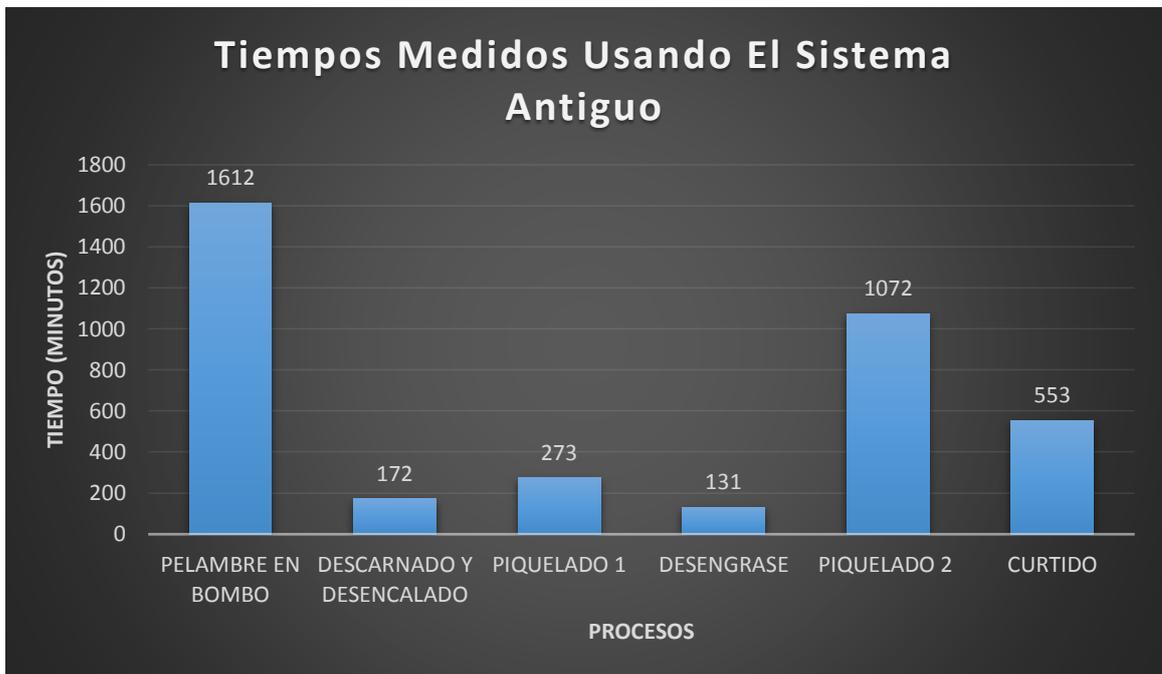
Los datos de los tiempos que fueron recolectados con la receta de ovino cromo se muestran en la tabla 8-3.

**Tabla 8-3:** Tiempos medidos con el sistema anterior

| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO                |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| <b>PELAMBRE EN BOMBO<br/>4RPM</b> | Agua y Sulfuro de Sodio               | 33 minutos            |
|                                   | Sulfuro de sodio                      | 35 minutos            |
|                                   | Cloruro de sodio                      | 12 minutos            |
|                                   | Sulfuro de sodio y cal                | 31 minutos            |
|                                   | Agua, sulfuro de sodio y cal          | 36 minutos            |
|                                   | Cal                                   | 3 horas y 10 minutos  |
|                                   | Reposo                                | 21 horas y 15 minutos |
| <b>TOTAL:</b>                     |                                       | 1612 minutos          |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO                |
| <b>DESCARNADO<br/>8RPM</b>        | Agua y bisulfito de sodio             | 34 minutos            |
| <b>DESENCALADO<br/>8RPM</b>       | Agua y bisulfito de sodio             | 33 minutos            |
|                                   | Formiato de sodio y Producto rindente | 70 minutos            |
|                                   | Producto rindente                     | 13 minutos            |
|                                   | Agua                                  | 22 minutos            |
| <b>TOTAL:</b>                     |                                       | 172 minutos           |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO                |
| <b>PIQUELADO 1<br/>8RPM</b>       | Agua y cloruro de sodio               | 12 minutos            |
|                                   | Ácido fórmico 1:10 y 1 parte diluido  | 33 minutos            |
|                                   | 2 parte diluido                       | 31 minutos            |
|                                   | 3 parte diluido                       | 64 minutos            |
|                                   | Ácido fórmico 1:10 y 1 parte diluido  | 34 minutos            |
|                                   | 2 parte diluido                       | 32 minutos            |
|                                   | 3 parte diluido                       | 67 minutos            |
| <b>TOTAL:</b>                     |                                       | 273 minutos           |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO                |
| <b>DESENGRASE<br/>8RPM</b>        | Agua, detergente y Diésel             | 61 minutos            |
|                                   | Agua y detergente                     | 45 minutos            |
|                                   | Agua                                  | 25 minutos            |
| <b>TOTAL:</b>                     |                                       | 131 minutos           |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO                |
| <b>PIQUELADO 2<br/>8RPM</b>       | Agua y cloruro de sodio               | 11 minutos            |
|                                   | Acido Fórmico 1:10 y 1 parte diluido  | 33 minutos            |
|                                   | 2 parte diluido                       | 32 minutos            |
|                                   | 3 parte diluido                       | 34 minutos            |
|                                   | Acido Fórmico 1:10 y 1 parte diluido  | 31 minutos            |
|                                   | 2 parte diluido                       | 33 minutos            |
|                                   | 3 parte diluido                       | 32 minutos            |
|                                   | Reposar                               | 14 horas y 15 minutos |
| Rodar                             | 11 minutos                            |                       |
| <b>TOTAL:</b>                     |                                       | 1072 minutos          |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO                |
| <b>CURTIDO<br/>8RPM</b>           | Cromo                                 | 62                    |
|                                   | Basificante 1/10 y 1 parte diluido    | 64                    |
|                                   | 2 parte diluido                       | 63                    |
|                                   | 3 parte diluido                       | 5 horas y 30 minutos  |
|                                   | Agua                                  | 34 minutos            |
| <b>TOTAL:</b>                     |                                       | 553 minutos           |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Para poder visualizar de mejor manera los datos adquiridos al realizar la práctica con el sistema antiguo, el gráfico 6-3 se muestran los tiempos totales de cada uno de los subprocesos del proceso de Ribera-curtido de piles ovinas con curtiembre a base de cromo.



**Gráfico 6-3: Diagrama de barras de los tiempos medidos en el sistema anterior.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### Sistema actual

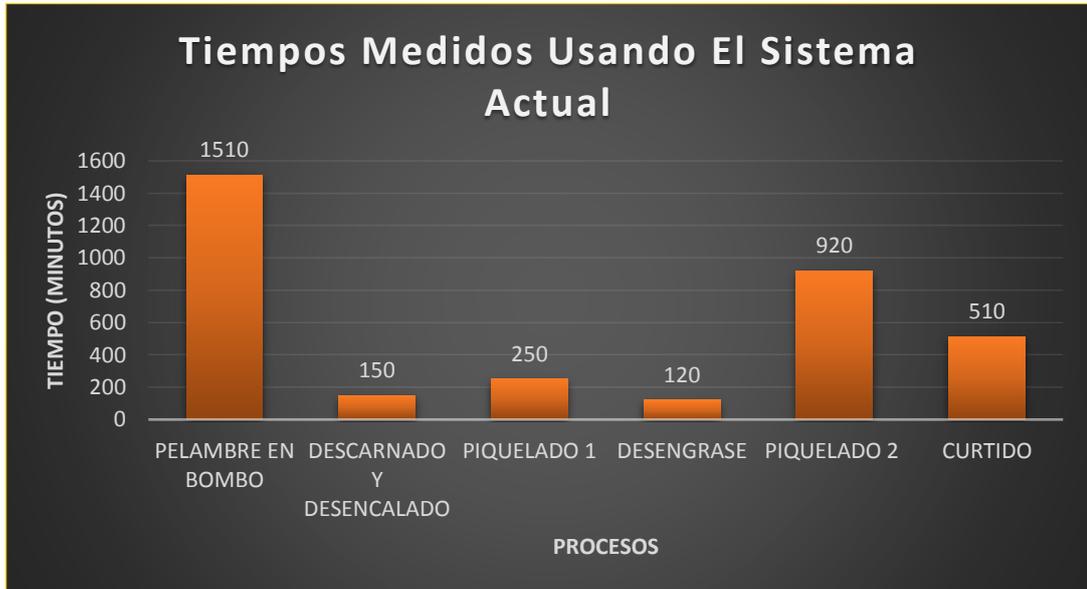
Para recolectar los datos de los tiempos de cada proceso se realizaron dos pruebas una usando el modo manual del sistema automatizado y otra usando el modo automático, en los dos casos los datos recolectados fueron los mismos ya que en el modo manual el usuario programa los tiempos de cada proceso guiándose en la receta que va a utilizar en este caso se usó la receta de ovino – cromo, y en el modo automático los tiempos están almacenados en la memoria interna de la HMI con lo que los tiempos fueron los mismos para los dos modos. Los datos de los tiempos que fueron recolectados con la receta de ovino cromo para el sistema actual se muestran en la tabla 9-3.

**Tabla 9-3:** Tiempos medidos con el sistema actual

| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| <b>PELAMBRE EN BOMBO<br/>4RPM</b> | Agua y Sulfuro de Sodio               | 30 minutos   |
|                                   | Sulfuro de sodio                      | 30 minutos   |
|                                   | Cloruro de sodio                      | 10 minutos   |
|                                   | Sulfuro de sodio y cal                | 30 minutos   |
|                                   | Agua, sulfuro de sodio y cal          | 30 minutos   |
|                                   | Cal                                   | 3 horas      |
|                                   | Reposo                                | 20 horas     |
|                                   | <b>TOTAL:</b>                         | 1510 minutos |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO       |
| <b>DESCARNADO (8RPM)</b>          | Agua y bisulfito de sodio             | 30 minutos   |
| <b>DESENCALADO<br/>8RPM</b>       | Agua y bisulfito de sodio             | 30 minutos   |
|                                   | Formiato de sodio y Producto rindente | 60 minutos   |
|                                   | Producto rindente                     | 10 minutos   |
|                                   | Agua                                  | 20 minutos   |
| <b>TOTAL:</b>                     | 150 minutos                           |              |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO       |
| <b>PIQUELADO 1<br/>8RPM</b>       | Agua y cloruro de sodio               | 10 minutos   |
|                                   | Ácido fórmico 1:10 y 1 parte diluido  | 30 minutos   |
|                                   | 2 parte diluido                       | 30 minutos   |
|                                   | 3 parte diluido                       | 60 minutos   |
|                                   | Ácido fórmico 1:10 y 1 parte diluido  | 30 minutos   |
|                                   | 2 parte diluido                       | 30 minutos   |
|                                   | 3 parte diluido                       | 60 minutos   |
|                                   | <b>TOTAL:</b>                         | 250 minutos  |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO       |
| <b>DESENGRASE<br/>8RPM</b>        | Agua, detergente y Diésel             | 60 minutos   |
|                                   | Agua y detergente                     | 40 minutos   |
|                                   | Agua                                  | 20 minutos   |
| <b>TOTAL:</b>                     | 120 minutos                           |              |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO       |
| <b>PIQUELADO 2<br/>8RPM</b>       | Agua y cloruro de sodio               | 10 minutos   |
|                                   | Acido Fórmico 1:10 y 1 parte diluido  | 30 minutos   |
|                                   | 2 parte diluido                       | 30 minutos   |
|                                   | 3 parte diluido                       | 30 minutos   |
|                                   | Acido Fórmico 1:10 y 1 parte diluido  | 30 minutos   |
|                                   | 2 parte diluido                       | 30 minutos   |
|                                   | 3 parte diluido                       | 30 minutos   |
|                                   | Reposar                               | 12 horas     |
|                                   | Rodar                                 | 10 minutos   |
| <b>TOTAL:</b>                     | 920 minutos                           |              |
| PROCESO                           | PRODUCTO                              | TIEMPO       |
| <b>CURTIDO<br/>8RPM</b>           | Cromo                                 | 60           |
|                                   | Basificante 1/10 y 1 parte diluido    | 60           |
|                                   | 2 parte diluido                       | 60           |
|                                   | 3 parte diluido                       | 5 horas      |
|                                   | Agua                                  | 30 minutos   |
| <b>TOTAL:</b>                     | 510 minutos                           |              |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

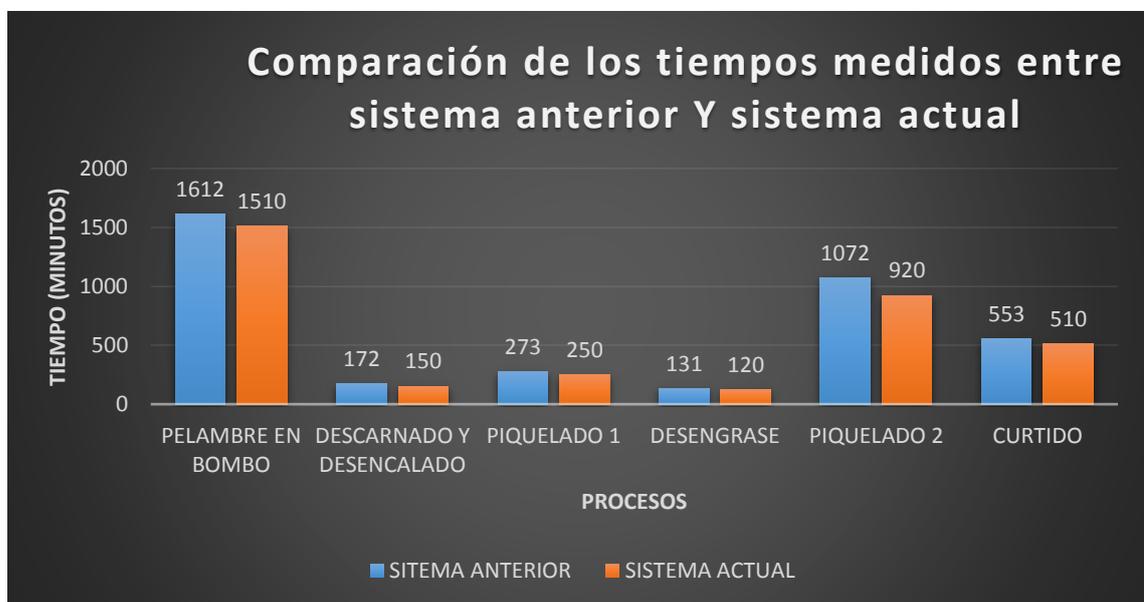
Para poder visualizar de mejor manera los datos obtenidos de la práctica realizada con el sistema actual en el gráfico 7-3 se muestran los tiempos totales de cada uno de los subprocessos del proceso de Ribera-Curtido de piles ovinas con curtiente a base de cromo.



**Gráfico 7-3: Diagrama de barras de los tiempos medidos usando el sistema actual.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### Comparación de los tiempos entre sistema anterior y sistema actual

El gráfico 8-3 muestra la comparación de los tiempos adquiridos tanto del sistema anterior como con el sistema actual.



**Gráfico 8-3: Comparación entre el sistema anterior y el sistema actual.**  
Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

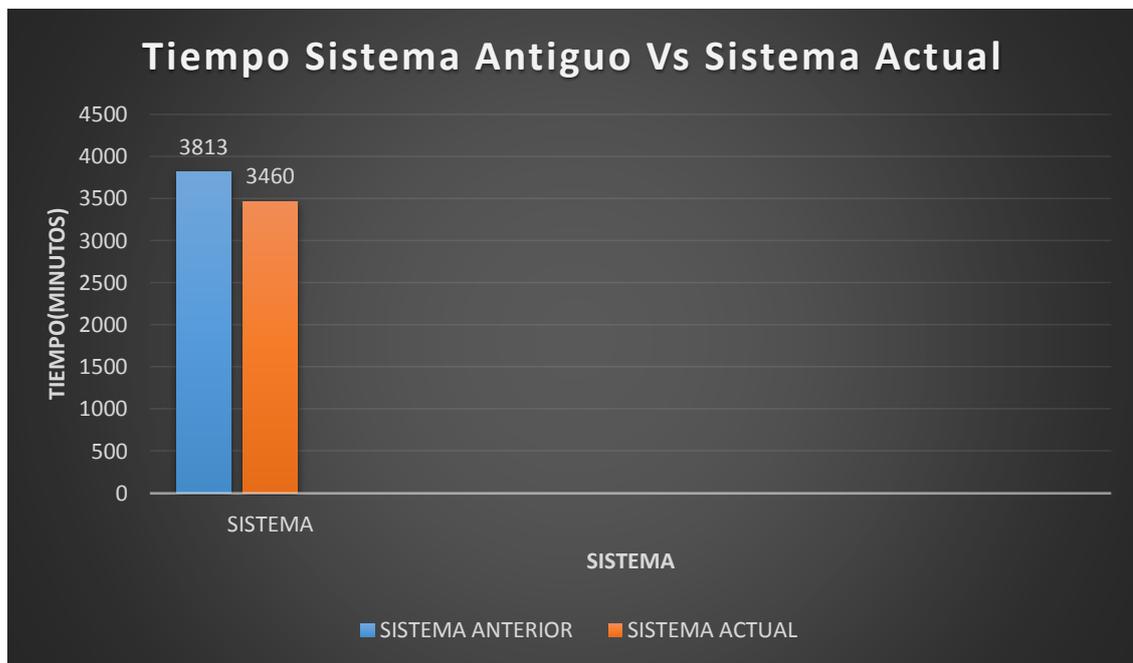
Según los datos adquiridos en los dos sistemas se pudo evidenciar que con el sistema actual hay una considerable reducción en el tiempo de los subprocesos del proceso de ribera-curtido de piel, en la tabla 10-3. Se visualiza el porcentaje de reducción del tiempo total.

**Tabla 10-3:** Porcentaje del tiempo reducido en el proceso de ribera-curtido.

| SISTEMA          | TIEMPO                                   |
|------------------|------------------------------------------|
| Sistema anterior | 3813 minutos                             |
| Sistema actual   | 3460 minutos                             |
| Tiempo reducido  | 353 minutos que nos da un total del 9.8% |

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017.

En el gráfico 9-3 se puede observar claramente la comparación de tiempos entre el sistema anterior y el sistema actual, con una notablemente reducción del tiempo de operación del sistema actual, el cual representa el 9.8% en cuanto a la reducción del tiempo.

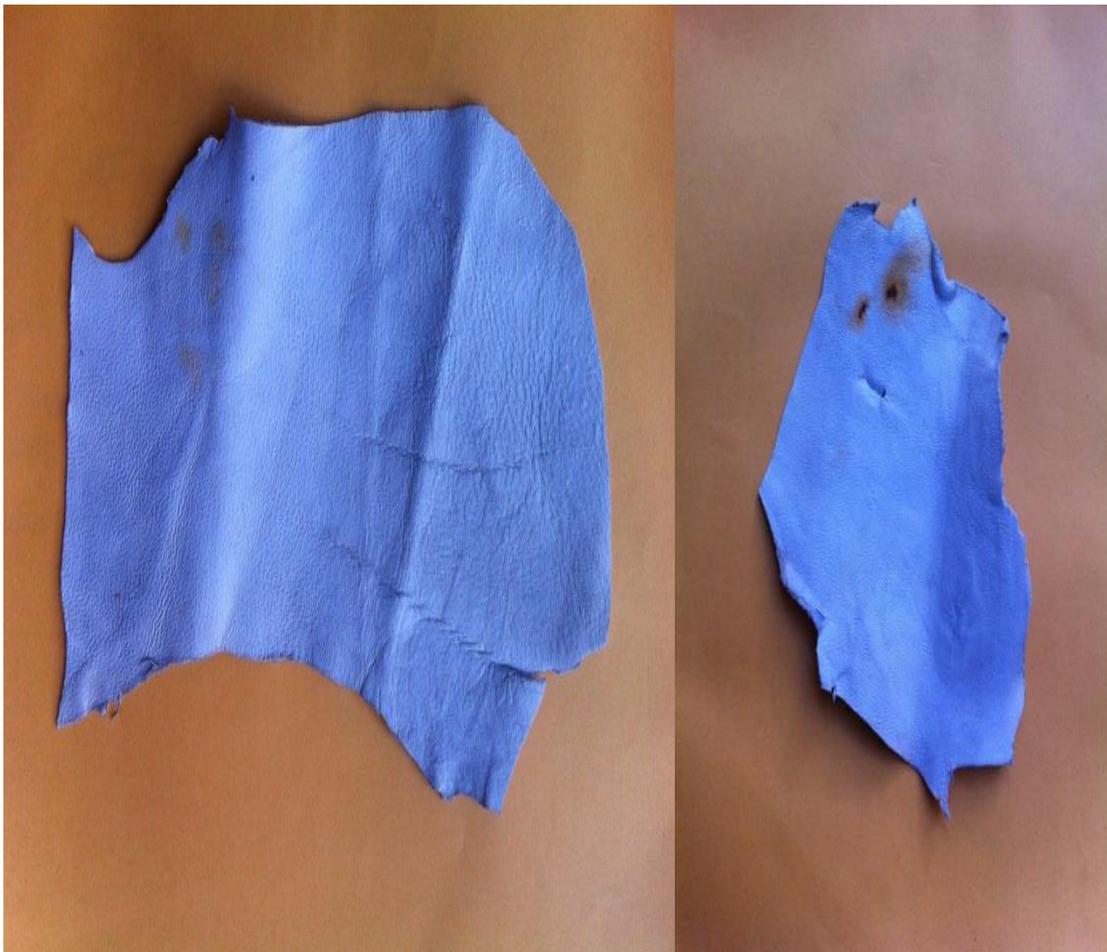


**Gráfico 9-3:** Tiempo sistema antiguo vs sistema actual.

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

### 3.8 Resultado del estado final de pieles antes y después de la implementación

Se realizó una práctica de curtición de pieles ovinas a base de cromo en el laboratorio antes de la implementación automática del sistema, lo cual dio como resultado ciertas pieles manchadas y con agujeros esto se debe a que las revoluciones por minuto y el tiempo de rotación no son los adecuados en la figura 1-3 se observa el producto final de cuero Wet Blue antes de la automatización



**Figura 1-3: Piel Wet Blue-Cromo con el sistema antiguo.**

**Realizado por:** JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

Se realizó una práctica con el nuevo sistema automatizado con pieles ovinas a base de cromo y se obtuvo como resultado una piel sin manchas ni agujeros esto se debe a que gracias a la automatización, las pieles son curtidas de manera adecuada es decir tiene un control de velocidad y tiempo, adecuado y justo según el tipo de piel y el tipo de curtición, además las pieles Wet Blue fueron sometidas a varias pruebas de rutina después del proceso de curtición, las cuales fueron:

- Al presionar del dedo pulgar sobre piel durante 20 segundos, esta deberá regresar a la normalidad.
- Sumergir la piel Wet blue en agua hervida a 80 grados centígrados, la piel puede encogerse máximo 5% de tamaño normal.
- Estirar la piel con una fuerza de 5 Newton, la piel no deberá de romperse.

Al realizar todas estas pruebas con las pieles Wet Blue se obtuvo un buen resultado ya que las pieles pasaron las pruebas necesarias para tener un producto de calidad. En la figura 2-3 se muestra el producto final



**Figura 2-3: Piel Wet Blue-Cromo con el sistema actual.**

Realizado por: JARA, Franklin; GARCÉS, Edith, 2017

## CONCLUSIONES

- El entorno de la HMI, ayuda al fácil manejo, control y monitoreo de la etapa ribera-curtido de pieles, ya que cuenta con dos modos: manual en donde el usuario puede controlar el tiempo y velocidad del bombo y automático donde las recetas de cada una de las pieles y curtientes se encuentran almacenadas para su automática puesta en marcha, evitando errores en el orden del proceso.
- El diseño de los diagramas eléctricos de conexión, ayuda a realizar una correcta implementación de todos los dispositivos del sistema, evitando errores y posibles daños eléctricos al momento de la puesta en marcha.
- La implementación de la comunicación Modbus RTU RS485, permite tener una red industrial muy confiable con grandes prestaciones a nivel industrial, optimizar costos ya que se puede controlar equipos sin intervención de controladores de intermediarios entre HMI - Variador de frecuencia y garantiza una respuesta inmediata a las solicitudes enviadas por el usuario ayudando a los procesos en ejecución.
- Para un correcto desempeño de la instalación eléctrica se dimensiona conductores, dispositivos de protección y equipos para proveer de seguridad al personal y al sistema implementado, también se reduce un 36% en el consumo eléctrico optimizando recursos económicos y energía.
- Gracias a la implementación del variador de frecuencia se elimina completamente los picos de corriente que sufría la anterior instalación la cual no contaba con ningún equipo de arranque del motor eléctrico, para esto se aplica una rampa de encendido con un tiempo de 5 segundos para obtener un arranque suave y alargar la vida útil de los equipos.
- Mediante la implementación del sistema automatizado se reduce un 9.8% el tiempo total que requiere la etapa de Ribera-Curtido, ya que cuenta con un apagado automático con el tiempo exacto que necesita el proceso que se está llevando a cabo.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda leer detenidamente los manuales de usuario y manual técnico, para manipular adecuadamente los equipos instalados en el sistema y de esta manera evitar accidentes personales o fallos en el equipo.
- No abrir el tablero de control ni manipular los equipos instalados en su interior por ningún motivo, ya que se pueden sufrir descargas eléctricas y daños al sistema.
- Cuando el bombo esté en funcionamiento no se debe manipular el motor, caja de cambios ni bandas ya que podría sufrir atascamiento con alguna parte del cuerpo como manos, ropa o cabello, utilizar equipo de seguridad cuando se manipule el equipo.
- Realizar mantenimiento preventivo de acuerdo al anexo Q, tanto de la parte mecánica como de la parte eléctrica para garantizar la vida útil de los componentes del sistema y el trabajo óptimo de los equipos para obtener un desarrollo eficiente en la etapa, estos trabajos se deben desarrollar por una persona con conocimientos en automatización industrial y mecánica.
- Al momento de realizar cualquier tipo de curtiembre tomar las debidas precauciones al ajustar la puerta para evitar pérdidas en el baño, además para que las pieles no sufran ningún daño los pivotes en el interior del bombo deben estar bien pulidos.

## BIBLIOGRAFÍA

**1. ABB STOTZ-KONTAKT.** *Manual de aplicación Fuentes de alimentación* [en línea]. Heidelberg-Alemania: ABB, Septiembre de 2006. [Consulta: 27 de Febrero de 2017.]. pp. 4-9. Disponible en:

<https://library.e.abb.com/public/9146478e6e30e650c12574ec002bec1a/1TXA114004M0701.pdf>

**ALVAREZ PULIDO, Manuel.** *Convertidores de frecuencia, controladores de motores y srr.* Barcelona - España: Marcombo, 2000. pp. 1-2.

**ANGULO, Pablo.** *El contactor Electromagnético* [blog]. Quito – Ecuador. Pablo Angulo. Septiembre de 2014. [Consulta: 26 de Febrero de 2017.]. Disponible en: <http://pabloangulo.blog.epn.edu.ec/wp-content/uploads/sites/174/2014/09/El-Contactor-Electromagn%C3%A9tico.pdf>.

**BARTOLOME, Jordi.** *El Protocolo Modbus.* [en línea]. 2011. p. 1 [Consulta: 15 de Febrero de 2017.]. Disponible en: <http://www.tolaemon.com/docs/modbus.htm>

**BULLÓN VILCHIS, Oscar.** *Automatización Industrial* [en línea] (Tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior De Ingeniería Mecánica y Eléctrica. México Distrito Federal - México. 2009. p. 127. [Consulta: 2017-02-20]. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/jspui/handle/123456789/5632>.

**BUSTOS MECÍAS, Inés Patricia.** *Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de las etapas ribera y curtido para la tenería san José.* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ingeniería Química. Riobamba-Ecuador. 2012. p. 5.

**CANDELAS HERÍAS, Francisco.** *Práctica 3. Comunicación con RS-485 y MODBUS* [en línea]. Alicante-España: Grupo de Innovación Educativa en Automática, 11 de Octubre del

2011. [Consulta: 2de Marzo de 2017.]. p.4. Disponible en:  
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18990/1/AA-p3.pdf>.

**CASTILLO PEDROSA, Juan; & MARRUFO GONZÁLEZ, Enrique.** *Instalaciones Eléctricas Básicas*. Madrid-España. McGraw-Hill/Interamericana de España. 2010. pp.288-289.

**CONDUMEX.** *Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión*. 5ª.ed. Miguel de Cervantes Saavedra 255 Col. Granada 11520 México D.F – México. GP Impresores. 2009. p.104.

**CÓRDOBA, Ernesto.** “Manufactura y automatización”. *Revista ingeniería e investigación*, Vol. 26, nº3 (2006), (Colombia) p.120.

**FESTO.** *Fundamentos de la técnica de automatización* [en línea]. Denkendorf, Alemania: Festo Didactic, 2007. p.17. [Consulta: 2017-02-14]. Disponible en: [https://lehrerfortbildung-bw.de/u\\_matnatech/nwt/gym/weiteres/fb1/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062\\_Fundamentos\\_de\\_la\\_tecnica\\_de\\_automatizacion.pdf](https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/nwt/gym/weiteres/fb1/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf).

**NATIONAL INSTRUMENTS.** *Informacion Detallada Sobre el Protocolo Modbus* [en línea]. National Instruments, 16 de Octubre del 2014. [Consulta: 2de Marzo de 2017.]. p.1. Disponible en: <http://www.ni.com/white-paper/52134/es/>.

**OSINSKY DEBRA.** *Cuero Piel y Calzado*. 4ta Edición. Madrid-España. Enciclopedia de la Salud y el Trabajo. 1998, p.88.2

**PCE IBÉRICA.** *Fuentes de alimentación* [en línea]. Albacete – España: PCE Ibérica, 30 de Septiembre de 2014. [Consulta: 27 de Febrero de 2017.]. Disponible en: <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/medidores/fuentes-alimentacion.htm>.

**PROCOBRE.** *Conductores eléctricos.* Nueva de Lyon 096, Of. 305. La providencia- Santiago-Chile. PRIEN - Programa de Investigaciones en Energía. 2001. p.13.

**QUIMINET.** *¿Que es un variador de frecuencia y cómo es que funciona?* [en línea]. México DF- Mexico. QuimiNet. 16 de Junio de 2011. [Consulta: 01 de Febrero de 2017.]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-variador-de-frecuencia-y-como-es-que-funciona-60877.htm>.

**SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA.** *Manual Electrotécnico Telesquemario Telemecanique* [en línea]. España: Schneider Electric, Junio de 1999. [Consulta: 26 de Febrero de 2017.]. pp. 23-26. Disponible en: <http://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>.

**WEG.** *Guía técnica, Motores de inducción alimentados por convertidores de frecuencia PWM* [en línea]. Sao Paulo-Brazil: Weg, 31 de Enero de 2014. [Consulta: 1 de Febrero de 2017.]. pp. 6-7. Disponible en: <http://www.infopl.net/documentacion/21-motion-control-motores/1974-motores-de-inducci%C3%B3n-alimentados-por-convertidores-de-frecuencia-pwm>.

**WEG.** *Manual de la Comunicación Modbus-RTU* [en línea]. Sao Paulo-Brazil: Weg, Diciembre 2012. [Consulta: 1 de Marzo de 2017.]. pp.9-10. Disponible en: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-srw01-manual-de-la-comunicacion-modbus-rtu-10000521680-4.0x-manual-espanol.pdf>.

## ANEXOS

### Anexo A: Colores para realización de HMI

#### Fondos de Pantallas

| Item                         | Color | Descripción  | Matiz/Sat/Lum | Rojo/Verde/Azul |
|------------------------------|-------|--------------|---------------|-----------------|
| Sinópticos de Área y Subárea |       | Arena        | 208/204/191   | 31/37/188       |
| Detalle Máquinas             |       | Verde Oscuro | 120/80/90     | 64/128/128      |
| Menus y Analógicas           |       | Gris Plata   | 160/0/224     | 238/238/238     |
| Tablas en Sinópticos         |       | Gris Plata   | 160/0/224     | 238/238/238     |

#### Estatus de Equipos de Proceso

| Item              | Color | Descripción | Matiz/Sat/Lum | Rojo/Verde/Azul |
|-------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| Equipo Parado     |       | Blanco      | 160/0/240     | 255/255/255     |
| Equipo Trabajando |       | Verde       | 80/240/53     | 0/113/0         |
|                   |       |             |               |                 |

#### Alarmas

| Item                  | Color | Descripción | Matiz/Sat/Lum | Rojo/Verde/Azul |
|-----------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| Alarma Crítica        |       | Rojo        | 0/240/120     | 255/0/0         |
| Alarma de Advertencia |       | Amarillo    | 40/240/120    | 255/255/0       |
| Mensaje General       |       | Azul Claro  | 120/240/120   | 0/255/255       |

#### Materiales de Proceso

| Item             | Color | Descripción    | Matiz/Sat/Lum | Rojo/Verde/Azul |
|------------------|-------|----------------|---------------|-----------------|
| Gas con Material |       | Amarillo Claro | 40/240/180    | 255/255/128     |
| Aceite           |       | Café Oscuro    | 80/240/190    | 148/255/148     |
| Agua             |       | Verde          | 80/240/53     | 0/113/0         |
| Aire             |       | Azul Claro     | 120/240/120   | 0/255/255       |

#### Señales Analógicas

| Item               | Color | Descripción  | Matiz/Sat/Lum | Rojo/Verde/Azul |
|--------------------|-------|--------------|---------------|-----------------|
| Temperatura        |       | Marrón       | 0/240/46      | 98/0/0          |
| Presión, Depresión |       | Azul Rey     | 160/240/120   | 0/0/255         |
| Potencia           |       | Violeta      | 200/240/60    | 128/0/128       |
| Caudal             |       | Azul Marino  | 140/240/60    | 0/64/128        |
| Velocidad          |       | Verde Oscuro | 80/240/53     | 0/113/0         |
| Otras              |       | Negro        | 160/0/0       | 0/0/0           |

#### Items Varios

| Item                    | Color | Descripción    | Matiz/Sat/Lum | Rojo/Verde/Azul |
|-------------------------|-------|----------------|---------------|-----------------|
| Código Equipos Normal   |       | Negro          | 160/0/0       | 0/0/0           |
| Botón Confirmar Alarmas |       | Amarillo Claro | 40/240/180    | 255/255/128     |
| Títulos de Pantallas    |       | Azul Marino    | 140/240/60    | 0/64/128        |
| Texto Fallas Críticas   |       | Rojo           | 0/240/120     | 255/0/0         |
| Texto Advertencias      |       | Amarillo       | 40/240/120    | 255/255/0       |
| Texto General           |       | Azul Marino    | 140/240/60    | 0/64/128        |

**Anexo B: Receta Para Pieles Ovinas Curtición Con Cromo**

| PROCESO                            | OPERACIÓN        | PRODUCTO                                       | %        | TEMPERATURA °C        | TIEMPO        |  |                 |
|------------------------------------|------------------|------------------------------------------------|----------|-----------------------|---------------|--|-----------------|
| <b>PELAMBRE EN BOMBO</b><br>4rpm   | <b>BAÑO</b>      | AGUA                                           | 100      | 25                    |               |  |                 |
|                                    |                  | SULFURO DE SODIO                               | 0,7      |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | SULFURO DE SODIO                               | 0,7      |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | CLORURO DE SODIO                               | 0,5      |                       | 10 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | SULFURO DE SODIO                               | 0,5      |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | CAL                                            | 1        |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | AGUA                                           | 50       | 25                    |               |  |                 |
|                                    |                  | SULFURO DE SODIO                               | 0,5      |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | CAL                                            | 1        |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | CAL                                            | 1        |                       | 3 HORAS       |  |                 |
|                                    |                  | <b>REPOSO</b>                                  |          |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | <b>GIRAR 10 MINUTOS Y DESCANSAR 4 HORA POR</b> |          |                       |               |  | <b>20 HORAS</b> |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                  |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>PROCESO DES CARNADO</b><br>8rpm |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>PESAR PILES</b>                 | <b>BAÑO</b>      | AGUA                                           | 200      | 25                    | 30 MINUT      |  |                 |
|                                    |                  | BISULFITO DE SODIO                             | 0,2      |                       |               |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                  |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>DESENCALADO</b>                 | <b>BAÑO</b>      | AGUA                                           | 100      | 30                    |               |  |                 |
|                                    |                  | BISULFITO DE SODIO                             | 1        |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                    |                  | FORMIATO DE SODIO                              | 1        |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | PRODUCTO RINDENTE                              | 0,1      |                       | 60 MINUT      |  |                 |
| 8rpm                               |                  | PRODUCTO RINDENTE                              | 0,02     |                       | 10 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                  |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
|                                    | <b>LAVAR</b>     | AGUA                                           | 200      | 25                    | 20 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                  |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>PROCESO</b>                     | <b>OPERACIÓN</b> | <b>PRODUCTO</b>                                | <b>%</b> | <b>TEMPERATURA °C</b> | <b>TIEMPO</b> |  |                 |
| <b>PIQUELADO 1</b><br>8rpm         | <b>BAÑO</b>      | AGUA                                           | 60       | AMBIENTE              |               |  |                 |
|                                    |                  | CLORURO DE SODIO                               | 10       |                       | 10 MINUT      |  |                 |
|                                    |                  | ACIDO FÓRMICO 1:10                             | 1        |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | 1 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                    |                  | 2 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                    |                  | 3 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 60 MINUT      |  |                 |
|                                    |                  | ACIDO FÓRMICO 1:10                             | 0,4      |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | 1 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                    |                  | 2 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                    |                  | 3 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 60 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                  |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>PROCESO</b>                     | <b>OPERACIÓN</b> | <b>PRODUCTO</b>                                | <b>%</b> | <b>TEMPERATURA °C</b> | <b>TIEMPO</b> |  |                 |
| <b>DESENGRASE</b><br>8rpm          | <b>BAÑO</b>      | AGUA                                           | 100      | 30                    |               |  |                 |
|                                    |                  | DETERGENTE                                     | 2        |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | DIESEL                                         | 4        |                       | 60 MINUT      |  |                 |
|                                    |                  | <b>BOTAR BAÑO</b>                              |          |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | AGUA                                           | 100      | 35                    |               |  |                 |
|                                    |                  | DETERGENTE                                     | 1        |                       | 40 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                  |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>LAVAR</b>                       | AGUA             | 200                                            |          | AMBIENTE              | 20 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                  |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>PROCESO</b>                     | <b>OPERACIÓN</b> | <b>PRODUCTO</b>                                | <b>%</b> | <b>TEMPERATURA °C</b> | <b>TIEMPO</b> |  |                 |
| <b>PIQUELADO 2</b><br>8rpm         | <b>BAÑO</b>      | AGUA                                           | 60       | AMBIENTE              |               |  |                 |
|                                    |                  | CLORURO DE SODIO                               | 10       |                       | 10 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | ACIDO FORMICO 1:10                             | 1        |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | 1 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | 2 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | 3 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | ACIDO FORMICO 1:10                             | 0,4      |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | 1 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | 2 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | 3 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | <b>REPOSO</b>                                  |          |                       |               |  |                 |
| <b>RODAR</b>                       |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>12 HORAS</b>                    |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>10 MINUTOS</b>                  |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |
| <b>CURTIDO</b><br>8rpm             |                  | CROMO                                          | 7        |                       | 60 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | BASIFICANTE 1/10                               | 0,3      |                       |               |  |                 |
|                                    |                  | 1 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 60 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | 2 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 60 MINUTOS    |  |                 |
|                                    |                  | 3 PARTE DILUIDO                                |          |                       | 5 HORAS       |  |                 |
|                                    |                  | AGUA                                           | 100      | 60                    | 30 MINUTOS    |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                  |                  |                                                |          |                       |               |  |                 |

### Anexo C: Receta Para Pieles Ovinas Curtición Vegetal

| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO          |                   |  |
|------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------|-------------|-----------------|-------------------|--|
| <b>PELAMBRE EN BOMBO</b><br>4rpm               | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 100        | 25          |                 |                   |  |
|                                                |                    | SULFURO DE SODIO   | 0,7        |             | 30 MINUTOS      |                   |  |
|                                                |                    | SULFURO DE SODIO   | 0,7        |             | 30 MINUTOS      |                   |  |
|                                                |                    | CLORURO DE SODIO   | 0,5        |             | 10 MINUTOS      |                   |  |
|                                                |                    | SULFURO DE SODIO   | 0,5        |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | CAL                | 1          |             | 30 MINUTOS      |                   |  |
|                                                |                    | AGUA               | 50         | 25          |                 |                   |  |
|                                                |                    | SULFURO DE SODIO   | 0,5        |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | CAL                | 1          |             | 30 MINUTOS      |                   |  |
|                                                |                    | CAL                | 1          |             | 3 HORAS         |                   |  |
|                                                |                    | REPOSO             |            |             |                 |                   |  |
| <b>GIRAR 10 MINUTOS Y DESCANSAR 4 HORA POR</b> |                    |                    |            |             | <b>20 HORAS</b> |                   |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |
| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO          |                   |  |
| <b>DESCARNADO</b><br>8rpm                      | <b>PESAR PILES</b> |                    |            |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | <b>BAÑO</b>        | AGUA       | 200         | 25              | 30 MINUT          |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |
| <b>DESENCALADO</b><br>8rpm                     | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 100        | 30          |                 |                   |  |
|                                                |                    | BISULFITO DE SODIO | 1          |             | 30 MINUT        |                   |  |
|                                                |                    | FORMIATO DE SODIO  | 1          |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | PRODUCTO RINDENTE  | 0,1        |             | 60 MINUT        |                   |  |
|                                                |                    | PRODUCTO RINDENTE  | 0,02       |             | 10 MINUT        |                   |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |
| <b>LAVAR</b>                                   | AGUA               | 200                | 25         | 20 MINUT    |                 |                   |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |
| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO          |                   |  |
| <b>PIQUELADO 1</b><br>8rpm                     | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 60         | AMBIENTE    |                 |                   |  |
|                                                |                    | CLORURO DE SODIO   | 10         |             | 10 MINUT        |                   |  |
|                                                |                    | ACIDO FÓRMICO 1:10 | 1          |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUT        |                   |  |
|                                                |                    | 2 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUT        |                   |  |
|                                                |                    | 3 PARTE DILUIDO    |            |             | 60 MINUT        |                   |  |
|                                                |                    | ACIDO FÓRMICO 1:10 | 0,4        |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUT        |                   |  |
|                                                |                    | 2 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUT        |                   |  |
| 3 PARTE DILUIDO                                |                    |                    | 60 MINUT   |             |                 |                   |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |
| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO          |                   |  |
| <b>DESENGRASE</b><br>8rpm                      | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 100        | 30          |                 |                   |  |
|                                                |                    | DETERGENTE         | 2          |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | DIESEL             | 4          |             | 60 MINUT        |                   |  |
|                                                |                    | <b>BOTAR BAÑO</b>  |            |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | AGUA               | 100        | 35          | 40 MINUT        |                   |  |
| DETERGENTE                                     | 1                  |                    |            |             |                 |                   |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |
| <b>LAVAR</b>                                   | AGUA               | 200                | AMBIENTE   | 20 MINUT    |                 |                   |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |
| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO          |                   |  |
| <b>PIQUELADO 2</b><br>8rpm                     | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 60         | AMBIENTE    |                 |                   |  |
|                                                |                    | CLORURO DE SODIO   | 10         |             | 10 MINUTOS      |                   |  |
|                                                |                    | ACIDO FORMICO 1:10 | 1          |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUTOS      |                   |  |
|                                                |                    | 2 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUTOS      |                   |  |
| 3 PARTE DILUIDO                                |                    |                    | 30 MINUTOS |             |                 |                   |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |
| <b>CURTIDO</b><br>8rpm                         | <b>BAÑO</b>        | <b>REPOSO</b>      |            |             |                 | <b>12 HORAS</b>   |  |
|                                                |                    | <b>RODAR</b>       |            |             |                 | <b>10 MINUTOS</b> |  |
|                                                |                    | TARA               | 8          |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 2 HORAS         |                   |  |
|                                                |                    | 2 PARTE DILUIDO    |            |             | 2 HORAS         |                   |  |
|                                                |                    | 3 PARTE DILUIDO    |            |             | 3 HORAS         |                   |  |
|                                                |                    | ACIDO FORMICO 1:10 | 0,4        |             |                 |                   |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUTOS      |                   |  |
| 2 PARTE DILUIDO                                |                    |                    | 30 MINUTOS |             |                 |                   |  |
| 3 PARTE DILUIDO                                |                    |                    | 30 MINUTOS |             |                 |                   |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |
| <b>LAVAR</b>                                   | AGUA               | 100                | 60         | 30 MINUTOS  |                 |                   |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                 |                   |  |

## Anexo D: Receta Para Pielles Caprinas Curtición Con Cromo

| PROCESO                                                             | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                | %                  | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |          |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|--------------------|----------------|------------|------------|----------|
| REMOJO                                                              |                   | AGUA                                    | 200                |                |            |            |          |
|                                                                     | BAÑO              | TENSOACTIVO                             | 1                  |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | COLOR 1 SACHET                          | 0,05               | AMBIENTE       | 30 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>                       |                    |                |            |            |          |
|                                                                     | 4rpm              |                                         | AGUA               | 200            |            |            |          |
|                                                                     | BAÑO              | TENSOACTIVO                             | 0,5                |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | COLORURO DE SODIO                       | 2                  | AMBIENTE       | 3 HORAS    |            |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                   |                   |                                         |                    |                |            |            |          |
| PROCESO                                                             | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                | %                  | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |          |
| PELAMBRE POR EMBADURNADO<br><br>(Proceso no se realiza en el bombo) | PASTA             | AGUA                                    | 5                  |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | CAL                                     | 3                  |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | SULFURO DE SODIO                        | 2,5                |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | YESO                                    | 1                  | AMBIENTE       | 12 HORAS   |            |          |
| <b>RETIRAR FOLÍCULOS ---- PESAR PIELLES</b>                         |                   |                                         |                    |                |            |            |          |
| PROCESO                                                             | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                | %                  | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |          |
| PELAMBRE EN BOMBO                                                   | BAÑO              | AGUA                                    | 100                | AMBIENTE       |            |            |          |
|                                                                     |                   | SULFURO DE SODIO                        | 0,4                |                | 20 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | SULFURO DE SODIO                        | 0,4                |                | 10 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | AGUA                                    | 50                 | AMBIENTE       |            |            |          |
|                                                                     |                   | COLORURO DE SODIO                       | 0,5                |                | 20 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | SULFURO DE SODIO                        | 0,5                |                | 30 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | CAL                                     | 1                  |                | 30 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | CAL                                     | 1                  |                | 30 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | CAL                                     | 1                  |                | 3 HORAS    |            |          |
|                                                                     |                   | REPOSO                                  |                    |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | GIRAR 10 MINUTOS Y DESCANSAR 50 MINUTOS |                    |                |            |            | 18 HORAS |
|                                                                     |                   | 4rpm                                    | <b>BOTAR BAÑO</b>  |                |            |            |          |
| PROCESO                                                             | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                | %                  | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |          |
| DES CARNADO PESAR PILES                                             | BAÑO              | AGUA                                    | 200                | AMBIENTE       | 30 MINUT   |            |          |
|                                                                     |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>                       |                    |                |            |            |          |
|                                                                     | 8rpm              | BAÑO                                    | AGUA               | 100            | AMBIENTE   |            |          |
|                                                                     |                   |                                         | CAL                | 1              |            | 30 MINUT   |          |
| <b>BOTAR BAÑO - PESAR PIELLES</b>                                   |                   |                                         |                    |                |            |            |          |
| PROCESO                                                             | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                | %                  | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |          |
| DESENCALADO                                                         | BAÑO 1            | AGUA                                    | 200                | 30             |            |            |          |
|                                                                     |                   | FORMIATO DE SODIO                       | 0,2                |                | 60 MINUT   |            |          |
| <b>BOTAR BAÑO - PESAR PIELLES</b>                                   |                   |                                         |                    |                |            |            |          |
| 8rpm                                                                | BAÑO 2            | AGUA                                    | 100                | 35             |            |            |          |
|                                                                     |                   | BISULFITO DE SODIO                      | 1                  |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | FORMIATO DE SODIO                       | 1                  |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | PRODUCTO RINDENTE                       | 0,1                |                | 60 MINUT   |            |          |
|                                                                     |                   | PRODUCTO RINDENTE                       | 0,02               |                | 15 MINUT   |            |          |
|                                                                     |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>                       |                    |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | LAVAR                                   | AGUA               | 200            | AMBIENTE   | 40 MINUT   |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                   |                   |                                         |                    |                |            |            |          |
| PROCESO                                                             | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                | %                  | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |          |
| PIQUELADO 1                                                         | BAÑO              | AGUA                                    | 60                 | AMBIENTE       |            |            |          |
|                                                                     |                   | COLORURO DE SODIO                       | 10                 |                | 10 MINUT   |            |          |
|                                                                     |                   | ACIDO FÓRMICO 1:10                      | 1,4                |                |            |            |          |
|                                                                     | 8rpm              |                                         | 1 PARTE DILUIDO    |                |            | 20 MINUT   |          |
|                                                                     |                   |                                         | 2 PARTE DILUIDO    |                |            | 20 MINUT   |          |
|                                                                     |                   |                                         | 3 PARTE DILUIDO    |                |            | 60 MINUT   |          |
|                                                                     |                   | ACIDO FÓRMICO 1:10                      | 0,4                |                |            |            |          |
|                                                                     |                   |                                         | 1 PARTE DILUIDO    |                |            | 20 MINUT   |          |
|                                                                     |                   |                                         | 2 PARTE DILUIDO    |                |            | 20 MINUT   |          |
|                                                                     |                   |                                         | 3 PARTE DILUIDO    |                |            | 60 MINUT   |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                   |                   |                                         |                    |                |            |            |          |
| PROCESO                                                             | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                | %                  | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |          |
| DESENGRASE                                                          | BAÑO              | AGUA                                    | 100                | 35             |            |            |          |
|                                                                     |                   | TENSOACTIVO                             | 2                  |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | DIESEL                                  | 1                  |                | 60 MINUT   |            |          |
|                                                                     | <b>BOTAR BAÑO</b> |                                         |                    |                |            |            |          |
|                                                                     | 8rpm              | BAÑO                                    | AGUA               | 200            | 35         |            |          |
| TENSOACTIVO                                                         |                   |                                         | 2                  |                | 30 MINUT   |            |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                   |                   |                                         |                    |                |            |            |          |
| LAVAR                                                               | AGUA              | 200                                     | AMBIENTE           | 20 MINUT       |            |            |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                   |                   |                                         |                    |                |            |            |          |
| PROCESO                                                             | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                | %                  | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |          |
| 2DO PIQUELADO                                                       | BAÑO              | AGUA                                    | 60                 | AMBIENTE       |            |            |          |
|                                                                     |                   | COLORURO DE SODIO                       | 6                  |                | 20 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | ACIDO FORMICO 1:10                      | 1,4                |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | 1 PARTE DILUIDO                         |                    |                | 20 MINUTOS |            |          |
|                                                                     | 8rpm              |                                         | 2 PARTE DILUIDO    |                |            | 20 MINUTOS |          |
|                                                                     |                   |                                         | 3 PARTE DILUIDO    |                |            | 60 MINUTOS |          |
|                                                                     |                   |                                         | ACIDO FORMICO 1:10 | 0,4            |            |            |          |
|                                                                     |                   |                                         | 1 PARTE DILUIDO    |                |            | 20 MINUTOS |          |
|                                                                     |                   | 2 PARTE DILUIDO                         |                    |                | 20 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | 3 PARTE DILUIDO                         |                    |                | 60 MINUTOS |            |          |
| REPOSO                                                              |                   |                                         |                    |                | 12 HORAS   |            |          |
| RODAR                                                               |                   |                                         |                    |                | 10 MINUTOS |            |          |
| CURTIDO                                                             |                   | CROMO                                   | 7                  |                | 60 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | BASIFICANTE 1/10                        | 1                  |                |            |            |          |
|                                                                     |                   | 1 PARTE DILUIDO                         |                    |                | 60 MINUTOS |            |          |
|                                                                     |                   | 2 PARTE DILUIDO                         |                    |                | 60 MINUTOS |            |          |
|                                                                     | 3 PARTE DILUIDO   |                                         |                    | 5 HORAS        |            |            |          |
| 8rpm                                                                |                   | AGUA                                    | 100                | 70             | 30 MINUTOS |            |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                   |                   |                                         |                    |                |            |            |          |

## Anexo E: Receta Para Pielas Caprinas Curtición Con Vegetal

| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                                   | %                  | TEMPERATURA °C     | TIEMPO     |  |          |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------|--|----------|
| REMOJO                                                          |                   | AGUA                                                       | 200                |                    |            |  |          |
|                                                                 | BAÑO              | TENSOACTIVO                                                | 1                  |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | CLORO 1 SACHET                                             | 0,05               | AMBIENTE           | 30 MINUTOS |  |          |
|                                                                 | <b>BOTAR BAÑO</b> |                                                            |                    |                    |            |  |          |
|                                                                 | 4rpm              | BAÑO                                                       | AGUA               | 200                |            |  |          |
|                                                                 | BAÑO              | TENSOACTIVO                                                | 0,5                |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | CLORURO DE SODIO                                           | 2                  | AMBIENTE           | 3 HORAS    |  |          |
|                                                                 | <b>BOTAR BAÑO</b> |                                                            |                    |                    |            |  |          |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                                   | %                  | TEMPERATURA °C     | TIEMPO     |  |          |
| PELAMBRE POR EMBADURNADO<br>(Proceso no se realiza en el bombo) | PASTA             | AGUA                                                       | 5                  |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | CAL                                                        | 3                  |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | SULFURO DE SODIO                                           | 2,5                |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | YESO                                                       | 1                  | AMBIENTE           | 12 HORAS   |  |          |
| <b>RETIRAR FOLÍCULOS ---- PESAR PIELS</b>                       |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                                   | %                  | TEMPERATURA °C     | TIEMPO     |  |          |
| 4rpm                                                            | BAÑO              | AGUA                                                       | 100                | AMBIENTE           |            |  |          |
|                                                                 |                   | SULFURO DE SODIO                                           | 0,4                |                    | 20 MINUTOS |  |          |
|                                                                 |                   | SULFURO DE SODIO                                           | 0,4                |                    | 10 MINUTOS |  |          |
|                                                                 |                   | AGUA                                                       | 50                 | AMBIENTE           |            |  |          |
|                                                                 |                   | CLORURO DE SODIO                                           | 0,5                |                    | 20 MINUTOS |  |          |
|                                                                 |                   | SULFURO DE SODIO                                           | 0,5                |                    | 30 MINUTOS |  |          |
|                                                                 |                   | CAL                                                        | 1                  |                    | 30 MINUTOS |  |          |
|                                                                 |                   | CAL                                                        | 1                  |                    | 30 MINUTOS |  |          |
|                                                                 |                   | CAL                                                        | 1                  |                    | 3 HORAS    |  |          |
|                                                                 |                   | <b>REPOSO<br/>GIRAR 10 MINUTOS Y DES CANSAR 50 MINUTOS</b> |                    |                    |            |  |          |
| <b>18 HORAS</b>                                                 |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                                   | %                  | TEMPERATURA °C     | TIEMPO     |  |          |
| DES CARNADO<br>PESAR PILES                                      | BAÑO              | AGUA                                                       | 200                | AMBIENTE           | 30 MINUT   |  |          |
|                                                                 |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>                                          |                    |                    |            |  |          |
| 8rpm                                                            | BAÑO              | AGUA                                                       | 100                | AMBIENTE           | 30 MINUT   |  |          |
|                                                                 |                   | CAL                                                        | 1                  |                    | 30 MINUT   |  |          |
| <b>BOTAR BAÑO - PESAR PIELS</b>                                 |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
| DESENCALADO                                                     | BAÑO 1            | AGUA                                                       | 200                | 30                 |            |  |          |
|                                                                 |                   | FORMIATO DE SODIO                                          | 0,2                |                    | 60 MINUT   |  |          |
| <b>BOTAR BAÑO - PESAR PIELS</b>                                 |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
| 8rpm                                                            | BAÑO 2            | AGUA                                                       | 100                | 35                 |            |  |          |
|                                                                 |                   | BISULFITO DE SODIO                                         | 1                  |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | FORMIATO DE SODIO                                          | 1                  |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | PRODUCTO RINDENTE                                          | 0,1                |                    | 60 MINUT   |  |          |
|                                                                 |                   | PRODUCTO RINDENTE                                          | 0,02               |                    | 15 MINUT   |  |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
|                                                                 | LAVAR             | AGUA                                                       | 200                | AMBIENTE           | 40 MINUT   |  |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                                   | %                  | TEMPERATURA °C     | TIEMPO     |  |          |
| PIQUELADO 1                                                     | BAÑO              | AGUA                                                       | 60                 | AMBIENTE           |            |  |          |
|                                                                 |                   | CLORURO DE SODIO                                           | 10                 |                    | 10 MINUT   |  |          |
|                                                                 |                   | ACIDO FÓRMICO 1:10                                         | 1,4                |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | 1 PARTE DILUIDO                                            |                    |                    | 20 MINUT   |  |          |
|                                                                 |                   | 2 PARTE DILUIDO                                            |                    |                    | 20 MINUT   |  |          |
|                                                                 |                   | 3 PARTE DILUIDO                                            |                    |                    | 60 MINUT   |  |          |
|                                                                 |                   | 8rpm                                                       |                    | ACIDO FÓRMICO 1:10 | 0,4        |  |          |
|                                                                 |                   |                                                            |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |  | 20 MINUT |
|                                                                 |                   |                                                            |                    | 2 PARTE DILUIDO    |            |  | 20 MINUT |
|                                                                 |                   |                                                            |                    | 3 PARTE DILUIDO    |            |  | 60 MINUT |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                                   | %                  | TEMPERATURA °C     | TIEMPO     |  |          |
| DESENGRASE                                                      | BAÑO              | AGUA                                                       | 100                | 35                 |            |  |          |
|                                                                 |                   | TENSOACTIVO                                                | 2                  |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | DIESEL                                                     | 1                  |                    | 60 MINUT   |  |          |
|                                                                 | <b>BOTAR BAÑO</b> |                                                            |                    |                    |            |  |          |
|                                                                 | 8rpm              | BAÑO                                                       | AGUA               | 200                | 35         |  |          |
|                                                                 |                   | TENSOACTIVO                                                | 2                  |                    | 30 MINUT   |  |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
|                                                                 | LAVAR             | AGUA                                                       | 200                | AMBIENTE           | 20 MINUT   |  |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO                                                   | %                  | TEMPERATURA °C     | TIEMPO     |  |          |
| PIQUELADO 2                                                     | BAÑO              | AGUA                                                       | 60                 | AMBIENTE           |            |  |          |
|                                                                 |                   | CLORURO DE SODIO                                           | 10                 |                    | 20 MINUTOS |  |          |
|                                                                 |                   | ACIDO FORMICO 1:10                                         | 1,4                |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | 1 PARTE DILUIDO                                            |                    |                    | 20 MINUTOS |  |          |
|                                                                 |                   | 2 PARTE DILUIDO                                            |                    |                    | 20 MINUTOS |  |          |
| CURTIDO                                                         |                   | 3 PARTE DILUIDO                                            |                    |                    | 60 MINUTOS |  |          |
|                                                                 |                   | <b>REPOSO</b>                                              |                    |                    |            |  |          |
|                                                                 |                   | <b>RODAR</b>                                               |                    |                    |            |  |          |
| 8rpm                                                            |                   | TARA                                                       | 12                 |                    | 2 HORAS    |  |          |
|                                                                 |                   | 1 PARTE DILUIDO                                            |                    |                    | 2 HORAS    |  |          |
|                                                                 |                   | 2 PARTE DILUIDO                                            |                    |                    | 2 HORAS    |  |          |
|                                                                 |                   | 3 PARTE DILUIDO                                            |                    |                    | 3 HORAS    |  |          |
|                                                                 |                   |                                                            | ACIDO FORMICO 1:10 | 0,4                |            |  |          |
|                                                                 | 1 PARTE DILUIDO   |                                                            |                    | 20 MINUTOS         |            |  |          |
|                                                                 | 2 PARTE DILUIDO   |                                                            |                    | 20 MINUTOS         |            |  |          |
|                                                                 | 3 PARTE DILUIDO   |                                                            |                    | 60 MINUTOS         |            |  |          |
|                                                                 | AGUA              | 100                                                        | 60                 |                    | 30 MINUTOS |  |          |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                                                            |                    |                    |            |  |          |

## Anexo F: Receta Para Piel Bobinas Curtición Con Cromo

| PROCESO       | OPERACIÓN     | PRODUCTO                       | %                           | TEMPERATURA °C                                | TIEMPO     |                   |                 |
|---------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|------------|-------------------|-----------------|
|               |               | AGUA                           | 200                         |                                               |            |                   |                 |
| 4rpm          | BAÑO          | TENSOACTIVO                    | 1                           |                                               |            |                   |                 |
|               |               | CLORO I SACHET                 | 0,05                        | AMBIENTE                                      | 30 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                 |
| REMOJO        | BAÑO          | AGUA                           | 400                         | 25                                            |            |                   |                 |
|               | BAÑO          | TENSOACTIVO                    | 0,5                         |                                               |            |                   |                 |
|               |               | CLORURO DE SODIO               | 2                           | AMBIENTE                                      | 20 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                 |
|               | BAÑO          | AGUA                           | 200                         | AMBIENTE                                      | 3 HORAS    |                   |                 |
|               |               | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                 |
|               |               |                                |                             |                                               |            |                   |                 |
| PROCESO       | OPERACIÓN     | PRODUCTO                       | %                           | TEMPERATURA °C                                | TIEMPO     |                   |                 |
| PELAMBRE      | BAÑO          | AGUA                           | 100                         | AMBIENTE                                      |            |                   |                 |
|               |               | IGUALEM                        | 0,6                         |                                               |            |                   |                 |
|               |               | ENZIMAR                        | 0,2                         |                                               |            |                   |                 |
|               |               | HUMECTANTE                     | 0,2                         |                                               | 40 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | CAL                            | 0,5                         |                                               |            |                   |                 |
|               |               | KORAMÍN NF                     | 0,1                         |                                               | 40 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | 4rpm                           | SULFURO                     | 1                                             |            | 60 MINUTOS        |                 |
|               |               |                                | <b>RECUPERACIÓN DE PELO</b> |                                               |            | <b>50 MINUTOS</b> |                 |
|               |               |                                | SULFURO                     | 0,6                                           |            | 60 MINUTOS        |                 |
|               |               |                                | CAL                         | 2,5                                           |            |                   |                 |
|               |               |                                | CORAMÍN NF                  | 0,15                                          |            |                   |                 |
|               |               |                                |                             |                                               |            | 4 HORAS           |                 |
|               |               |                                |                             | <b>GIRAR 5 MINUTOS Y DESCANSAR 2 HORA POR</b> |            |                   | <b>20 HORAS</b> |
|               |               |                                |                             | <b>BOTAR BAÑO</b>                             |            |                   |                 |
|               |               | <b>DESENCARNADO Y DIVIDIDO</b> |                             |                                               |            |                   |                 |
| PROCESO       | OPERACIÓN     | PRODUCTO                       | %                           | TEMPERATURA °C                                | TIEMPO     |                   |                 |
| DESENCALADO   | BAÑO          | AGUA                           | 200                         | 35                                            |            |                   |                 |
|               |               | DECALÓN                        | 0,2                         |                                               |            |                   |                 |
|               |               | DIAMOL EPN                     | 0,05                        |                                               | 20 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | <b>BOTAR BAÑO Y ESCURRIR</b>   |                             |                                               |            |                   |                 |
| 8rpm          | BAÑO          | AGUA                           | 30                          | 35                                            |            |                   |                 |
|               |               | DECALÓN                        | 2                           |                                               |            |                   |                 |
|               |               | DIAMOL EPN                     | 0,1                         |                                               | 90 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | <b>ES CURRIR</b>               |                             |                                               |            |                   |                 |
| PURGADO       | BAÑO          | AGUA                           | 20                          | 35                                            |            |                   |                 |
|               |               | NEOSYN 3P (PURGA)              | 0,1                         |                                               | 60 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | NEOSYN 3P (PURGA)              | 0,02                        |                                               | 15 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | <b>ES CURRIR</b>               |                             |                                               |            |                   |                 |
| 8rpm          | BAÑO          | AGUA                           | 200                         | AMBIENTE                                      | 10 MINUTOS |                   |                 |
|               |               |                                |                             |                                               |            |                   |                 |
|               |               | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                 |
|               | BAÑO          | AGUA                           | 200                         | AMBIENTE                                      | 10 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                 |
|               |               |                                |                             |                                               |            |                   |                 |
| 2DO PIQUELADO | BAÑO          | AGUA                           | 60                          | AMBIENTE                                      |            |                   |                 |
|               |               | CLORURO DE SODIO               | 6                           |                                               | 20 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | ACIDO FORMICO 1:10             | 1,4                         |                                               |            |                   |                 |
|               |               | 1 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 20 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | 2 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 20 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | 3 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 60 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | 8rpm                           | ACIDO FORMICO 1:10          | 0,4                                           |            |                   |                 |
|               |               |                                | 1 PARTE DILUIDO             |                                               |            | 20 MINUTOS        |                 |
|               |               |                                | 2 PARTE DILUIDO             |                                               |            | 20 MINUTOS        |                 |
|               |               |                                | 3 PARTE DILUIDO             |                                               |            | 60 MINUTOS        |                 |
|               | <b>REPOSO</b> |                                |                             | <b>12 HORAS</b>                               |            |                   |                 |
|               | <b>RODAR</b>  |                                |                             | <b>10 MINUTOS</b>                             |            |                   |                 |
|               |               | CROMO                          | 7                           |                                               | 60 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | BASIFICANTE 1/10               | 1                           |                                               |            |                   |                 |
|               |               | 1 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 60 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | 2 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 60 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | 3 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 5 HORAS    |                   |                 |
| 8rpm          |               | AGUA                           | 100                         | 70                                            | 30 MINUTOS |                   |                 |
|               |               | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                 |

### Anexo G: Receta Para Pielas Bobinas Curtición Con Vegetal

| PROCESO       | OPERACIÓN | PRODUCTO                       | %                           | TEMPERATURA °C                                | TIEMPO     |                   |                   |
|---------------|-----------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|------------|-------------------|-------------------|
|               |           | AGUA                           | 200                         |                                               |            |                   |                   |
| 4rpm          | BAÑO      | TENSOACTIVO                    | 1                           |                                               |            |                   |                   |
|               |           | COLORO 1 SACHET                | 0,05                        | AMBIENTE                                      | 30 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | AGUA                           | 400                         | 25                                            |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | TENSOACTIVO                    | 0,5                         |                                               |            |                   |                   |
|               |           | CLORURO DE SODIO               | 2                           | AMBIENTE                                      | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | AGUA                           | 200                         | AMBIENTE                                      | 3 HORAS    |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                   |
| PROCESO       | OPERACIÓN | PRODUCTO                       | %                           | TEMPERATURA °C                                | TIEMPO     |                   |                   |
| PELAMBRE      | BAÑO      | AGUA                           | 100                         | AMBIENTE                                      |            |                   |                   |
|               |           | IGUALEM                        | 0,6                         |                                               |            |                   |                   |
|               |           | ENZIMAR                        | 0,2                         |                                               |            |                   |                   |
|               |           | HUMECTANTE                     | 0,2                         |                                               | 40 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | CAL                            | 0,5                         |                                               |            |                   |                   |
|               |           | 4rpm                           | KORAMÍN NF                  | 0,1                                           |            | 40 MINUTOS        |                   |
|               |           |                                | SULFURO                     | 1                                             |            | 60 MINUTOS        |                   |
|               |           |                                | <b>RECUPERACIÓN DE PELO</b> |                                               |            |                   | <b>50 MINUTOS</b> |
|               |           |                                | SULFURO                     | 0,6                                           |            | 60 MINUTOS        |                   |
|               |           |                                | CAL                         | 2,5                                           |            |                   |                   |
|               |           |                                | CORAMÍN NF                  | 0,15                                          |            |                   |                   |
|               |           |                                |                             |                                               |            | 4 HORAS           |                   |
|               |           |                                |                             | <b>GIRAR 5 MINUTOS Y DESCANSAR 2 HORA POR</b> |            |                   | <b>20 HORAS</b>   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                   |
|               |           | <b>DESENCARNADO Y DIVIDIDO</b> |                             |                                               |            |                   |                   |
| PROCESO       | OPERACIÓN | PRODUCTO                       | %                           | TEMPERATURA °C                                | TIEMPO     |                   |                   |
| DESENCALADO   | BAÑO      | AGUA                           | 200                         | 35                                            |            |                   |                   |
|               |           | DECALÓN                        | 0,2                         |                                               |            |                   |                   |
| 8rpm          |           | DIAMOL EPN                     | 0,05                        |                                               | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO Y ESCURRIR</b>   |                             |                                               |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | AGUA                           | 30                          | 35                                            |            |                   |                   |
|               |           | DECALÓN                        | 2                           |                                               |            |                   |                   |
|               |           | DIAMOL EPN                     | 0,1                         |                                               | 90 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>ES CURRIR</b>               |                             |                                               |            |                   |                   |
| PURGADO       | BAÑO      | AGUA                           | 20                          | 35                                            |            |                   |                   |
| 8rpm          |           | NEOSYN 3P (PURGA)              | 0,1                         |                                               | 60 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | NEOSYN 3P (PURGA)              | 0,02                        |                                               | 15 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>ES CURRIR</b>               |                             |                                               |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | AGUA                           | 200                         | AMBIENTE                                      | 10 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | AGUA                           | 200                         | AMBIENTE                                      | 10 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                   |
| 2DO PIQUELADO | BAÑO      | AGUA                           | 60                          | AMBIENTE                                      |            |                   |                   |
|               |           | CLORURO DE SODIO               | 6                           |                                               | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | ACIDO FORMICO 1:10             | 1,4                         |                                               |            |                   |                   |
|               |           | 1 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | 2 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 20 MINUTOS |                   |                   |
| 8rpm          |           | 3 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 60 MINUTOS |                   |                   |
| CURTIDO       |           | <b>REPOSO</b>                  |                             |                                               |            | <b>12 HORAS</b>   |                   |
|               |           | <b>RODAR</b>                   |                             |                                               |            | <b>10 MINUTOS</b> |                   |
|               |           | TARA                           | 12                          |                                               |            |                   |                   |
|               |           | 1 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 2 HORAS    |                   |                   |
|               |           | 2 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 2 HORAS    |                   |                   |
|               |           | 3 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 3 HORAS    |                   |                   |
|               |           | ACIDO FORMICO 1:10             | 0,4                         |                                               |            |                   |                   |
|               |           | 1 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | 2 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | 3 PARTE DILUIDO                |                             |                                               | 60 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | AGUA                           | 100                         | 60                                            | 30 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                             |                                               |            |                   |                   |

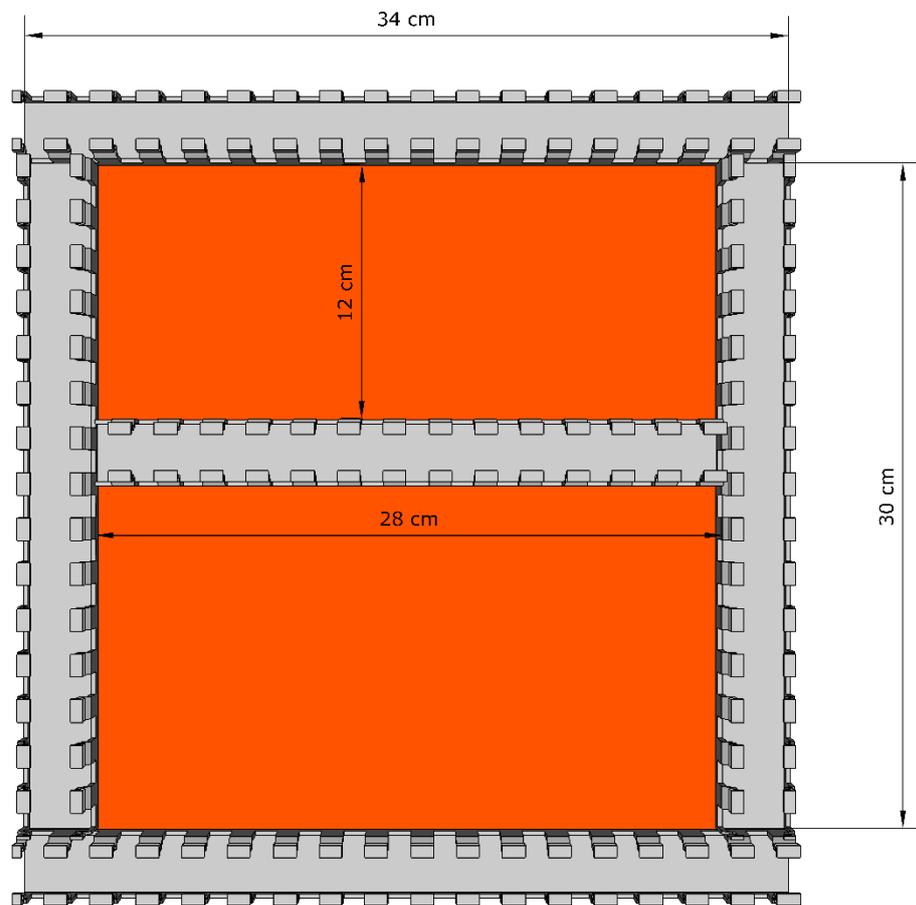
**Anexo H: Lista De Códigos De Parámetros LS. <Área Común>**

| Dirección | Parámetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Escala | Unidad | R/W | Valor de datos                                                                                                                                    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x0000    | Modelo de variador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |        | R   | 0: SV-IS3<br>1: SV-IG<br>2: SV-IV<br>3: SV-IH<br>4: SV-IS5<br>5: SV-IV5<br>7: SV-IG5<br>8: SV-IC5<br>9: SV-IP5<br>A: SV-IG5A                      |
| 0x0001    | Capacidad del variador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |        | R   | FFFF 0.4kW 0000 0.75kW 0002 1.5kW<br>0003 2.2kW 0004 3.7kW 0005 4.0kW<br>0006 5.5kW 0007 7.5kW 0008 11.0kW<br>0009 15.0kW 000A 18.5kW 000B 22.0kW |
| 0x0002    | Tensión de entrada del variador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |        | R   | 0: Clase 220V<br>1: Clase 440V                                                                                                                    |
| 0x0003    | Versión de software                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |        | R   | (Ej.) 0x0010: Versión 1.0<br>0x0011: Versión 1.1                                                                                                  |
| 0x0004    | Bloqueo de parámetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |        | R/W | 0: Bloquear (valor por defecto)<br>1: Desbloquear                                                                                                 |
| 0x0005    | Referencia de frecuencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.01   | Hz     | R/W | Frecuencia de arranque ~ Frecuencia máxima                                                                                                        |
| 0x0006    | Comando de funcionamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |        | R/W | BIT 0: Parada (0->1)                                                                                                                              |
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |        | R/W | BIT 1: Avance (0->1)                                                                                                                              |
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |        | W   | BIT 2: Retroceso (0->1)                                                                                                                           |
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |        | W   | BIT 3: Reposición de fallo (0->1)<br>BIT 4: Parada de emergencia (0->1)                                                                           |
| -         | BIT 5, BIT 15: Sin utilizar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |        |     |                                                                                                                                                   |
| R         | BIT 6~7: Arribo de frecuencia de salida<br>0 (borne), 1 (teclado)<br>2 (reservado), 3 (comunicación)<br>BIT 8~12: Comando de frecuencia<br>0 : DRV-00, 1: Sin utilizar<br>2~8: Frecuencia multipaso 1~7<br>9: Subir, 10: Bajar, 11: UDZero, 12: V0, 13: V1,<br>14: I, 15: V0+I, 16: V1+I, 17: JOG, 18: PID,<br>19: Comunicación, 20~31: Reservado |        |        |     |                                                                                                                                                   |
| 0x0007    | Tiempo de aceleración                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0.1    | seg    | R/W | Ver lista de funciones.                                                                                                                           |
| 0x0008    | Tiempo de desaceleración                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.1    | seg    | R/W |                                                                                                                                                   |
| 0x0009    | Corriente de salida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.1    | A      | R   |                                                                                                                                                   |
| 0x000A    | Frecuencia de salida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.01   | Hz     | R   |                                                                                                                                                   |
| 0x000B    | Tensión de salida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.1    | V      | R   |                                                                                                                                                   |

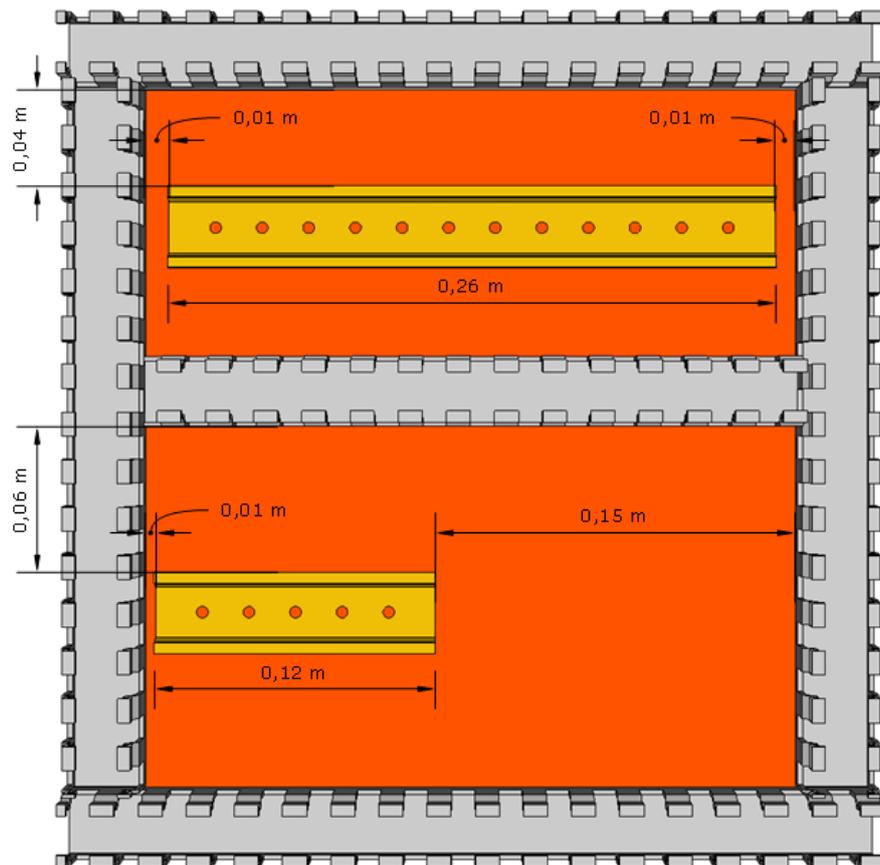
**Anexo H-1: Lista De Códigos De Parámetros LS. <Área Común>**

| Dirección | Parámetro                       | Escala | Unidad | R/W | Valor de datos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|---------------------------------|--------|--------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x000C    | Tensión del bus de CC           | 0.1    | V      | R   | Ver lista de funciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 0x000D    | Potencia de salida              | 0.1    | kW     | R   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 0x000E    | Estado del variador             |        |        | R   | BIT 0: Parada<br>BIT 1: Avance<br>BIT 2: Retroceso<br>BIT 3: Fallo (disparo)<br>BIT 4: Aceleración<br>BIT 5: Desaceleración<br>BIT 6: Arribo de velocidad<br>BIT 7: Frenado de CC<br>BIT 8: Parada<br>Bit 9: Sin utilizar<br>BIT10: Freno abierto<br>BIT11: Comando de avance<br>BIT12: Comando de retroceso<br>BIT13: REM. R/S<br>BIT14: REM. Frec.                                                                                        |
| 0x000F    | Información de salida por fallo |        |        | R   | BIT 0: OCT<br>BIT 1: OVT<br>BIT 2: EXT-A<br>BIT 3: EST (BX)<br>BIT 4: COL<br>BIT 5: GFT (fallo a tierra)<br>BIT 6: OHT (sobrecalentamiento del variador)<br>BIT 7: ETH (sobrecalentamiento del motor)<br>BIT 8: OLT (disparo por sobrecalentamiento)<br>BIT 9: HW-Diag<br>BIT10: EXT-B<br>BIT11: EEP (error de escritura de parámetro)<br>BIT12: FAN (error de bloqueo y apertura)<br>BIT13: PO (fase abierta)<br>BIT14: IOLT<br>BIT15: LVT |
| 0x0010    | Estado de la bamera de entrada  |        |        | R   | BIT 0: P1<br>BIT 1: P2<br>BIT 2: P3<br>BIT 3: P4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

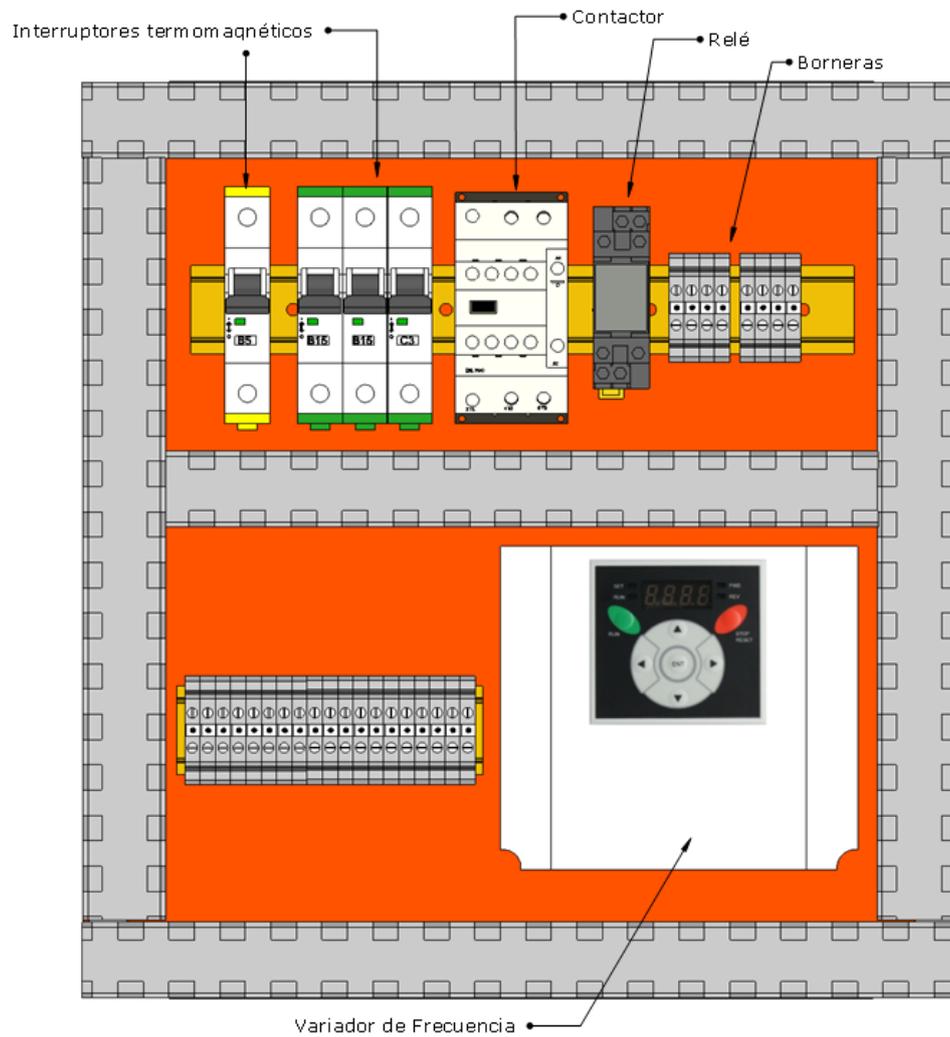
**Anexo I: LÁMINA INTERNA DEL GABINETE DE CONTROL CON CANALETAS  
MEDIDAS**



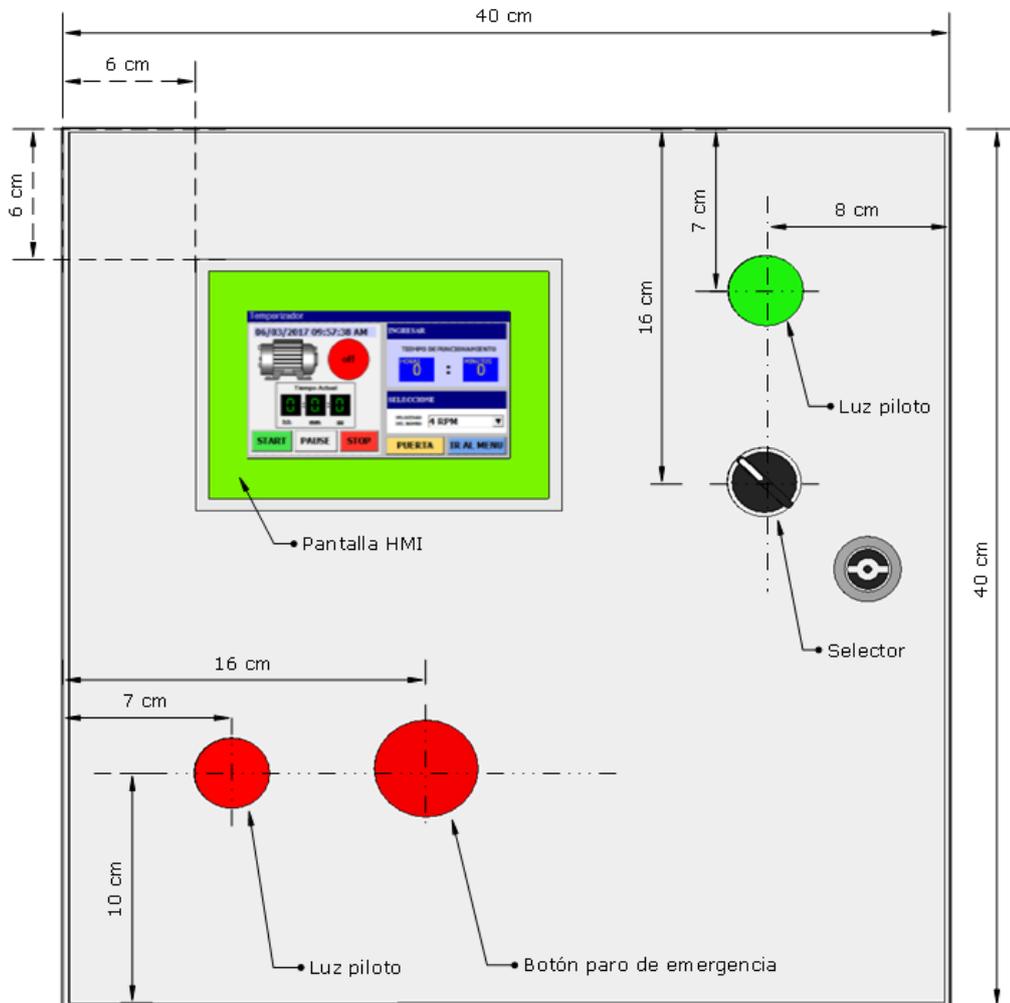
**Anexo J: LÁMINA INTERNA DEL GABINETE DE CONTROL CON CANALETA Y RIEL DIN**



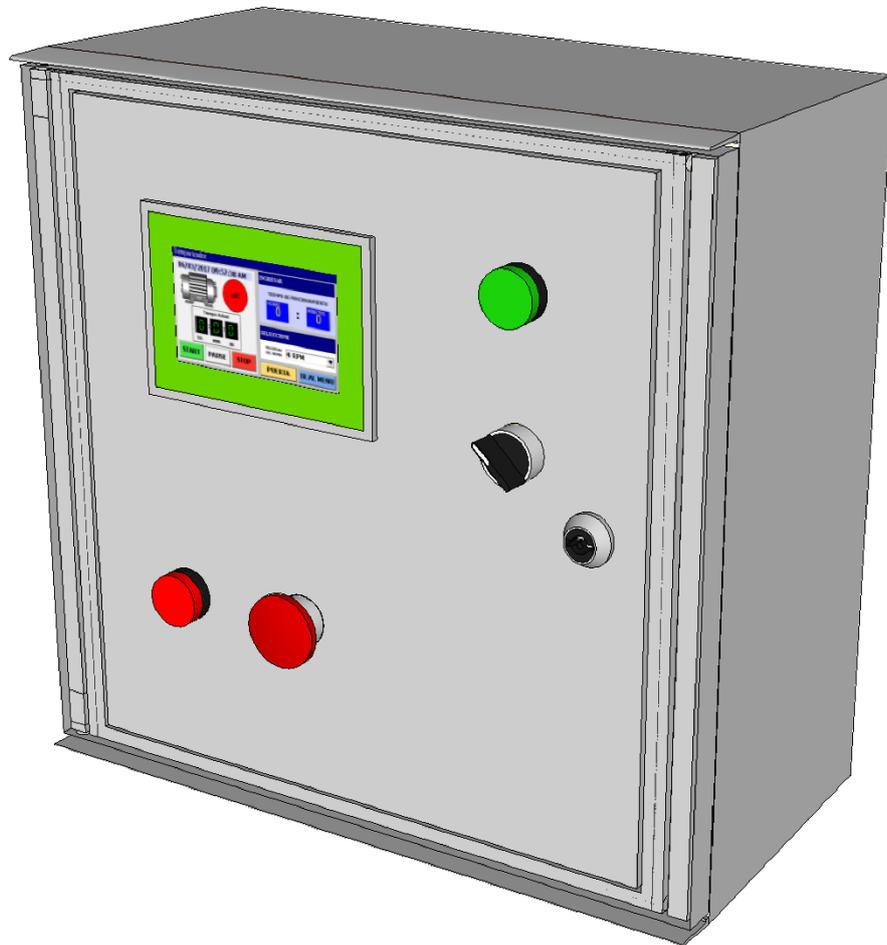
**Anexo K: LÁMINA INTERNA DEL GABINETE DE CONTROL CON CANALETA, RIEL DIN Y EQUIPOS**



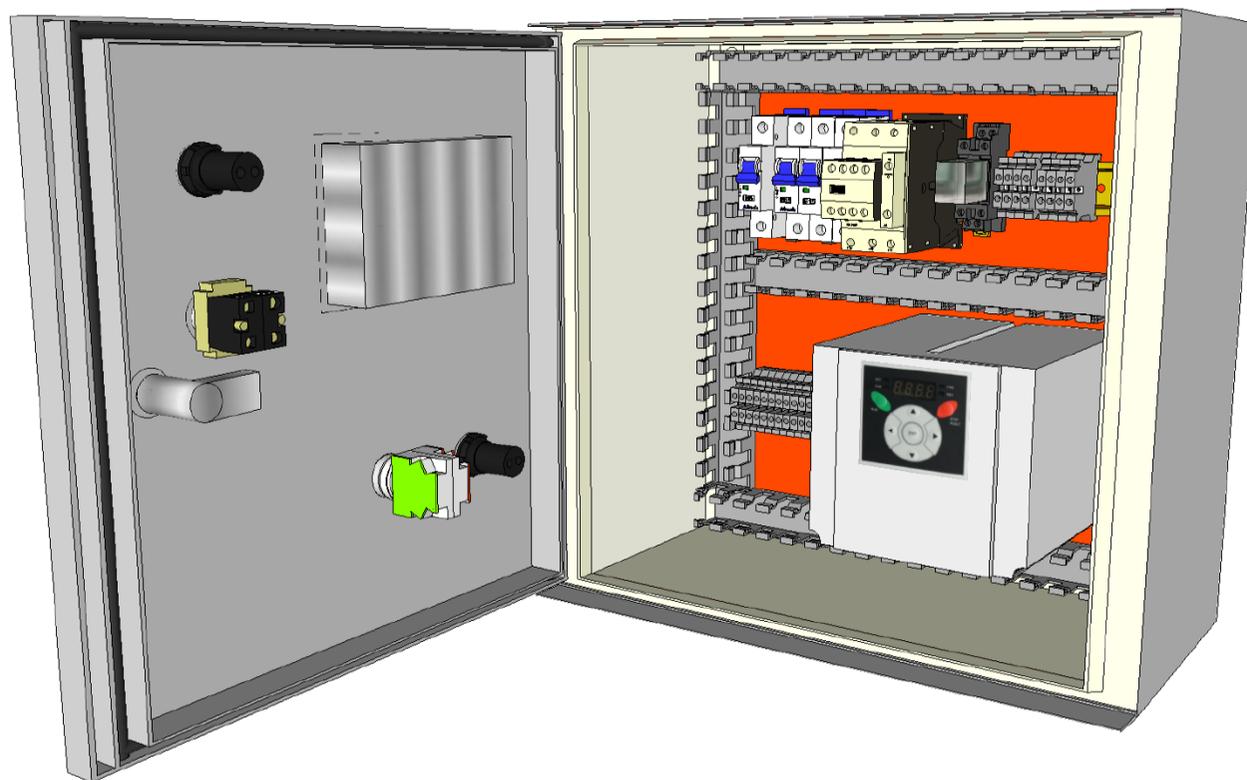
## Anexo L: VISTA FRONTAL DEL GABINETE DE CONTROL



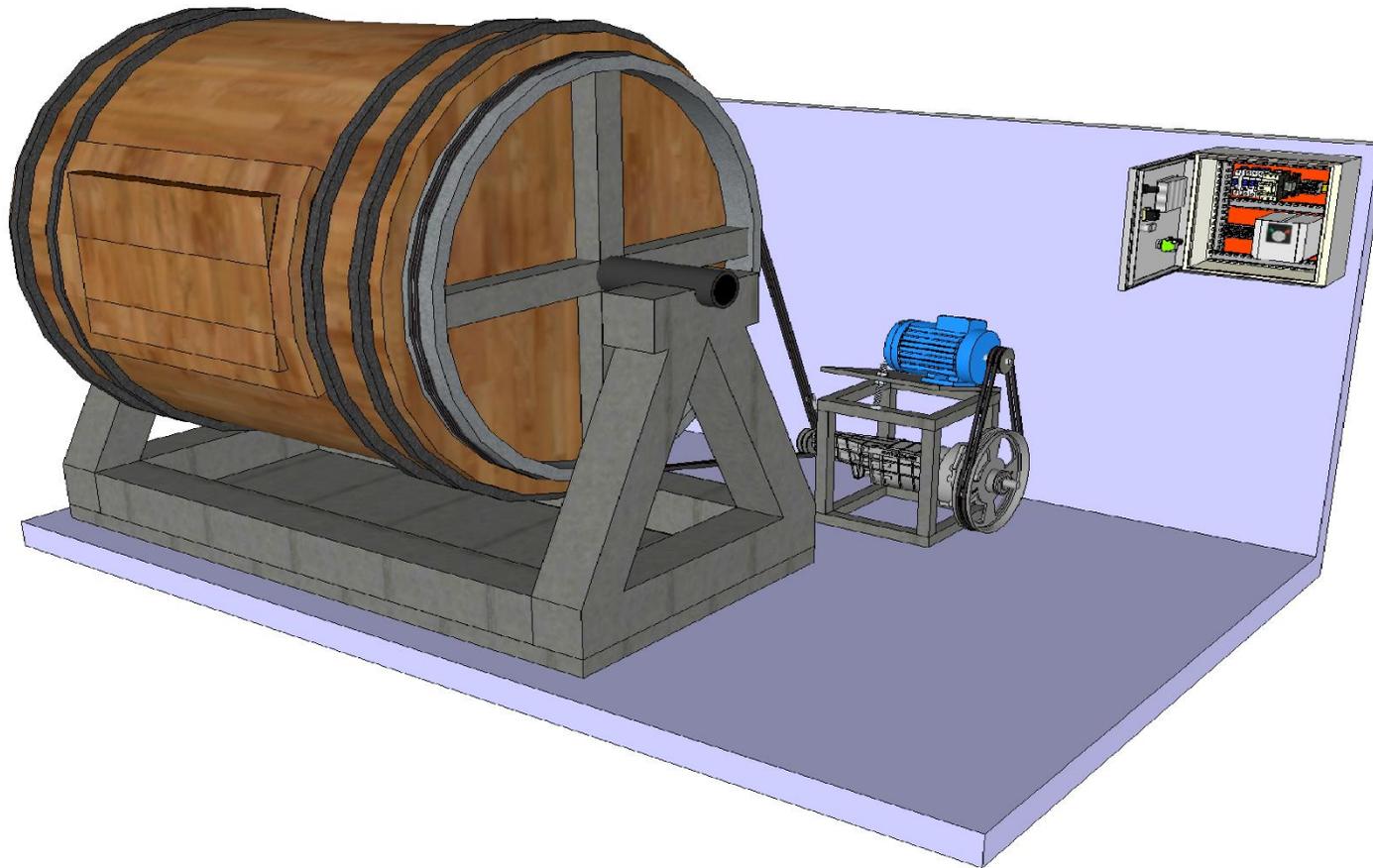
## Anexo M: GABINETE DE CONTROL



**Anexo N: GABINETE DE CONTROL VISTA INTERIOR**



**Anexo O: ESTACION DE TRABAJO RIBERA-CURTIDO**



# **MANUAL DE OPERACIÓN DEL PROCESO**

**TABLERO DE CONTROL ETAPA RIBERA-  
CURTIDO**

**JARA MONCAYO FRANKLIN JAVIER**

**GARCÉS QUINALOA EDITH ARACELLY**

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA- ESCUELA DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

# ÍNDICE

|              |                                                       |           |
|--------------|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INFORMACIÓN DEL MANUAL .....</b>                   | <b>2</b>  |
| <b>1.1</b>   | <b>Introducción.....</b>                              | <b>2</b>  |
| <b>1.2</b>   | <b>Objetivos Del Manual.....</b>                      | <b>2</b>  |
| <b>2</b>     | <b>TABLERO DE CONTROL ETAPA RIBERA-CURTIDO.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2.1</b>   | <b>Introducción.....</b>                              | <b>3</b>  |
| <b>2.2</b>   | <b>Componentes.....</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>2.3</b>   | <b>Descripción de componentes.....</b>                | <b>4</b>  |
| <b>2.3.1</b> | <b><i>Selector.....</i></b>                           | <b>4</b>  |
| <b>2.3.2</b> | <b><i>Indicadores.....</i></b>                        | <b>4</b>  |
| <b>2.3.3</b> | <b><i>Pulsador seta (paro de emergencia).....</i></b> | <b>4</b>  |
| <b>2.3.4</b> | <b><i>Pantalla táctil.....</i></b>                    | <b>5</b>  |
| <b>3</b>     | <b>PRECAUCIONES .....</b>                             | <b>12</b> |
| <b>4</b>     | <b>ANEXOS .....</b>                                   | <b>13</b> |

# **1 INFORMACIÓN DEL MANUAL**

## **1.1 Introducción**

El presente manual permite al usuario manipular de manera fácil y segura el tablero de control Ribera-Curtido, proporcionando información básica sobre el encendido y apagado del tablero, uso de la pantalla táctil e información cada una de las recetas que se realizan en el bombo.

## **1.2 Objetivos Del Manual**

- Proporcionar conocimientos básicos para la puesta en marcha del tambor.
- Informar al usuario los procesos que se pueden realizar en el tambor.
- Enseñar la manipulación de la pantalla táctil.
- Brindar solución de problemas comunes.

## 2 TABLERO DE CONTROL ETAPA RIBERA-CURTIDO

### 2.1 Introducción

El tablero de control permite al usuario realizar el proceso de curtición automáticamente, en el cual su entorno será una pantalla táctil en el cual podrá seleccionar del tipo de curtición ya sea esta vegetal o con cromo, además permite la selección de pieles ovinas, bobinas y caprinas según sea la necesidad, y un modo para curtir otro tipo de pieles que no existan en las recetas establecidas.

### 2.2 Componentes

- Selector
- Indicadores
- Pulsador seta (paro de emergencia).
- Pantalla táctil.



## 2.3 Descripción de componentes

Se detalla a continuación el funcionamiento de cada uno de los componentes que posee el tablero de control Ribera-Curtido.

### 2.3.1 Selector

El usuario debe girar el selector 30 grados hacia la derecha para encender el equipo, de la misma manera debe girar a la izquierda para apagar el equipo.

### 2.3.2 Indicadores

El equipo posee dos indicadores que permite al usuario conocer el estado de funcionamiento del sistema.

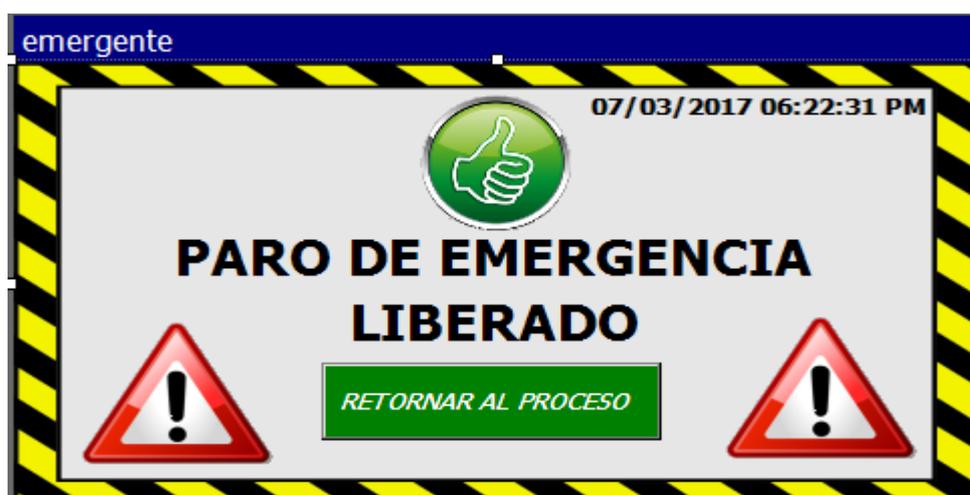
Indicador rojo: Motor en paro.

Indicador verde: Motor en marcha.

### 2.3.3 Pulsador seta (paro de emergencia).

El pulsador seta se debe ser presionado en caso de siniestro ocurrido en el área de trabajo, al ser activado el pulsador el proceso en ejecución se detendrá por completo permitiendo al usuario restablecer el proceso al momento que desactive el pulsador.

En la pantalla táctil se observara un mensaje de aviso cuando el pulsador es activado, al ser desactivado se visualiza un nuevo mensaje para que el usuario confirme la estabilidad del proceso y retorne al mismo

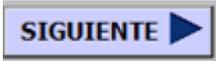


### 2.3.4 Pantalla táctil

La pantalla táctil es la interfaz entre el usuario y el equipo, en la pantalla el usuario podrá controlar la etapa de Ribera-Curtido

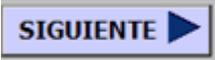
- Pantalla Inicio

La pantalla principal consta de un menú de dos opciones como muestra la figura y un navegador

(botón táctil) denominado “siguiente”  el cual conllevara a la selección realizada por el usuario.



- Pantallas del modo manual

Previo a la selección del modo manual en la pantalla Inicio y presionar el botón  está se dirige a la pantalla “Modo\_Manual” la cual posee dos opciones como se muestra en la figura.



TEMPORIZADOR

Al seleccionar el “TEMPORIZADOR” y presionar  , se dirige a una nueva pantalla denominada “Temporizador”.



La pantalla consta de:

- Un panel donde el usuario programara el tiempo de funcionamiento requerido en horas y minutos



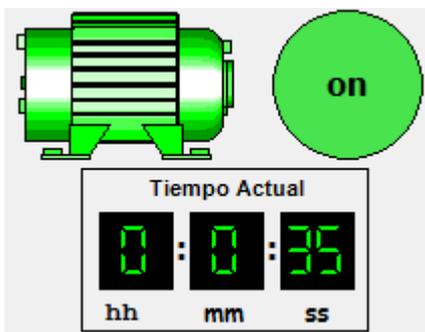
Pasos:

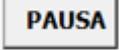
1.-Presione en “minutos” u “horas”.

2-. Escoja el tiempo en el teclado y seleccione  para aceptar o  para descartar.



- Un display donde se observara el tiempo transcurrido en el proceso.



- Un botón “puerta”  que servirá para girar el tambor en caso de que la puerta se encuentre en un lugar inaccesible para el usuario.
- Un botón “start”  para iniciar el proceso.
- Un botón “stop”  para parar el proceso,
- Un botón “pausa”  que detendrá el funcionamiento y conservara el tiempo transcurrido del mismo.
- Un navegador , el cual permite el retorno al Modo Manual.
- Un menú  , en el cual puede escoger entre 4 y 8 revoluciones por minuto.

## CICLO REPETITIVO

Al seleccionar Ciclo\_Repetitivo y presionar  en el modo manual, se visualizara la siguiente pantalla.



La pantalla posee las mismas características de la pantalla TEMPORIZADOR su variantes es:

- Un panel en donde el usuario podrá programar el tiempo de giro, tiempo de descanso y tiempo total.



Ejemplo: El tambor debe girar 10 minutos y descansar 4 horas en un periodo total de 20 horas

| TIEMPO FUNCIONAMIENTO |       |         |
|-----------------------|-------|---------|
|                       | Horas | Minutos |
| Tiempo de giro        | 0     | 10      |
| Tiempo descanso       | 4     | 0       |
| Tiempo total          | 20    | 0       |

- Pantallas del modo automático

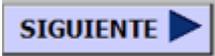
Después de la selección de “AUTOMÁTICO” en la pantalla Inicio y al presionar



esta se dirige a la pantalla “Recetas \_Modo\_Curtiembre”.



La pantalla cuenta con un menú en donde se escogerá la receta a ser curtida según el tipo de animal y el tipo de curtación

Seleccionada la receta a curtir y presionando en el navegador  se dirige a la pantalla de la receta escogida.

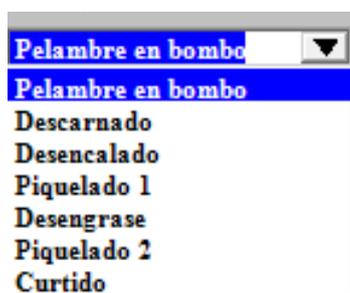


Todas las pantallas de las recetas escogidas poseen la misma estructura, pero diferente información según la receta seleccionada, las pantallas poseen:

- Una tabla con el proceso, la operación, el producto a ser colocado, el tiempo de demora de la operación y el tiempo actual en el que se encuentra el proceso.

| Proceso                                                                                                  | Operación | Producto                                   | Tiempo     | Tiempo actual            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|------------|--------------------------|
| <br>Pelambre en bombo | BAÑO      | Agua(100%, 25 °C) +Sulfuro de sodio (0.7%) | 30 minutos | off<br>hh mm ss<br>0:0:0 |

- Un menú en el cual se puede escoger el proceso en caso de no haber seguido la receta desde un inicio.



- El navegador **IR AL MENU** retornara a la pantalla, Recetas\_Modo\_Automatico.
- Las flechas  permiten al usuario seleccionar que operación necesita hacer. si lo requiere.
- Posee los mismos botones que fueron explicados anteriormente en el modo manual.

NOTA:

El entorno de curtiembre de cada piel posee la misma estructura de la pantalla pero contendrá información diferente en cuanto al proceso, operación, producto y tiempo de demora, según el tipo de piel y el tipo de curtiembre, en los **ANEXOS A-F** se encuentran las recetas detalladas.

### **3 PRECAUCIONES**

No detener el equipo directamente desde el selector cuando este esté funcionando (Podría dañar el variador de frecuencia), realice la acción desde la pantalla touch.

No abrir el tablero de control para realizar maniobras, podría recibir descargas eléctricas, consulte con el encargado de área o en su caso lea el manual técnico del tablero de control.

No apoyarse o colocar elementos pesados sobre el tablero de control.

Tome las debidas precauciones de seguridad cuando vaya a realizar operaciones en el área de trabajo.

## 4 ANEXOS

### ANEXO A: Receta Para Peles Ovinas Curtición Con Cromo

| PROCESO                          | OPERACIÓN        | PRODUCTO           | %                                              | TEMPERATURA °C        | TIEMPO        |  |                 |
|----------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------------------|-----------------------|---------------|--|-----------------|
| <b>PELAMBRE EN BOMBO</b><br>4rpm | <b>BAÑO</b>      | AGUA               | 100                                            | 25                    |               |  |                 |
|                                  |                  | SULFURO DE SODIO   | 0,7                                            |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | SULFURO DE SODIO   | 0,7                                            |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | CLORURO DE SODIO   | 0,5                                            |                       | 10 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | SULFURO DE SODIO   | 0,5                                            |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | CAL                | 1                                              |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | AGUA               | 50                                             | 25                    |               |  |                 |
|                                  |                  | SULFURO DE SODIO   | 0,5                                            |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | CAL                | 1                                              |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | CAL                | 1                                              |                       | 3 HORAS       |  |                 |
|                                  |                  | REPOSO             | <b>GIRAR 10 MINUTOS Y DESCANSAR 4 HORA POR</b> |                       |               |  | <b>20 HORAS</b> |
|                                  |                  | <b>BOTAR BAÑO</b>  |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>PROCESO</b>                   | <b>OPERACIÓN</b> | <b>PRODUCTO</b>    | <b>%</b>                                       | <b>TEMPERATURA °C</b> | <b>TIEMPO</b> |  |                 |
| <b>DESCARNADO</b><br>8rpm        |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>PESAR PILES</b>               | <b>BAÑO</b>      | AGUA               | 200                                            | 25                    | 30 MINUT      |  |                 |
|                                  |                  | BISULFITO DE SODIO | 0,2                                            |                       |               |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>DESENCALADO</b>               | <b>BAÑO</b>      | AGUA               | 100                                            | 30                    |               |  |                 |
|                                  |                  | BISULFITO DE SODIO | 1                                              |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                  |                  | FORMIATO DE SODIO  | 1                                              |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | PRODUCTO RINDENTE  | 0,1                                            |                       | 60 MINUT      |  |                 |
| 8rpm                             |                  | PRODUCTO RINDENTE  | 0,02                                           |                       | 10 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
|                                  | <b>LA VAR</b>    | AGUA               | 200                                            | 25                    | 20 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>PROCESO</b>                   | <b>OPERACIÓN</b> | <b>PRODUCTO</b>    | <b>%</b>                                       | <b>TEMPERATURA °C</b> | <b>TIEMPO</b> |  |                 |
| <b>PIQUELADO 1</b><br>8rpm       | <b>BAÑO</b>      | AGUA               | 60                                             | AMBIENTE              |               |  |                 |
|                                  |                  | CLORURO DE SODIO   | 10                                             |                       | 10 MINUT      |  |                 |
|                                  |                  | ACIDO FÓRMICO 1:10 | 1                                              |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | 1 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                  |                  | 2 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                  |                  | 3 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 60 MINUT      |  |                 |
|                                  |                  | ACIDO FÓRMICO 1:10 | 0,4                                            |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | 1 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                  |                  | 2 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUT      |  |                 |
|                                  |                  | 3 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 60 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>PROCESO</b>                   | <b>OPERACIÓN</b> | <b>PRODUCTO</b>    | <b>%</b>                                       | <b>TEMPERATURA °C</b> | <b>TIEMPO</b> |  |                 |
| <b>DESENGRASE</b><br>8rpm        | <b>BAÑO</b>      | AGUA               | 100                                            | 30                    |               |  |                 |
|                                  |                  | DETERGENTE         | 2                                              |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | DIESEL             | 4                                              |                       | 60 MINUT      |  |                 |
|                                  |                  | <b>BOTAR BAÑO</b>  |                                                |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | AGUA               | 100                                            | 35                    |               |  |                 |
|                                  |                  | DETERGENTE         | 1                                              |                       | 40 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
|                                  | <b>LA VAR</b>    | AGUA               | 200                                            | AMBIENTE              | 20 MINUT      |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>PROCESO</b>                   | <b>OPERACIÓN</b> | <b>PRODUCTO</b>    | <b>%</b>                                       | <b>TEMPERATURA °C</b> | <b>TIEMPO</b> |  |                 |
| <b>PIQUELADO 2</b><br>8rpm       | <b>BAÑO</b>      | AGUA               | 60                                             | AMBIENTE              |               |  |                 |
|                                  |                  | CLORURO DE SODIO   | 10                                             |                       | 10 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | ACIDO FORMICO 1:10 | 1                                              |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | 1 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | 2 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | 3 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | ACIDO FORMICO 1:10 | 0,4                                            |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | 1 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | 2 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | 3 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 30 MINUTOS    |  |                 |
| <b>REPOSO</b>                    |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>RODAR</b>                     |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>12 HORAS</b>                  |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>10 MINUTOS</b>                |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |
| <b>CURTIDO</b><br>8rpm           |                  | CROMO              | 7                                              |                       | 60 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | BASIFICANTE 1/10   | 0,3                                            |                       |               |  |                 |
|                                  |                  | 1 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 60 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | 2 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 60 MINUTOS    |  |                 |
|                                  |                  | 3 PARTE DILUIDO    |                                                |                       | 5 HORAS       |  |                 |
|                                  |                  | AGUA               | 100                                            | 60                    | 30 MINUTOS    |  |                 |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                |                  |                    |                                                |                       |               |  |                 |

## Anexo B: Receta Para Pieles Ovinas Curtición Vegetal

| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO            |          |  |
|------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------|-------------|-------------------|----------|--|
| <b>PELAMBRE EN BOMBO</b><br>4rpm               | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 100        | 25          |                   |          |  |
|                                                |                    | SULFURO DE SODIO   | 0,7        |             | 30 MINUTOS        |          |  |
|                                                |                    | SULFURO DE SODIO   | 0,7        |             | 30 MINUTOS        |          |  |
|                                                |                    | CLORURO DE SODIO   | 0,5        |             | 10 MINUTOS        |          |  |
|                                                |                    | SULFURO DE SODIO   | 0,5        |             |                   |          |  |
|                                                |                    | CAL                | 1          |             | 30 MINUTOS        |          |  |
|                                                |                    | AGUA               | 50         | 25          |                   |          |  |
|                                                |                    | SULFURO DE SODIO   | 0,5        |             |                   |          |  |
|                                                |                    | CAL                | 1          |             | 30 MINUTOS        |          |  |
|                                                |                    | CAL                | 1          |             | 3 HORAS           |          |  |
| <b>REPOSO</b>                                  |                    |                    |            |             |                   |          |  |
| <b>GIRAR 10 MINUTOS Y DESCANSAR 4 HORA POR</b> |                    |                    |            |             | <b>20 HORAS</b>   |          |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                   |          |  |
| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO            |          |  |
| <b>DESCARNADO</b><br>8rpm                      | <b>PESAR PILES</b> |                    |            |             |                   |          |  |
|                                                |                    | <b>BAÑO</b>        | AGUA       | 200         | 25                | 30 MINUT |  |
|                                                |                    | BISULFITO DE SODIO | 0,2        |             |                   |          |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                   |          |  |
| <b>DESENCALADO</b><br>8rpm                     | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 100        | 30          |                   |          |  |
|                                                |                    | BISULFITO DE SODIO | 1          |             | 30 MINUT          |          |  |
|                                                |                    | FORMIATO DE SODIO  | 1          |             |                   |          |  |
|                                                |                    | PRODUCTO RINDENTE  | 0,1        |             | 60 MINUT          |          |  |
|                                                |                    | PRODUCTO RINDENTE  | 0,02       |             | 10 MINUT          |          |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                   |          |  |
| <b>LAVAR</b>                                   | AGUA               | 200                | 25         | 20 MINUT    |                   |          |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                   |          |  |
| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO            |          |  |
| <b>PIQUELADO 1</b><br>8rpm                     | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 60         | AMBIENTE    |                   |          |  |
|                                                |                    | CLORURO DE SODIO   | 10         |             | 10 MINUT          |          |  |
|                                                |                    | ACIDO FÓRMICO 1:10 | 1          |             |                   |          |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUT          |          |  |
|                                                |                    | 2 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUT          |          |  |
|                                                |                    | 3 PARTE DILUIDO    |            |             | 60 MINUT          |          |  |
|                                                |                    | ACIDO FÓRMICO 1:10 | 0,4        |             |                   |          |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUT          |          |  |
|                                                |                    | 2 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUT          |          |  |
|                                                |                    | 3 PARTE DILUIDO    |            |             | 60 MINUT          |          |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                   |          |  |
| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO            |          |  |
| <b>DESENGRASE</b><br>8rpm                      | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 100        | 30          |                   |          |  |
|                                                |                    | DETERGENTE         | 2          |             |                   |          |  |
|                                                |                    | DIESEL             | 4          |             | 60 MINUT          |          |  |
|                                                |                    | <b>BOTAR BAÑO</b>  |            |             |                   |          |  |
|                                                |                    | AGUA               | 100        | 35          | 40 MINUT          |          |  |
| DETERGENTE                                     | 1                  |                    |            |             |                   |          |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                   |          |  |
| <b>LAVAR</b>                                   | AGUA               | 200                | AMBIENTE   | 20 MINUT    |                   |          |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                   |          |  |
| PROCESO                                        | OPERACIÓN          | PRODUCTO           | %          | TEMPERATURA | TIEMPO            |          |  |
| <b>PIQUELADO 2</b><br>8rpm                     | <b>BAÑO</b>        | AGUA               | 60         | AMBIENTE    |                   |          |  |
|                                                |                    | CLORURO DE SODIO   | 10         |             | 10 MINUTOS        |          |  |
|                                                |                    | ACIDO FORMICO 1:10 | 1          |             |                   |          |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUTOS        |          |  |
|                                                |                    | 2 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUTOS        |          |  |
|                                                |                    | 3 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUTOS        |          |  |
| <b>CURTIDO</b><br>8rpm                         | <b>BAÑO</b>        | <b>REPOSO</b>      |            |             | <b>12 HORAS</b>   |          |  |
|                                                |                    | <b>RODAR</b>       |            |             | <b>10 MINUTOS</b> |          |  |
|                                                |                    | TARA               | 8          |             |                   |          |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 2 HORAS           |          |  |
|                                                |                    | 2 PARTE DILUIDO    |            |             | 2 HORAS           |          |  |
|                                                |                    | 3 PARTE DILUIDO    |            |             | 3 HORAS           |          |  |
|                                                |                    | ACIDO FORMICO 1:10 | 0,4        |             |                   |          |  |
|                                                |                    | 1 PARTE DILUIDO    |            |             | 30 MINUTOS        |          |  |
| 2 PARTE DILUIDO                                |                    |                    | 30 MINUTOS |             |                   |          |  |
| 3 PARTE DILUIDO                                |                    |                    | 30 MINUTOS |             |                   |          |  |
| <b>LAVAR</b>                                   | AGUA               | 100                | 60         | 30 MINUTOS  |                   |          |  |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                              |                    |                    |            |             |                   |          |  |

## Anexo C: Receta Para Pielles Caprinas Curtición Con Cromo

| PROCESO                                                                               | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %                                 | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|------------|------------|
| <b>REMOJO</b>                                                                         |                   | AGUA               | 200                               |                                                |            |            |
|                                                                                       | BAÑO              | TENSOACTIVO        | 1                                 |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | COLOR 1 SACHET     | 0,05                              | AMBIENTE                                       | 30 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>  |                                   |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | AGUA               | 200                               |                                                |            |            |
| 4rpm                                                                                  | BAÑO              | TENSOACTIVO        | 0,5                               |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | CLORURO DE SODIO   | 2                                 | AMBIENTE                                       | 3 HORAS    |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                                     |                   |                    |                                   |                                                |            |            |
| PROCESO                                                                               | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %                                 | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |            |
| <b>PELAMBRE POR EMBADURNADO</b><br><small>(Proceso no se realiza en el bombo)</small> | PASTA             | AGUA               | 5                                 |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | CAL                | 3                                 |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | SULFURO DE SODIO   | 2,5                               |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | YESO               | 1                                 | AMBIENTE                                       | 12 HORAS   |            |
| <b>RETIRAR FOLÍCULOS ---- PESAR PIELLES</b>                                           |                   |                    |                                   |                                                |            |            |
| PROCESO                                                                               | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %                                 | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |            |
| <b>PELAMBRE EN BOMBO</b>                                                              | BAÑO              | AGUA               | 100                               | AMBIENTE                                       |            |            |
|                                                                                       |                   | SULFURO DE SODIO   | 0,4                               |                                                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | SULFURO DE SODIO   | 0,4                               |                                                | 10 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | AGUA               | 50                                | AMBIENTE                                       |            |            |
|                                                                                       |                   | CLORURO DE SODIO   | 0,5                               |                                                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | SULFURO DE SODIO   | 0,5                               |                                                | 30 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | CAL                | 1                                 |                                                | 30 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | CAL                | 1                                 |                                                | 30 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | CAL                | 1                                 |                                                | 3 HORAS    |            |
|                                                                                       |                   | REPOSO             |                                   |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | 4rpm               |                                   | <b>GIRAR 10 MINUTOS Y DESCANSAR 50 MINUTOS</b> |            |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                                     |                   |                    |                                   |                                                |            |            |
| PROCESO                                                                               | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %                                 | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |            |
| <b>DES CARNADO PESAR PILES</b>                                                        | BAÑO              | AGUA               | 200                               | AMBIENTE                                       | 30 MINUT   |            |
|                                                                                       |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>  |                                   |                                                |            |            |
|                                                                                       | 8rpm              | BAÑO               | AGUA                              | 100                                            | AMBIENTE   |            |
|                                                                                       |                   |                    | CAL                               | 1                                              |            | 30 MINUT   |
|                                                                                       |                   |                    | <b>BOTAR BAÑO - PESAR PIELLES</b> |                                                |            |            |
| <b>DESENCALADO</b>                                                                    | BAÑO 1            | AGUA               | 200                               | 30                                             |            |            |
|                                                                                       |                   | FORMIATO DE SODIO  | 0,2                               |                                                | 60 MINUT   |            |
| <b>BOTAR BAÑO - PESAR PIELLES</b>                                                     |                   |                    |                                   |                                                |            |            |
| 8rpm                                                                                  | BAÑO 2            | AGUA               | 100                               | 35                                             |            |            |
|                                                                                       |                   | BISULFITO DE SODIO | 1                                 |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | FORMIATO DE SODIO  | 1                                 |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | PRODUCTO RINDENTE  | 0,1                               |                                                | 60 MINUT   |            |
|                                                                                       |                   | PRODUCTO RINDENTE  | 0,02                              |                                                | 15 MINUT   |            |
|                                                                                       |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>  |                                   |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | LAVAR              | AGUA                              | 200                                            | AMBIENTE   | 40 MINUT   |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                                     |                   |                    |                                   |                                                |            |            |
| PROCESO                                                                               | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %                                 | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |            |
| <b>PIQUELADO 1</b>                                                                    | BAÑO              | AGUA               | 60                                | AMBIENTE                                       |            |            |
|                                                                                       |                   | CLORURO DE SODIO   | 10                                |                                                | 10 MINUT   |            |
|                                                                                       | 8rpm              | BAÑO               | ACIDO FÓRMICO 1:10                | 1,4                                            |            |            |
|                                                                                       |                   |                    | 1 PARTE DILUIDO                   |                                                |            | 20 MINUT   |
|                                                                                       |                   |                    | 2 PARTE DILUIDO                   |                                                |            | 20 MINUT   |
|                                                                                       |                   |                    | 3 PARTE DILUIDO                   |                                                |            | 60 MINUT   |
|                                                                                       |                   |                    | ACIDO FÓRMICO 1:10                | 0,4                                            |            |            |
|                                                                                       |                   |                    | 1 PARTE DILUIDO                   |                                                |            | 20 MINUT   |
|                                                                                       | 2 PARTE DILUIDO   |                    |                                   | 20 MINUT                                       |            |            |
|                                                                                       | 3 PARTE DILUIDO   |                    |                                   | 60 MINUT                                       |            |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                                     |                   |                    |                                   |                                                |            |            |
| PROCESO                                                                               | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %                                 | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |            |
| <b>DESENGRASE</b>                                                                     | BAÑO              | AGUA               | 100                               | 35                                             |            |            |
|                                                                                       |                   | TENSOACTIVO        | 2                                 |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | DIESEL             | 1                                 |                                                | 60 MINUT   |            |
|                                                                                       | <b>BOTAR BAÑO</b> |                    |                                   |                                                |            |            |
|                                                                                       | 8rpm              | BAÑO               | AGUA                              | 200                                            | 35         |            |
| TENSOACTIVO                                                                           |                   |                    | 2                                 |                                                | 30 MINUT   |            |
|                                                                                       | LAVAR             | AGUA               | 200                               | AMBIENTE                                       | 20 MINUT   |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                                     |                   |                    |                                   |                                                |            |            |
| PROCESO                                                                               | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %                                 | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |            |
| <b>2DO PIQUELADO</b>                                                                  | BAÑO              | AGUA               | 60                                | AMBIENTE                                       |            |            |
|                                                                                       |                   | CLORURO DE SODIO   | 6                                 |                                                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | ACIDO FORMICO 1:10 | 1,4                               |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | 1 PARTE DILUIDO    |                                   |                                                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                                       | 8rpm              | BAÑO               | 2 PARTE DILUIDO                   |                                                |            | 20 MINUTOS |
|                                                                                       |                   |                    | 3 PARTE DILUIDO                   |                                                |            | 60 MINUTOS |
|                                                                                       |                   |                    | ACIDO FORMICO 1:10                | 0,4                                            |            |            |
|                                                                                       |                   |                    | 1 PARTE DILUIDO                   |                                                |            | 20 MINUTOS |
|                                                                                       |                   | 2 PARTE DILUIDO    |                                   |                                                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | 3 PARTE DILUIDO    |                                   |                                                | 60 MINUTOS |            |
|                                                                                       | REPOSO            |                    |                                   |                                                | 12 HORAS   |            |
|                                                                                       | RODAR             |                    |                                   |                                                | 10 MINUTOS |            |
| <b>CURTIDO</b>                                                                        |                   | CROMO              | 7                                 |                                                | 60 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | BASIFICANTE 1/10   | 1                                 |                                                |            |            |
|                                                                                       |                   | 1 PARTE DILUIDO    |                                   |                                                | 60 MINUTOS |            |
|                                                                                       |                   | 2 PARTE DILUIDO    |                                   |                                                | 60 MINUTOS |            |
|                                                                                       | 3 PARTE DILUIDO   |                    |                                   | 5 HORAS                                        |            |            |
| 8rpm                                                                                  |                   | AGUA               | 100                               | 70                                             | 30 MINUTOS |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                                                     |                   |                    |                                   |                                                |            |            |

## Anexo D: Receta Para Pielas Caprinas Curtición Con Vegetal

| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %           | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|----------------|------------|------------|
| REMOJO                                                          |                   | AGUA               | 200         |                |            |            |
|                                                                 | BAÑO              | TENSOACTIVO        | 1           |                |            |            |
|                                                                 |                   | CLORO 1 SACHET     | 0.05        | AMBIENTE       | 30 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>  |             |                |            |            |
|                                                                 | 4rpm              | BAÑO               | AGUA        | 200            |            |            |
|                                                                 |                   | TENSOACTIVO        | 0.5         |                |            |            |
|                                                                 |                   | CLORURO DE SODIO   | 2           | AMBIENTE       | 3 HORAS    |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                    |             |                |            |            |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %           | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |
| PELAMBRE POR EMBADURNADO<br>(Proceso no se realiza en el bombo) | PASTA             | AGUA               | 5           |                |            |            |
|                                                                 |                   | CAL                | 3           |                |            |            |
|                                                                 |                   | SULFURO DE SODIO   | 2.5         |                |            |            |
|                                                                 |                   | YESO               | 1           | AMBIENTE       | 12 HORAS   |            |
| <b>RETIRAR FOLÍCULOS ---- PESAR PIELS</b>                       |                   |                    |             |                |            |            |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %           | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |
| 4rpm                                                            | BAÑO              | AGUA               | 100         | AMBIENTE       |            |            |
|                                                                 |                   | SULFURO DE SODIO   | 0.4         |                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | SULFURO DE SODIO   | 0.4         |                | 10 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | AGUA               | 50          | AMBIENTE       |            |            |
|                                                                 |                   | CLORURO DE SODIO   | 0.5         |                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | SULFURO DE SODIO   | 0.5         |                | 30 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | CAL                | 1           |                | 30 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | CAL                | 1           |                | 30 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | CAL                | 1           |                | 3 HORAS    |            |
|                                                                 |                   | REPOSO             |             |                |            |            |
| GIRAR 10 MINUTOS Y DES CANSAR 50 MINUTOS                        |                   |                    |             |                | 18 HORAS   |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                    |             |                |            |            |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %           | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |
| DES CARNADO                                                     |                   |                    |             |                |            |            |
|                                                                 | PESAR PILES       |                    |             |                |            |            |
| 8rpm                                                            | BAÑO              | AGUA               | 200         | AMBIENTE       | 30 MINUT   |            |
|                                                                 |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>  |             |                |            |            |
|                                                                 |                   | AGUA               | 100         | AMBIENTE       |            |            |
|                                                                 |                   | CAL                | 1           |                | 30 MINUT   |            |
| <b>BOTAR BAÑO - PESAR PIELS</b>                                 |                   |                    |             |                |            |            |
| DES ENCALADO                                                    | BAÑO 1            | AGUA               | 200         | 30             |            |            |
|                                                                 |                   | FORMIATO DE SODIO  | 0.2         |                | 60 MINUT   |            |
| <b>BOTAR BAÑO - PESAR PIELS</b>                                 |                   |                    |             |                |            |            |
| 8rpm                                                            | BAÑO 2            | AGUA               | 100         | 35             |            |            |
|                                                                 |                   | BISULFITO DE SODIO | 1           |                |            |            |
|                                                                 |                   | FORMIATO DE SODIO  | 1           |                |            |            |
|                                                                 |                   | PRODUCTO RINDENTE  | 0.1         |                | 60 MINUT   |            |
|                                                                 |                   | PRODUCTO RINDENTE  | 0.02        |                | 15 MINUT   |            |
|                                                                 |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>  |             |                |            |            |
| LAVAR                                                           | AGUA              | 200                | AMBIENTE    | 40 MINUT       |            |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                    |             |                |            |            |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %           | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |
| PIQUELADO 1                                                     | BAÑO              | AGUA               | 60          | AMBIENTE       |            |            |
|                                                                 |                   | CLORURO DE SODIO   | 10          |                | 10 MINUT   |            |
|                                                                 |                   | ACIDO FÓRMICO 1:10 | 1.4         |                |            |            |
|                                                                 |                   | 1 PARTE DILUIDO    |             |                | 20 MINUT   |            |
|                                                                 |                   | 2 PARTE DILUIDO    |             |                | 20 MINUT   |            |
|                                                                 |                   | 3 PARTE DILUIDO    |             |                | 60 MINUT   |            |
|                                                                 |                   | ACIDO FÓRMICO 1:10 | 0.4         |                |            |            |
|                                                                 |                   | 1 PARTE DILUIDO    |             |                | 20 MINUT   |            |
|                                                                 |                   | 2 PARTE DILUIDO    |             |                | 20 MINUT   |            |
|                                                                 |                   | 3 PARTE DILUIDO    |             |                | 60 MINUT   |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                    |             |                |            |            |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %           | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |
| DES ENGRAS E                                                    | BAÑO              | AGUA               | 100         | 35             |            |            |
|                                                                 |                   | TENSOACTIVO        | 2           |                |            |            |
|                                                                 |                   | DIESEL             | 1           |                | 60 MINUT   |            |
|                                                                 | <b>BOTAR BAÑO</b> |                    |             |                |            |            |
|                                                                 | 8rpm              | BAÑO               | AGUA        | 200            | 35         |            |
|                                                                 |                   |                    | TENSOACTIVO | 2              |            | 30 MINUT   |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                    |             |                |            |            |
| LAVAR                                                           | AGUA              | 200                | AMBIENTE    | 20 MINUT       |            |            |
| <b>BOTAR BAÑO</b>                                               |                   |                    |             |                |            |            |
| PROCESO                                                         | OPERACIÓN         | PRODUCTO           | %           | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |
| PIQUELADO 2                                                     | BAÑO              | AGUA               | 60          | AMBIENTE       |            |            |
|                                                                 |                   | CLORURO DE SODIO   | 10          |                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | ACIDO FORMICO 1:10 | 1.4         |                |            |            |
|                                                                 |                   | 1 PARTE DILUIDO    |             |                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | 2 PARTE DILUIDO    |             |                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | 3 PARTE DILUIDO    |             |                | 60 MINUTOS |            |
| CURTIDO                                                         | REPOSO            | RODAR              |             |                |            | 12 HORAS   |
|                                                                 |                   | TARA               |             |                |            | 10 MINUTOS |
|                                                                 |                   | 12                 |             |                |            |            |
|                                                                 |                   | 1 PARTE DILUIDO    |             |                | 2 HORAS    |            |
|                                                                 |                   | 2 PARTE DILUIDO    |             |                | 2 HORAS    |            |
|                                                                 |                   | 3 PARTE DILUIDO    |             |                | 3 HORAS    |            |
| 8rpm                                                            | BAÑO              | ACIDO FORMICO 1:10 | 0.4         |                |            |            |
|                                                                 |                   | 1 PARTE DILUIDO    |             |                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | 2 PARTE DILUIDO    |             |                | 20 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | 3 PARTE DILUIDO    |             |                | 60 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | AGUA               | 100         | 60             | 30 MINUTOS |            |
|                                                                 |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>  |             |                |            |            |

## Anexo E: Receta Para Piel Bobinas Curtición Con Cromo

| PROCESO       | OPERACIÓN         | PRODUCTO                       | %                                             | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |            |
|---------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|------------|------------|------------|
|               |                   | AGUA                           | 200                                           |                |            |            |            |
| 4rpm          | BAÑO              | TENSOACTIVO                    | 1                                             |                |            |            |            |
|               |                   | CLORO I SACHET                 | 0,05                                          | AMBIENTE       | 30 MINUTOS |            |            |
|               |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                                               |                |            |            |            |
| REMOJO        | BAÑO              | AGUA                           | 400                                           | 25             |            |            |            |
|               | BAÑO              | TENSOACTIVO                    | 0,5                                           |                |            |            |            |
|               |                   | CLORURO DE SODIO               | 2                                             | AMBIENTE       | 20 MINUTOS |            |            |
|               |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                                               |                |            |            |            |
|               | BAÑO              | AGUA                           | 200                                           | AMBIENTE       | 3 HORAS    |            |            |
|               |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                                               |                |            |            |            |
|               |                   |                                |                                               |                |            |            |            |
| PROCESO       | OPERACIÓN         | PRODUCTO                       | %                                             | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |            |
| PELAMBRE      | BAÑO              | AGUA                           | 100                                           | AMBIENTE       |            |            |            |
|               |                   | IGUALEM                        | 0,6                                           |                |            |            |            |
|               |                   | ENZIMAR                        | 0,2                                           |                |            |            |            |
|               |                   | HUMECTANTE                     | 0,2                                           |                | 40 MINUTOS |            |            |
|               |                   | CAL                            | 0,5                                           |                |            |            |            |
|               |                   | KORAMÍN NF                     | 0,1                                           |                | 40 MINUTOS |            |            |
|               |                   | 4rpm                           | SULFURO                                       | 1              |            | 60 MINUTOS |            |
|               |                   |                                | <b>RECUPERACIÓN DE PELO</b>                   |                |            |            |            |
|               |                   |                                | SULFURO                                       | 0,6            |            | 60 MINUTOS |            |
|               |                   |                                | CAL                                           | 2,5            |            |            |            |
|               |                   |                                | CORAMÍN NF                                    | 0,15           |            |            |            |
|               |                   |                                |                                               |                |            | 4 HORAS    |            |
|               |                   |                                | <b>GIRAR 5 MINUTOS Y DESCANSAR 2 HORA POR</b> |                |            |            |            |
|               |                   |                                |                                               |                |            | 20 HORAS   |            |
|               |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                                               |                |            |            |            |
|               |                   | <b>DESENCARNADO Y DIVIDIDO</b> |                                               |                |            |            |            |
| PROCESO       | OPERACIÓN         | PRODUCTO                       | %                                             | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |            |
| DESENCALADO   | BAÑO              | AGUA                           | 200                                           | 35             |            |            |            |
|               |                   | DECALÓN                        | 0,2                                           |                |            |            |            |
|               |                   | DIAMOL EPN                     | 0,05                                          |                | 20 MINUTOS |            |            |
|               |                   |                                | <b>BOTAR BAÑO Y ESCURRIR</b>                  |                |            |            |            |
|               |                   | 8rpm                           | BAÑO                                          | AGUA           | 30         | 35         |            |
|               |                   |                                |                                               | DECALÓN        | 2          |            |            |
|               |                   |                                |                                               | DIAMOL EPN     | 0,1        |            | 90 MINUTOS |
|               |                   | <b>ESCURRIR</b>                |                                               |                |            |            |            |
| PROCESO       | OPERACIÓN         | PRODUCTO                       | %                                             | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |            |
| PURGADO       | BAÑO              | AGUA                           | 20                                            | 35             |            |            |            |
|               |                   | NEOSYN 3P (PURGA)              | 0,1                                           |                | 60 MINUTOS |            |            |
|               |                   | NEOSYN 3P (PURGA)              | 0,02                                          |                | 15 MINUTOS |            |            |
|               |                   |                                | <b>ESCURRIR</b>                               |                |            |            |            |
|               |                   | 8rpm                           | BAÑO                                          | AGUA           | 200        | AMBIENTE   | 10 MINUTOS |
|               |                   |                                |                                               |                |            |            |            |
|               |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                                               |                |            |            |            |
|               |                   |                                |                                               |                |            |            |            |
|               |                   | <b>BOTAR BAÑO</b>              |                                               |                |            |            |            |
|               |                   |                                |                                               |                |            |            |            |
| 2DO PIQUELADO | BAÑO              | AGUA                           | 60                                            | AMBIENTE       |            |            |            |
|               |                   | CLORURO DE SODIO               | 6                                             |                | 20 MINUTOS |            |            |
|               |                   | ACIDO FORMICO 1:10             | 1,4                                           |                |            |            |            |
|               |                   | 1 PARTE DILUIDO                |                                               |                | 20 MINUTOS |            |            |
|               |                   | 2 PARTE DILUIDO                |                                               |                | 20 MINUTOS |            |            |
|               |                   | 3 PARTE DILUIDO                |                                               |                | 60 MINUTOS |            |            |
|               |                   | 8rpm                           | ACIDO FORMICO 1:10                            | 0,4            |            |            |            |
|               |                   |                                | 1 PARTE DILUIDO                               |                |            | 20 MINUTOS |            |
|               |                   |                                | 2 PARTE DILUIDO                               |                |            | 20 MINUTOS |            |
|               |                   |                                | 3 PARTE DILUIDO                               |                |            | 60 MINUTOS |            |
|               | <b>REPOSO</b>     |                                |                                               |                |            |            |            |
|               | <b>RÓDAR</b>      |                                |                                               |                |            |            |            |
|               |                   |                                |                                               |                | 12 HORAS   |            |            |
|               |                   |                                |                                               |                | 10 MINUTOS |            |            |
| PROCESO       | OPERACIÓN         | PRODUCTO                       | %                                             | TEMPERATURA °C | TIEMPO     |            |            |
| CURTIDO       |                   | CROMO                          | 7                                             |                | 60 MINUTOS |            |            |
|               |                   | BASIFICANTE 1/10               | 1                                             |                |            |            |            |
|               |                   | 1 PARTE DILUIDO                |                                               |                | 60 MINUTOS |            |            |
|               |                   | 2 PARTE DILUIDO                |                                               |                | 60 MINUTOS |            |            |
|               |                   | 3 PARTE DILUIDO                |                                               |                | 5 HORAS    |            |            |
|               |                   | 8rpm                           | AGUA                                          | 100            | 70         | 30 MINUTOS |            |
|               | <b>BOTAR BAÑO</b> |                                |                                               |                |            |            |            |

## Anexo F: Receta Para Piel Bobinas Curtición Con Vegetal

| PROCESO       | OPERACIÓN | PRODUCTO                       | %          | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |                   |                   |
|---------------|-----------|--------------------------------|------------|------------------------------------------------|------------|-------------------|-------------------|
|               |           | AGUA                           | 200        |                                                |            |                   |                   |
| 4rpm          | BAÑO      | TENSOACTIVO                    | 1          |                                                |            |                   |                   |
|               |           | COLORO 1 SACHET                | 0,05       | AMBIENTE                                       | 30 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |            |                                                |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | AGUA                           | 400        | 25                                             |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | TENSOACTIVO                    | 0,5        |                                                |            |                   |                   |
|               |           | CLORURO DE SODIO               | 2          | AMBIENTE                                       | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |            |                                                |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | AGUA                           | 200        | AMBIENTE                                       | 3 HORAS    |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |            |                                                |            |                   |                   |
| PROCESO       | OPERACIÓN | PRODUCTO                       | %          | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |                   |                   |
| PELAMBRE      | BAÑO      | AGUA                           | 100        | AMBIENTE                                       |            |                   |                   |
|               |           | IGUALEM                        | 0,6        |                                                |            |                   |                   |
|               |           | ENZIMAR                        | 0,2        |                                                |            |                   |                   |
|               |           | HUMECTANTE                     | 0,2        |                                                | 40 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | CAL                            | 0,5        |                                                |            |                   |                   |
|               |           | 4rpm                           | KORAMÍN NF | 0,1                                            |            | 40 MINUTOS        |                   |
|               |           | SULFURO                        | 1          |                                                | 60 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>RECUPERACIÓN DE PELO</b>    |            |                                                |            |                   | <b>50 MINUTOS</b> |
|               |           | SULFURO                        | 0,6        |                                                | 60 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | CAL                            | 2,5        |                                                |            |                   |                   |
|               |           | CORAMÍN NF                     | 0,15       |                                                |            |                   |                   |
|               |           |                                |            |                                                |            | 4 HORAS           |                   |
|               |           |                                |            | <b>GIRAR 5 MINUTOS Y DES CANSAR 2 HORA POR</b> |            |                   | <b>20 HORAS</b>   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |            |                                                |            |                   |                   |
|               |           | <b>DESENCARNADO Y DIVIDIDO</b> |            |                                                |            |                   |                   |
| PROCESO       | OPERACIÓN | PRODUCTO                       | %          | TEMPERATURA °C                                 | TIEMPO     |                   |                   |
| DESENCALADO   | BAÑO      | AGUA                           | 200        | 35                                             |            |                   |                   |
| 8rpm          |           | DECALÓN                        | 0,2        |                                                |            |                   |                   |
|               |           | DIAMOL EPN                     | 0,05       |                                                | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO Y ES CURRIR</b>  |            |                                                |            |                   |                   |
|               |           | BAÑO                           | AGUA       | 30                                             | 35         |                   |                   |
|               |           | DECALÓN                        | 2          |                                                |            |                   |                   |
|               |           | DIAMOL EPN                     | 0,1        |                                                | 90 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>ES CURRIR</b>               |            |                                                |            |                   |                   |
| PURGADO       | BAÑO      | AGUA                           | 20         | 35                                             |            |                   |                   |
| 8rpm          |           | NEOSYN 3P (PURGA)              | 0,1        |                                                | 60 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | NEOSYN 3P (PURGA)              | 0,02       |                                                | 15 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>ES CURRIR</b>               |            |                                                |            |                   |                   |
|               |           | BAÑO                           | AGUA       | 200                                            | AMBIENTE   | 10 MINUTOS        |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |            |                                                |            |                   |                   |
|               | BAÑO      | AGUA                           | 200        | AMBIENTE                                       | 10 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |            |                                                |            |                   |                   |
| 2DO PIQUELADO |           | AGUA                           | 60         | AMBIENTE                                       |            |                   |                   |
|               |           | CLORURO DE SODIO               | 6          |                                                | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | ACIDO FORMICO 1:10             | 1,4        |                                                |            |                   |                   |
|               |           | 1 PARTE DILUIDO                |            |                                                | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | 2 PARTE DILUIDO                |            |                                                | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | 3 PARTE DILUIDO                |            |                                                | 60 MINUTOS |                   |                   |
| CURTIDO       |           | <b>REPOSO</b>                  |            |                                                |            | <b>12 HORAS</b>   |                   |
|               |           | <b>RODAR</b>                   |            |                                                |            | <b>10 MINUTOS</b> |                   |
|               |           | TARA                           | 12         |                                                |            |                   |                   |
|               |           | 1 PARTE DILUIDO                |            |                                                | 2 HORAS    |                   |                   |
|               |           | 2 PARTE DILUIDO                |            |                                                | 2 HORAS    |                   |                   |
|               |           | 3 PARTE DILUIDO                |            |                                                | 3 HORAS    |                   |                   |
|               |           | ACIDO FORMICO 1:10             | 0,4        |                                                |            |                   |                   |
|               |           | 1 PARTE DILUIDO                |            |                                                | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | 2 PARTE DILUIDO                |            |                                                | 20 MINUTOS |                   |                   |
|               |           | 3 PARTE DILUIDO                |            |                                                | 60 MINUTOS |                   |                   |
|               |           |                                | AGUA       | 100                                            | 60         | 30 MINUTOS        |                   |
|               |           | <b>BOTAR BAÑO</b>              |            |                                                |            |                   |                   |

# **MANUAL TÉCNICO**

**TABLERO DE CONTROL ETAPA  
RIBERA-CURTIDO**

**JARA MONCAYO FRANKLIN JAVIER  
GARCÉS QUINALOA EDITH ARACELLY**

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA- ESCUELA DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

## TABLA DE CONTENIDO

|        |                                                                   |           |
|--------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.     | INTRODUCCIÓN.....                                                 | 2         |
| 2.     | OBJETIVOS.....                                                    | 2         |
| 3.     | INFORMACIÓN GENERAL DE LOS EQUIPOS.....                           | 2         |
| 3.1.   | Motor eléctrico.....                                              | 2         |
| 3.2.   | Variador de frecuencia.....                                       | 3         |
| 3.3.   | Pantalla HMI.....                                                 | 4         |
| 3.4.   | Contactador.....                                                  | 5         |
| 3.5.   | Relé.....                                                         | 6         |
| 3.6.   | Protecciones.....                                                 | 7         |
| 4.     | INSTALACIÓN.....                                                  | 8         |
| 4.1.   | Tablero de Control.....                                           | 9         |
| 4.1.1. | <i>Instalación de la canaleta ranurada.....</i>                   | <i>9</i>  |
| 4.1.2. | <i>Instalación del riel DIN.....</i>                              | <i>9</i>  |
| 4.1.3. | <i>Instalación de los equipos.....</i>                            | <i>9</i>  |
| 4.1.4. | <i>Instalación de los dispositivos mando y visualización.....</i> | <i>9</i>  |
| 4.1.5. | <i>Cableado de los equipos y dispositivos.....</i>                | <i>10</i> |
| 4.2.   | Fijación en el lugar de trabajo.....                              | 10        |
| 4.3.   | Conexión eléctrica entre el motor y el tablero.....               | 10        |
| 4.4.   | Acondicionamiento mecánico.....                                   | 11        |
| 4.4.1. | <i>Acondicionamiento del motor.....</i>                           | <i>11</i> |
| 4.4.2. | <i>Alineación.....</i>                                            | <i>11</i> |
| 4.4.3. | <i>Instalación del motor.....</i>                                 | <i>11</i> |
| 4.4.4. | <i>Colocación y Templado de las bandas .....</i>                  | <i>11</i> |
| 5.     | MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....                                     | 12        |
| 6.     | RECOMENDACIONES.....                                              | 14        |
| 7.     | ANEXOS.....                                                       | 15        |

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente manual va dirigido a personas con conocimientos técnicos en el armado de tableros de control, para que con esta guía se puedan solucionar futuras averías si así fuera el caso, a continuación se detallan las características técnicas de los equipos instalados así como también los esquemas eléctricos y diseños en 3D del tablero de control, para su instalación apropiada.

## 2. OBJETIVOS

- Dar información de los parámetros técnicos de la instalación del tablero de control.
- Detallar las características de cada uno de los equipos instalados.
- Proporcionar una guía de instalación apropiada.
- Indicar los mantenimientos que se deben realizar para alargar el tiempo de vida de la instalación.

## 3. INFORMACIÓN GENERAL DE LOS EQUIPOS

### 3.1. Motor eléctrico

El motor eléctrico que se usó es un motor de inducción jaula de ardilla trifásico de 2HP marca ABB modelo M2QA90S4A, sus características principales se especifican en la siguiente tabla:

| EQUIPO                                                                                                         | ESPECIFICACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>MOTOR ABB M2QA90S4A</p> | <p><b>Datos Generales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Alta eficacia y ahorro de energía.</li><li>• Reduce los costes de operación.</li><li>• Reduce los costes de mantenimiento.</li><li>• Poco Ruido.</li><li>• Placa de características de acero inoxidable.</li><li>• Posee tapa protectora de ventilador metálica.</li><li>• Habilitado para arranque estrella-triángulo.</li></ul> <p><b>Datos Técnicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2HP.</li></ul> |

|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trifásico.</li> <li>• 220V conexión Delta.</li> <li>• 1645 revoluciones por minuto.</li> <li>• 60 Hz.</li> <li>• Corriente nominal de 6.53 A en 220V</li> <li>• Peso 21 kg.</li> <li>• Protección IP55.</li> <li>• 4 polos.</li> <li>• Factor de potencia 0,79.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |    |       |         |       |   |          |    |      |   |      |      |      |    |      |   |      |      |          |    |      |   |      |         |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-------|---------|-------|---|----------|----|------|---|------|------|------|----|------|---|------|------|----------|----|------|---|------|---------|
|          | <p><b>Placa de características:</b></p>  <p>The image shows an ABB motor nameplate with the following details: ABB Motors logo, 3~Mot. M2QA90S4A, IEC80034-1, 3G0A09210, C.I.F. IP 55, 6205DDU/C3, Date 2015.3, and a table of specifications:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>r/min</th> <th>hP</th> <th>cos φ</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>220-300Δ</td> <td>60</td> <td>1645</td> <td>2</td> <td>0.79</td> <td>6.53</td> </tr> <tr> <td>380Y</td> <td>60</td> <td>1645</td> <td>2</td> <td>0.79</td> <td>3.78</td> </tr> <tr> <td>440-460Δ</td> <td>60</td> <td>1645</td> <td>2</td> <td>0.79</td> <td>3.26 21</td> </tr> </tbody> </table> <p>No. 361C15150497700077</p> | V     | Hz | r/min | hP      | cos φ | A | 220-300Δ | 60 | 1645 | 2 | 0.79 | 6.53 | 380Y | 60 | 1645 | 2 | 0.79 | 3.78 | 440-460Δ | 60 | 1645 | 2 | 0.79 | 3.26 21 |
| V        | Hz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | r/min | hP | cos φ | A       |       |   |          |    |      |   |      |      |      |    |      |   |      |      |          |    |      |   |      |         |
| 220-300Δ | 60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1645  | 2  | 0.79  | 6.53    |       |   |          |    |      |   |      |      |      |    |      |   |      |      |          |    |      |   |      |         |
| 380Y     | 60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1645  | 2  | 0.79  | 3.78    |       |   |          |    |      |   |      |      |      |    |      |   |      |      |          |    |      |   |      |         |
| 440-460Δ | 60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1645  | 2  | 0.79  | 3.26 21 |       |   |          |    |      |   |      |      |      |    |      |   |      |      |          |    |      |   |      |         |

### 3.2. Variador de frecuencia

El variador de frecuencia que se utilizó para controlar la velocidad de giro del motor; es un variador de marca: LS modelo: SV022iG5A-2 de 3HP del cual se utilizó su puerto de comunicación RS485 para realizar el enlace con la pantalla HMI mediante protocolo modbus, sus características principales se especifican en la siguiente tabla:

| EQUIPO                                                                                                 | ESPECIFICACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>SV022iG5A-2</p> | <p><b>Datos generales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene un tamaño muy compacto.</li> <li>• Tiene un torque del 150% en todo el rango de variación.</li> <li>• Tiene incorporado un controlador PID.</li> <li>• Posee entradas y salidas programables.</li> <li>• Incorpora un módulo Modbus RS485 para comunicación.</li> <li>• Módulo de frenado incorporado.</li> </ul> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El accionamiento de su ventilador puede ser controlado.</li> <li>• Su frecuencia de salida va de 0,1 a 400 Hz.</li> <li>• Protección IP20.</li> </ul> <p><b>Datos técnicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3HP de potencia 2,2 KW.</li> <li>• Rango de salida: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad nominal: 4,5 KVA.</li> <li>- Corriente: 12 A.</li> <li>- Tensión: Trifásico 200 – 230 VAC.</li> <li>- Frecuencia: 0,1- 400 Hz.</li> </ul> </li> <li>• Rango de entrada: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión: Trifásico 200 – 230 V (+10%,-15%).</li> <li>- Frecuencia: 50- 60 Hz (+- 5%).</li> </ul> </li> <li>• Tiene un peso de 1,84 Kg.</li> <li>• Señal de salida por borne de relé multifunción (N.O., N.C.) Menos de 250VCA 1A / Menos de 30VCC 1 A, 24 VCC (Menos de 50mA).</li> </ul> |
|  | <p><b>Placa de características:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

### 3.3. Pantalla HMI

La pantalla HMI (Interfaz Hombre Máquina), que se utilizó para hacer las veces de panel de control es una pantalla HMI de marca: BrainChild, modelo: 450; la cual tiene integrada un puerto de comunicación RS485 que permite la comunicación vía modbus entre la pantalla y el variador de frecuencia que es de vital importancia para el correcto funcionamiento del sistema, sus características principales se especifican en la siguiente tabla:

| EQUIPO                                                                             | ESPECIFICACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Monitor:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4.3 de tamaño.</li> <li>• 480 x 272 de resolución en píxeles.</li> <li>• Pantalla táctil analógica resistiva.</li> <li>• 65.536 colores.</li> <li>• Área de visualización de 95x54 mm</li> <li>• Iluminación de fondo tipo LED.</li> <li>• Ajuste de brillo y protector de pantalla</li> </ul> |
|                                                                                    | <p><b>Hardware principal:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesador ARM Cortex-A8, velocidad de 667Mhz.</li> <li>• Memoria ROM de 128MB.</li> <li>• Memoria RAM de 156 MB.</li> <li>• Sistema operativo WinCe 6.0.</li> <li>• Reloj en tiempo real.</li> <li>• Timbre.</li> <li>• Ranura para tarjetas SD.</li> </ul>                        |
|                                                                                    | <p><b>Interfaces:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RS232C, DB9 macho.</li> <li>• RS232C/RS422/RS485, DB25 hembra.</li> <li>• Ethernet 10/100 Mbps, RJ45.</li> <li>• Puerto USB.</li> </ul>                                                                                                                                                     |
|                                                                                    | <p><b>Generales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuente de alimentación de 11-36 VDC.</li> <li>• Consumo 5W.</li> <li>• Indicador Led de encendido.</li> <li>• Protección IP65 frontal, posterior IP20.</li> <li>• Instalación montaje en panel.</li> <li>• Peso neto de 0,5 Kg.</li> </ul>                                                   |

### 3.4. Contactor

El contactor que se utilizó es un contactor de marca: Schneider Electric modelo: LC1D12, sus características principales se especifican en la siguiente tabla:

| EQUIPO                                                                                                                      | ESPECIFICACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p data-bbox="389 965 496 994">LC1D12</p> | <p data-bbox="660 255 863 284"><b>Datos generales:</b></p> <ul data-bbox="708 304 1302 987" style="list-style-type: none"> <li>• Para circuitos de control CA, CC, CC de bajo consumo.</li> <li>• Se usa para todo tipo de arrancadores: directos, inversores, estrella-triángulo, por autotransformador, etc.</li> <li>• Sus conectores son por borna tornillo.</li> <li>• Su montaje es directo, rápido y sencillo.</li> <li>• Tamaño compacto.</li> <li>• Su aplicación está apta para la industria, infraestructura, edificios, etc.</li> <li>• Son diseñados para una perfecta integración en sistemas de control.</li> <li>• Útiles para crear arrancadores de motores para toda aplicación.</li> </ul> <p data-bbox="660 1066 855 1095"><b>Datos Técnicos:</b></p> <ul data-bbox="708 1115 1326 1447" style="list-style-type: none"> <li>• Soporta 1 HP y 2 HP en motores monofásicos de 120V y 240 V respectivamente a 50/60 Hz.</li> <li>• Para el caso de motores trifásicos con una alimentación entre 208 a 240 V a 50/60 Hz soporta 3 HP.</li> <li>• Corriente máxima AC3 inductiva de 12 A.</li> <li>• Corriente máxima AC1 resistiva 25 A.</li> </ul> |

### 3.5. Relé

El relé que se utilizó para controlar el encendido y apagado de las luces piloto es un relé de la marca: Camsco modelo: MY2 con una bobina a 110VAC, sus características principales se especifican en la siguiente tabla:

| EQUIPO                                                                                                                          | ESPECIFICACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p data-bbox="363 808 520 837">MY2 – 110V</p> | <p data-bbox="655 253 863 282"><b>Datos generales:</b></p> <ul data-bbox="703 304 1294 539" style="list-style-type: none"> <li>• Montaje para riel DIN.</li> <li>• Fácil extracción para cambio si sufre avería.</li> <li>• Bornes de conexión con tornillo.</li> <li>• Empaque transparente para mejor visualización.</li> <li>• Tamaño compacto.</li> </ul> <p data-bbox="655 607 855 636"><b>Datos Técnicos:</b></p> <ul data-bbox="703 658 1158 943" style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje 110VAC.</li> <li>• Corriente resistivo: 5 A.</li> <li>• Corriente inductivo: 3 A.</li> <li>• Contactos conmutados: 2NA-2NC.</li> <li>• Empaque 50.</li> <li>• 8 pines planas.</li> </ul> |

### 3.6. Protecciones

Las protecciones que se utilizaron para garantizar la seguridad del sistema, son dos interruptores termomagnéticos de marca: Schneider Electric modelo: iC60N-C1A y EZ9F56310-C10, sus características principales se especifican en la siguiente tabla:

| EQUIPO                                                                                                                             | ESPECIFICACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p data-bbox="368 1939 513 1968">iC60N-C1A</p> | <p data-bbox="655 1411 863 1440"><b>Datos generales:</b></p> <ul data-bbox="703 1462 1294 1899" style="list-style-type: none"> <li>• Montaje para riel DIN.</li> <li>• Fácil extracción para cambio si sufre avería.</li> <li>• Bornes de conexión con tornillo.</li> <li>• Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito y corrientes de sobrecarga.</li> <li>• Adecuados para aislamiento industrial según la norma UNE-EN 60947-2.</li> <li>• Señalización de defecto mediante un indicador mecánico situado en la parte frontal.</li> </ul> |

|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         | <p><b>Datos Técnicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ue: 230/400 V.</li> <li>• Icn: 6000 A.</li> <li>• Frecuencia: 50/60 Hz.</li> <li>• 1 Polo.</li> <li>• Posee un grado de protección de IP20 solo el dispositivo y de IP40 cuando el dispositivo está instalado.</li> <li>• Corriente nominal 1 A.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|  <p>EZ9F56310-C10</p> | <p><b>Datos generales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje para riel DIN.</li> <li>• Fácil extracción para cambio si sufre avería.</li> <li>• Bornes de conexión con tornillo.</li> <li>• Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito y corrientes de sobrecarga.</li> <li>• Adecuados para aislamiento industrial según la norma UNE-EN 60947-2.</li> <li>• Señalización de defecto mediante un indicador mecánico situado en la parte frontal.</li> </ul> <p><b>Datos Técnicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ue: 230 V.</li> <li>• Icn: 10000 A.</li> <li>• 3 polos.</li> <li>• Frecuencia de funcionamiento: 50/60 Hz.</li> <li>• Posee un grado de protección de IP20 solo el dispositivo y de IP40 cuando el dispositivo está instalado.</li> <li>• Corriente nominal 10 A.</li> </ul> |

#### 4. INSTALACIÓN

A continuación se detalla el procedimiento que se debe llevar a cabo para realizar la instalación del tablero de control como de su fijación en el laboratorio.

## **4.1. Tablero de Control**

Para realizar una instalación correcta se debe apoyar la instalación siguiendo los diseños de la distribución y medidas de cada uno de los equipos que conforman el tablero de control, que se muestran en los anexos desde el **ANEXO A** hasta el **ANEXO D**.

### ***4.1.1. Instalación de la canaleta ranurada***

La canaleta ranurada se debe instalar siguiendo el diseño del **ANEXO A**. La cual va en todo el rededor de la plancha metálica interna y en mitad de la misma, para su fijación se utilizó tornillos auto perforantes con cabeza tipo Philips.

### ***4.1.2. Instalación del riel DIN***

Para la ubicación de estos componentes se debe seguir el diseño que se muestra en el **ANEXO B**. Los dos riel DIN se instalan de forma horizontal, el primero en el centro de la parte superior y el segundo en el centro a la izquierda de la parte inferior de la plancha metálica removible del tablero de control, se fijó con tornillos auto perforantes y paralelas al plano horizontal.

### ***4.1.3. Instalación de los equipos***

Mediante el diseño que se muestra en el **ANEXO C**. Se procede a instalar en primer lugar el variador de frecuencia en la parte inferior derecha de la chapa metálica removible, para este proceso se debe tomar medidas y realizar perforaciones con taladro en los puntos donde deben situarse los pernos de sujeción del variador de frecuencia, una vez instalado el variador de frecuencia se continúa con el posicionamiento de los demás equipos en el riel DIN.

### ***4.1.4. Instalación de los dispositivos mando y visualización***

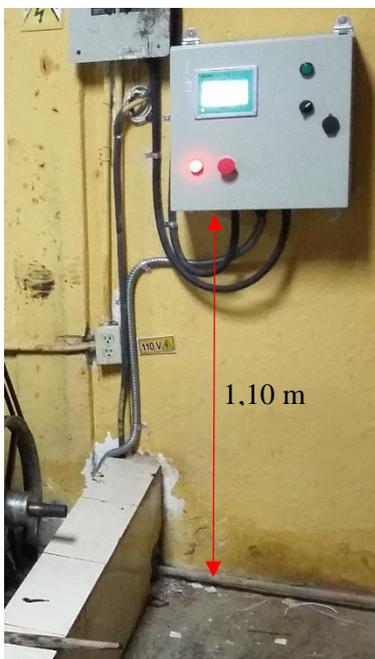
Para llevar a cabo esta parte del proceso de implementación del tablero de control se debe seguir el diseño que se muestra en el **ANEXO D**. Para la ubicación de dichos dispositivos como son: luces piloto, selector de ON/OFF, Botón de paro de emergencia y pantalla HMI, se debe realizar agujeros en la parte frontal de la tapa del tablero de control mediante una copa de 25mm, para ubicar los dispositivos circulares y se realiza un agujero rectangular para colocar la pantalla HMI.

### ***4.1.5. Cableado de los equipos y dispositivos***

Una vez ubicados todos los equipos dentro del tablero, se procede a realizar el cableado entre cada uno de los equipos y componentes que conforman el tablero de control, para realizar este proceso se debe guiar en los esquemas eléctricos que se muestran entre los **ANEXOS E-I**, donde se detallan todas las conexiones eléctricas que se deben llevar a cabo para que el circuito realice de una forma correcta la tarea destinada.

#### 4.2. Fijación en el lugar de trabajo

Para realizar este proceso se debe instalar el tablero al lado derecho del bombo sujetado en la pared ayudado de pernos tira fondos con tacos Fisher a una altura de 1,10 m desde el piso hasta la base del tablero de control, esta medida de altura se la tomó guiándonos en normas de ergonomía para el operador de la máquina ya que se debe instalar un tablero de control entre 0,60 m hasta 2,00 m desde el piso.

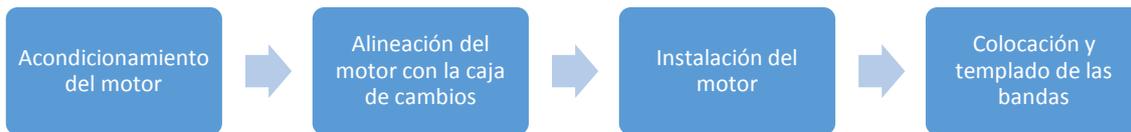


#### 4.3. Conexión eléctrica entre el motor y el tablero

El conexionado en el cajetín de conexiones del motor está configurado en Delta, de cada una de las 3 conexiones que resultan se llevan 3 cables en este caso se usó cable concéntrico 3x14 y se reforzó con tubería metálica flexible; hasta llegar a la parte inferior del tablero por donde ingresarán los cables y se conectarán en los bornes U V W del variador de frecuencia.

#### 4.4. Acondicionamiento mecánico

Para el acondicionamiento mecánico se debe seguir los siguientes pasos:



#### ***4.4.1. Acondicionamiento del motor***

El motor para ser instalado en la base de metal que dispone el laboratorio, previamente debe estar acondicionado para que las bandas se acoplen adecuadamente a éste y de una buena transmisión de la fuerza generada por el motor, para ello se debe instalar una polea en el eje del motor.

#### ***4.4.2. Alineación***

Una vez acoplada la polea en el eje del motor se sitúa en el sitio donde se va a fijar y se alinean las poleas verticalmente verificando que las dos poleas tanto la del motor como la de la caja de cambios queden paralelas y en la misma línea.

#### ***4.4.3. Instalación del motor***

Una vez que el motor tenga incorporada su polea y se haya realizado el proceso de alineación; se procede a instalar el motor en la base metálica destinada a la ubicación del mismo, para ello se realizan mediciones para realizar perforaciones en la placa metálica para posteriormente sujetar el motor con pernos.

#### ***4.4.4. Colocación y Templado de las bandas***

El siguiente paso es colocar las bandas entre la polea del motor y la polea de la caja. Para que el motor entregue su fuerza a la caja las bandas deben estar templadas, para este proceso se debe ajustar el perno que se encuentra en la parte frontal de la base metálica hasta el punto que se pueda verificar que el motor entrega su máximo torque a la caja.

## 5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### Programa de mantenimiento preventivo de los componentes de la estación de trabajo

**Nombre de la estación de trabajo:** Bombo de 60 kg etapa Ribera-Curtido

**Lugar:** Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencia Pecuarias- ESPOCH, Riobamba-Ecuador

| Componente      | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                  | PERIODO |         |           |       |        |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-----------|-------|--------|
|                 |                                                                                                                                                                                              | SEMANAL | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | 3 AÑOS |
| Bombo           | Lavar luego de cada uso                                                                                                                                                                      | ✓       |         |           |       |        |
| Bocines         | Engrasar los bocines con 50 gramos de grasa multiuso o grasa grafitada ya que son ideales para temperaturas ambientes y/o moderadas, teniendo resistencia a la humedad y al lavado con agua. |         |         | ✓         |       |        |
| Polea y bandas  | Ajustar el perno ubicado en la parte frontal de la base metálica hasta que las bandas queden lo suficientemente templadas.                                                                   |         |         |           | ✓     |        |
| Caja de cambios | Afloje el tapón de vaciado de la caja de cambios y drene el aceite, ajuste nuevamente luego afloje el tampón de llenado y coloque 2,1 litros de aceite                                       |         |         |           |       | ✓      |

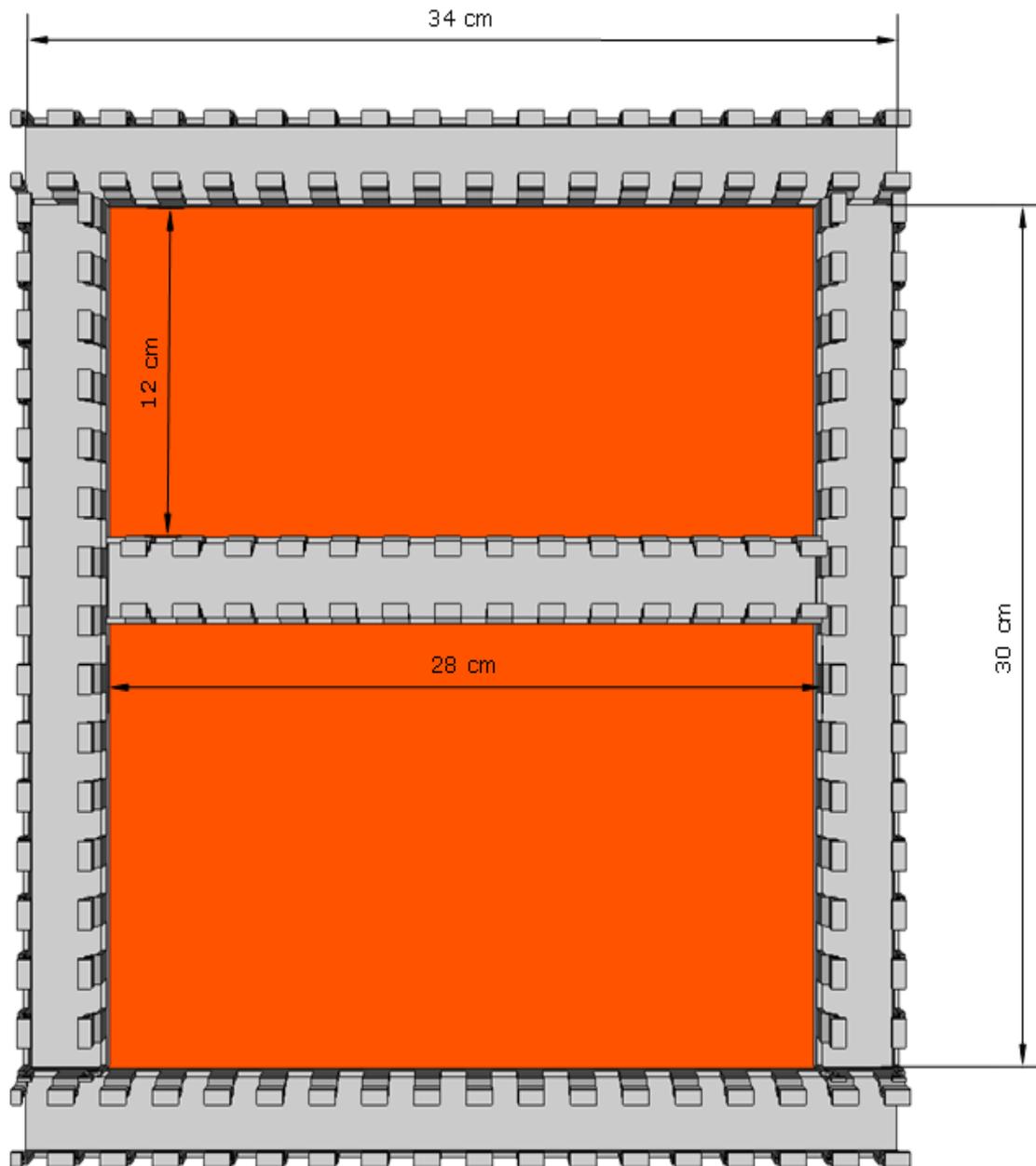
|                         |                                                                                                                                                                                  |   |  |   |   |   |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|---|---|---|
|                         | 75w85 para prolongar la vida útil de la caja de cambios.                                                                                                                         |   |  |   |   |   |
| Base metálica del motor | Sellar la base metálica con pintura anticorrosiva para evitar el desgaste del acero.                                                                                             |   |  | ✓ |   |   |
| Motor                   | Ajustar los pernos de la base metálica del motor para evitar accidentes, ajustar los pernos de la tapa superior del mismo para evitar la manipulación de personal no autorizado. |   |  | ✓ |   |   |
| Gabinete                | <b>Exterior:</b> Limpiar con un paño semihúmedo la superficie del gabinete.                                                                                                      | ✓ |  |   |   |   |
|                         | <b>Interior:</b> Con un bornero ajuste cada uno de los conductores a sus respectivas borneras.<br>Con un paño seco limpiar el exceso del polvo en caso de existir.               |   |  | ✓ |   |   |
| Variador de frecuencia  | Desatornillar la tapa frontal del equipo, con un bornero ajustar los conductores.                                                                                                |   |  |   | ✓ |   |
|                         | Desatornillar la tapa trasera y con un paño seco limpiar el polvo del ventilador y de las paredes que rodean al equipo.                                                          |   |  |   |   | ✓ |

## **6. RECOMENDACIONES**

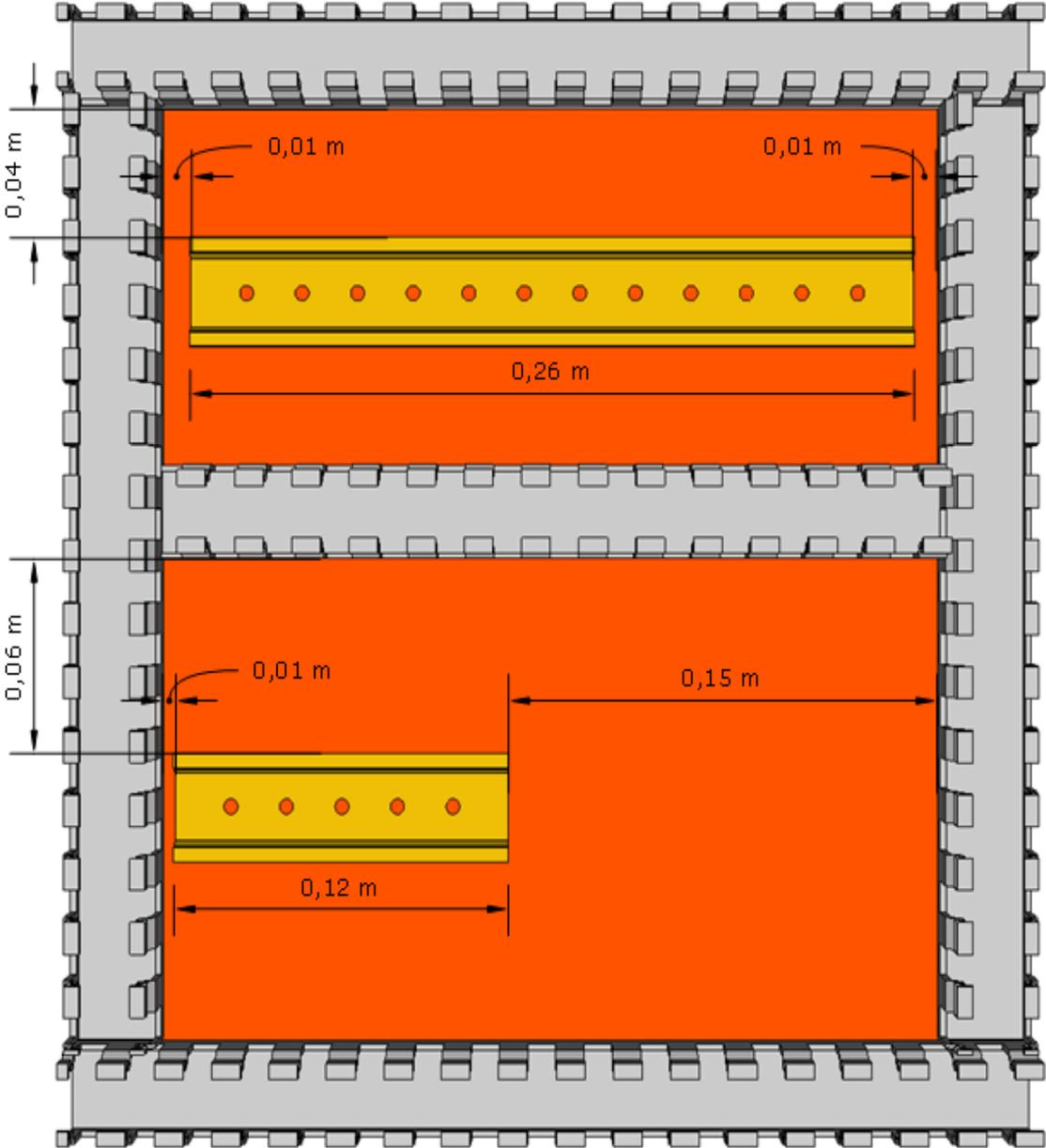
- Antes de realizar cualquier reparación o mantenimiento dentro del tablero de control desenergizar el tablero cambiando de posición los interruptores termomagnéticos.
- Usar guantes cuando se vaya a manipular los equipos y componentes del tablero de control para evitar descargas eléctricas.
- Utilizar las herramientas adecuadas para cada tipo de trabajo, para evitar una mala instalación, como cables con hilos rotos, lesiones en pernos, malos contactos en las borneras, etc.
- Utilizar terminales para cable flexible para una mejor conexión en las borneras a tornillo.
- Si se llega a reemplazar algún equipo realizar el cambio con uno de las mismas características para evitar funcionamientos inadecuados.

## 7. ANEXOS

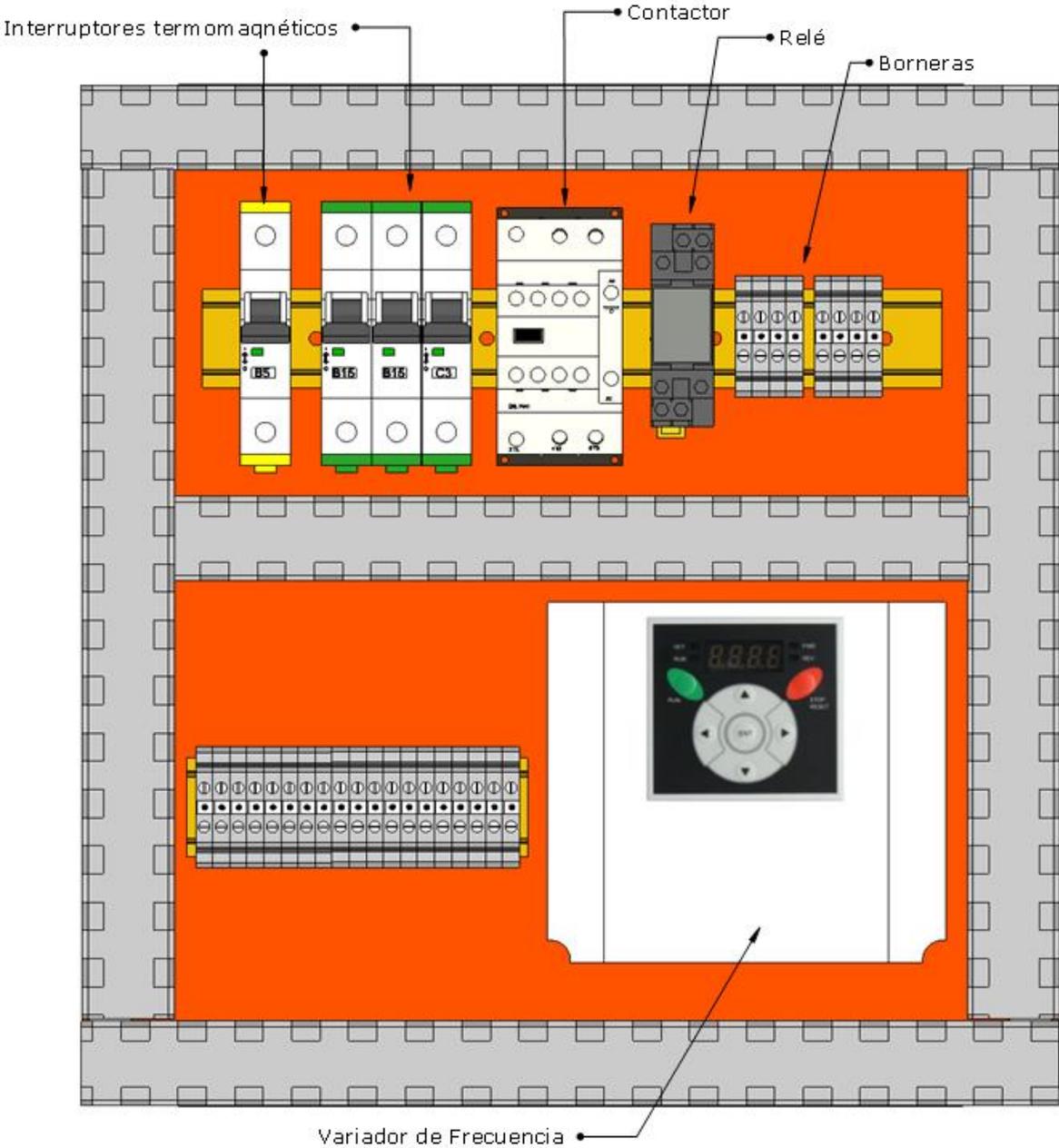
ANEXO A: Diseño para montar las canaletas ranuradas.



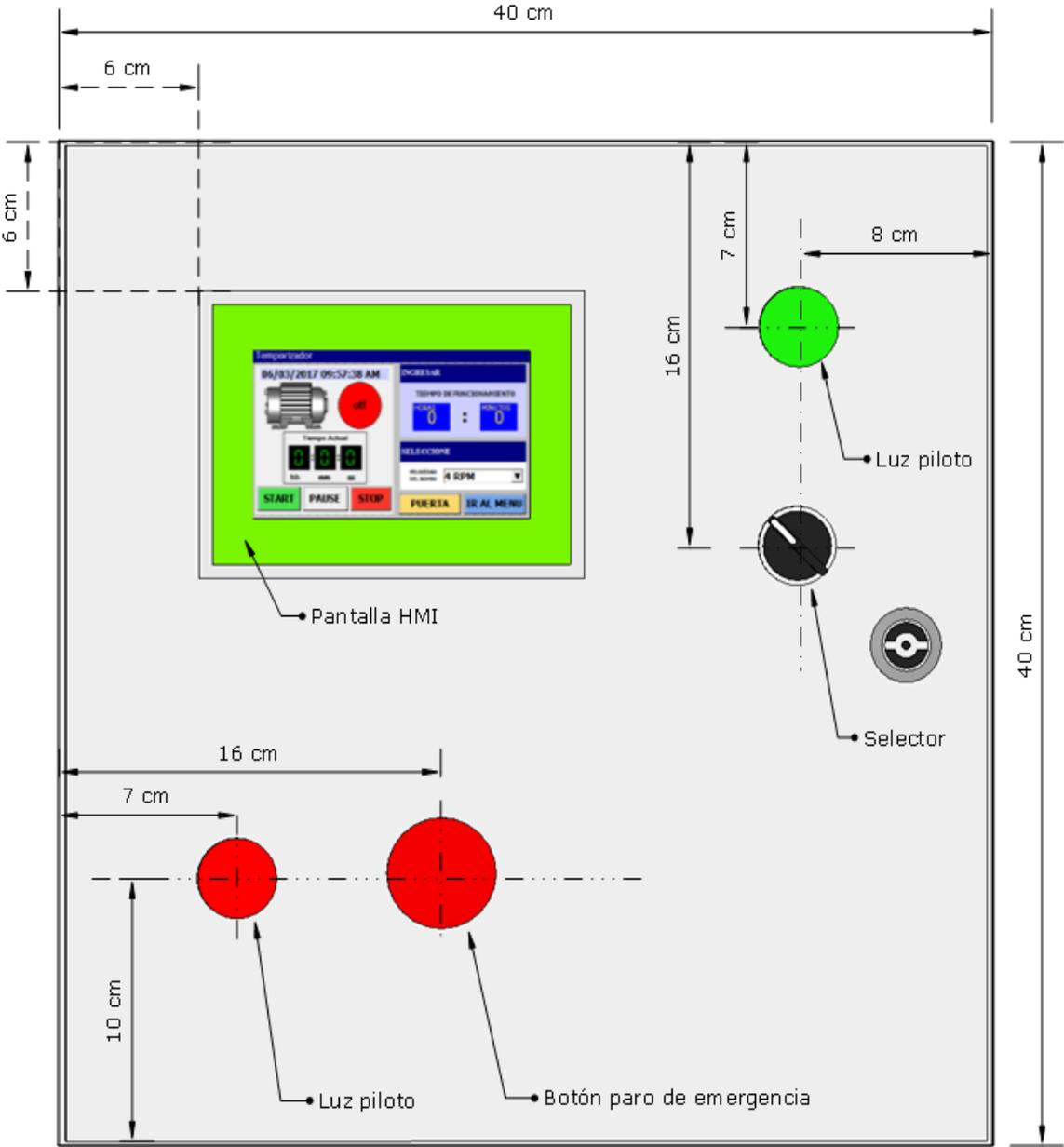
**ANEXO B:** Diseño para montar el riel DIN.



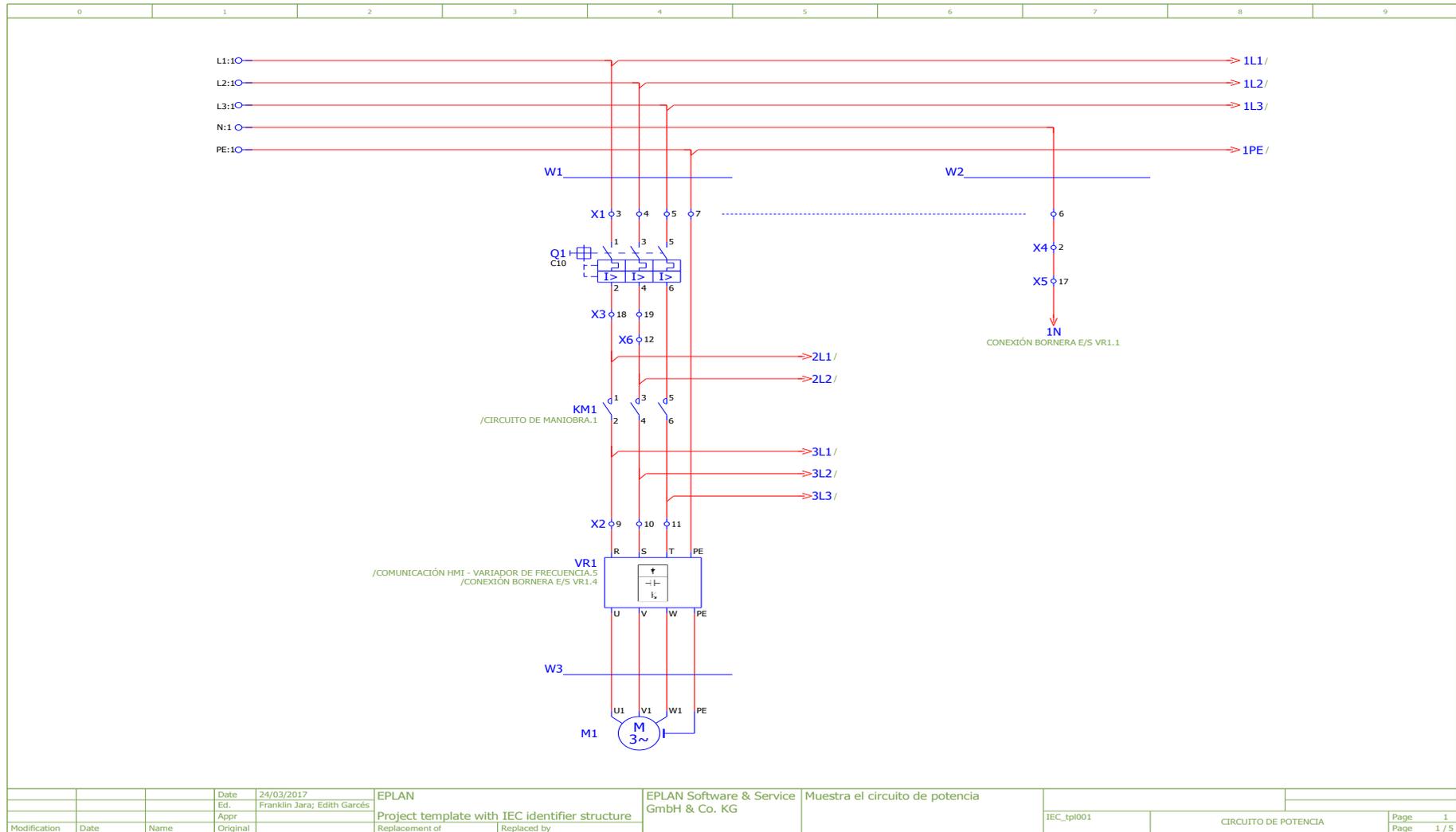
ANEXO C: Diseño de distribución de los equipos.



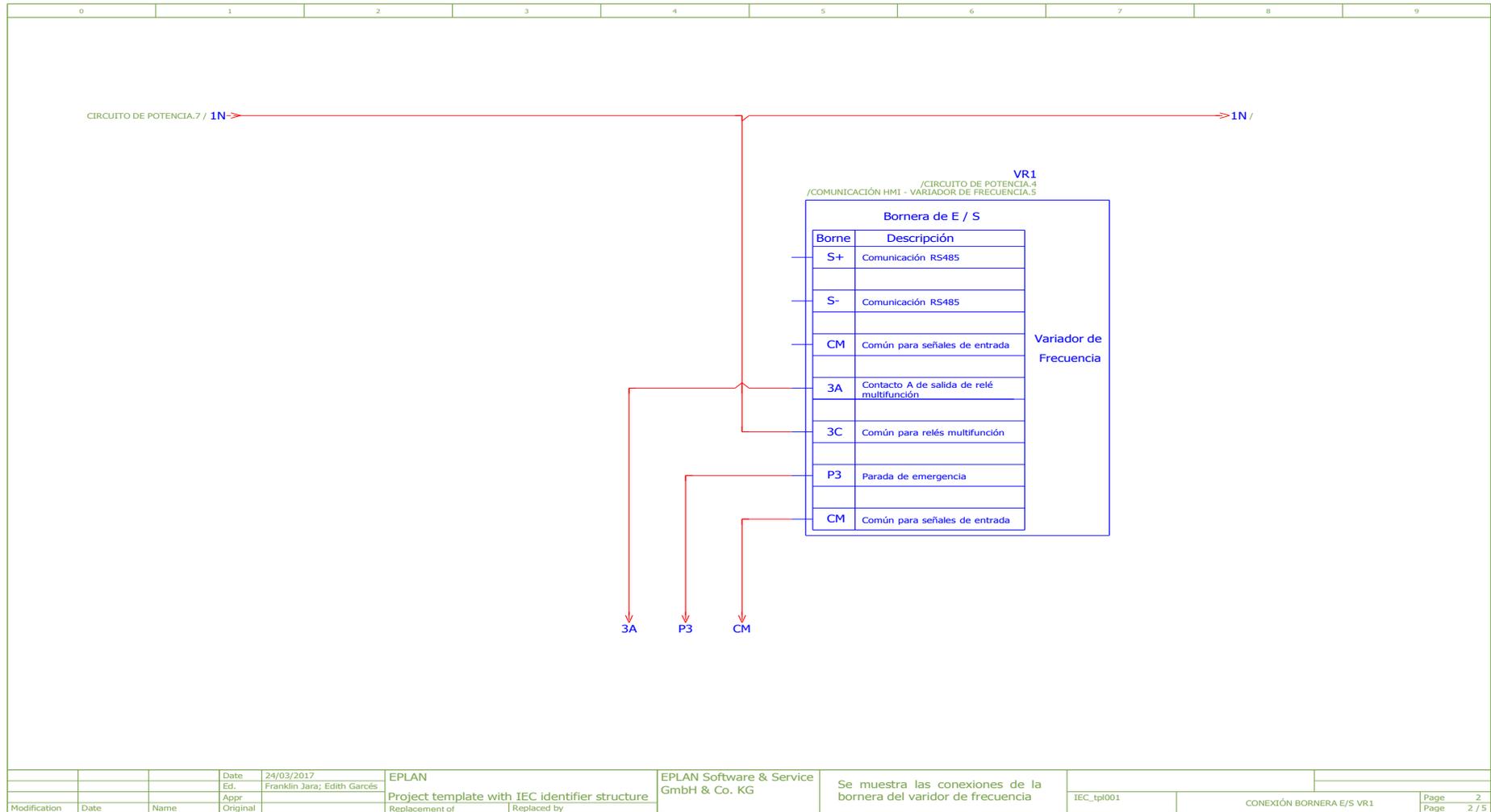
**ANEXO D:** Diseño para instalar los dispositivos de control y visualización.



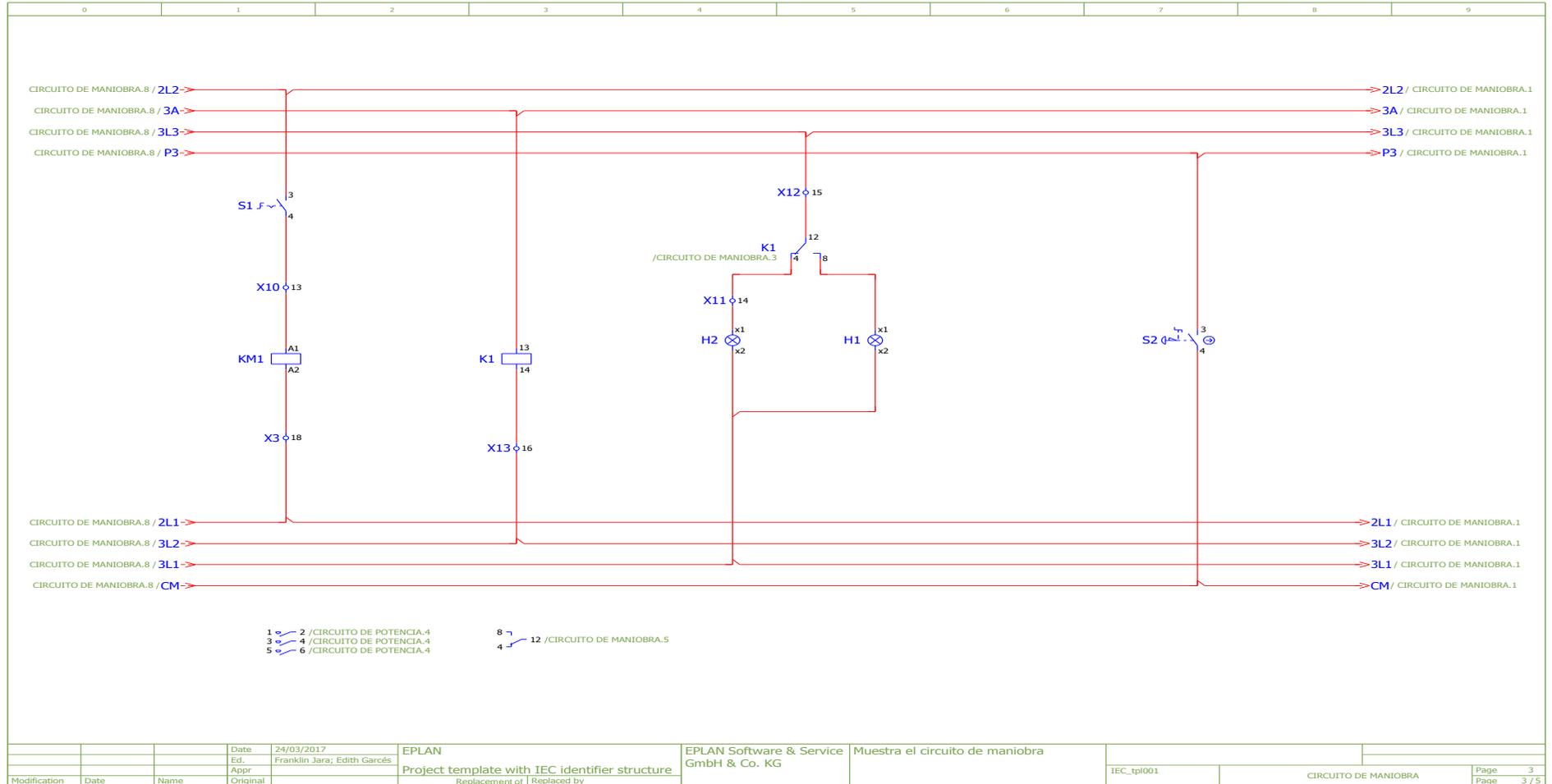
## ANEXO E: DIAGRAMA ELECTRIC DEL CIRCUITO DE POTENCIA



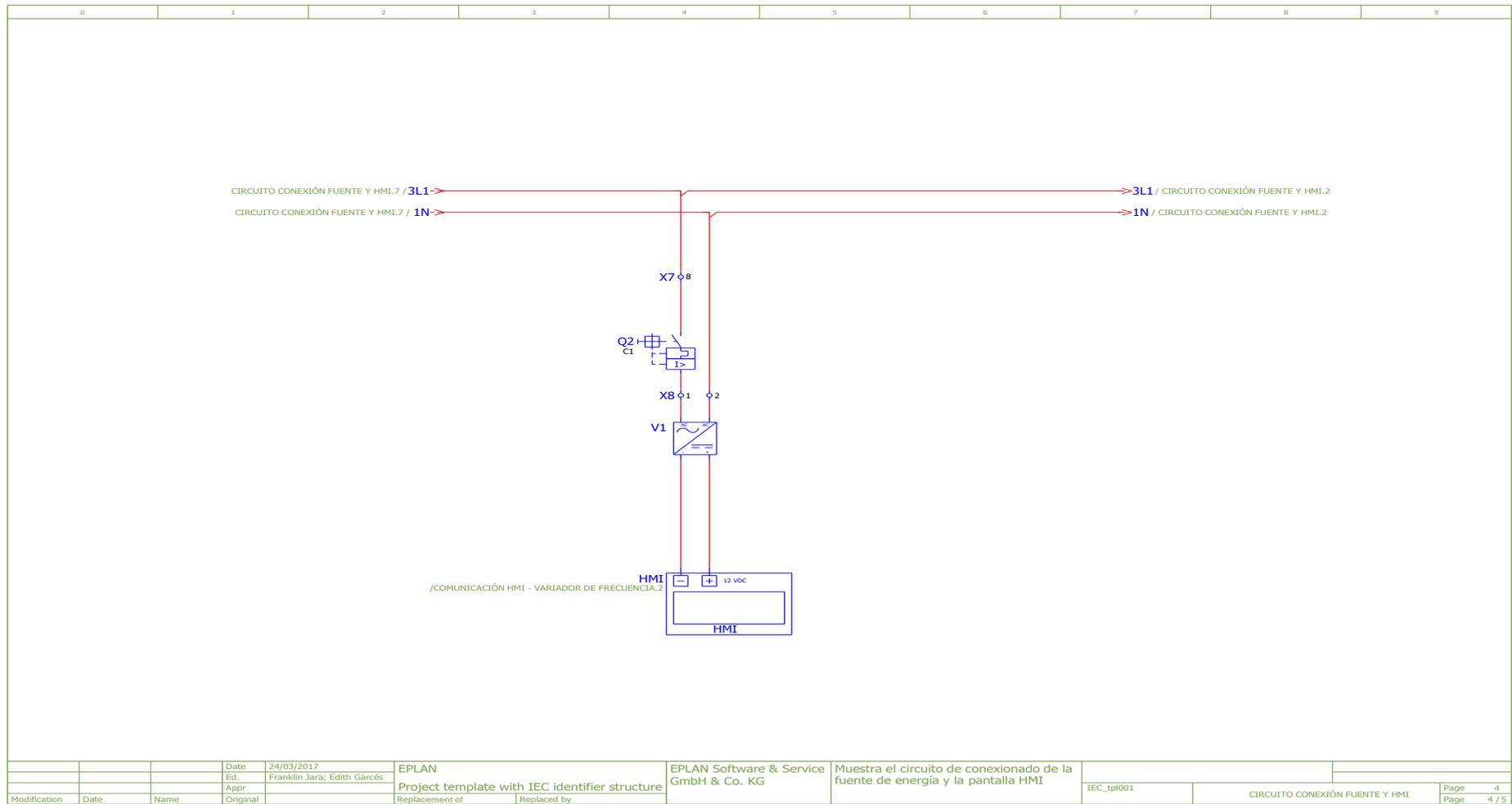
## ANEXO F: DIAGRAMA ELECTRICO DEL CIRCUITO DE CONEXIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA.



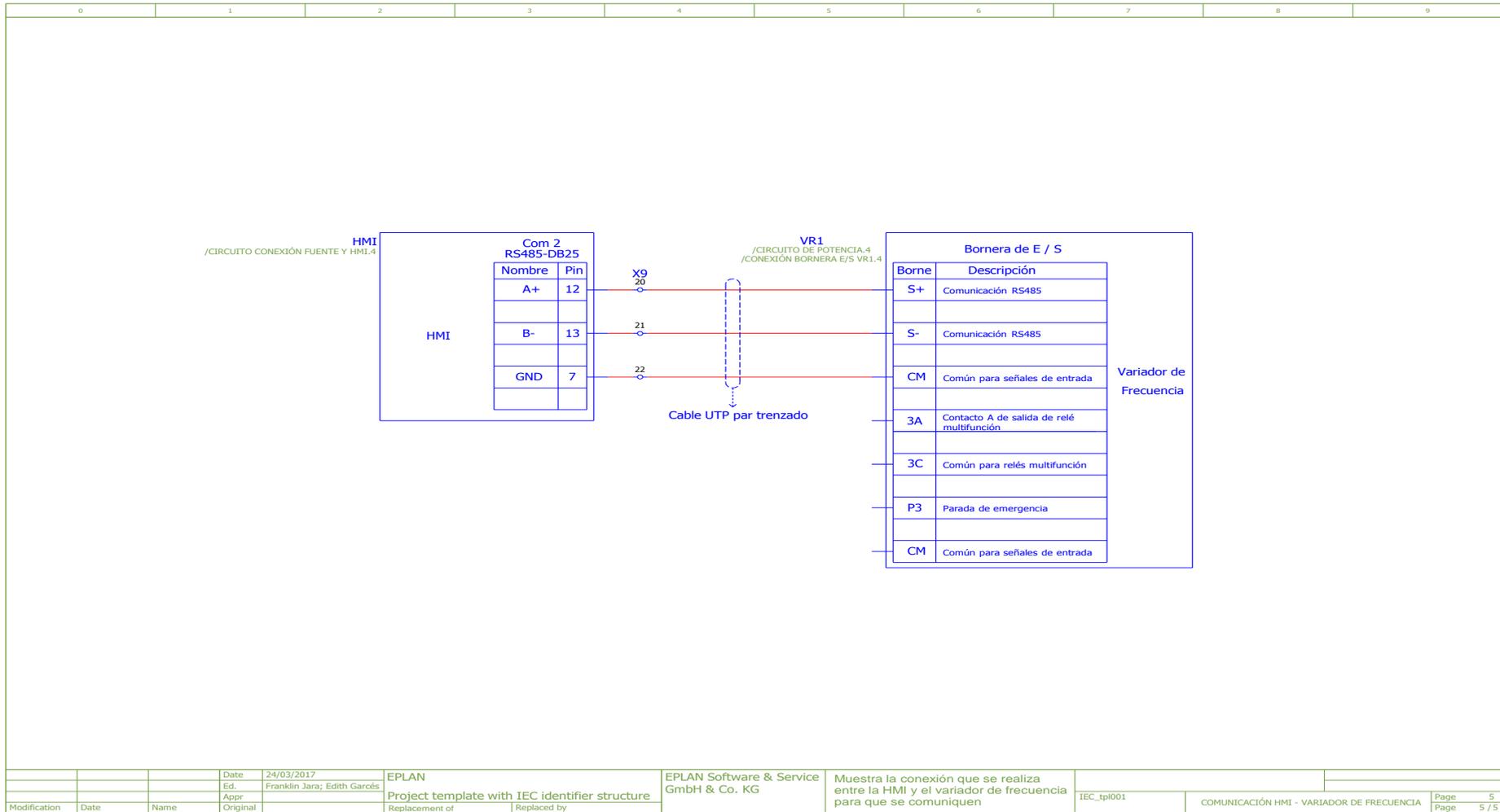
## ANEXO G: DIAGRAMA ELECTRICO DEL CIRCUITO DE MANIOBRA.



## ANEXO H: DIAGRAMA ELECTRICO DEL CIRCUITO DE CONEXIÓN ENTRE FUENTE DE ENERGÍA Y PANTALLA HMI.



**ANEXO I: DIAGRAMA ELECTRICO DEL CIRCUITO DE CONEXIÓN ENTRE HMI Y VARIADOR DE FRECUENCIA.**



|              |      |      |          |                             |                                                |                                        |                                                                                                    |            |                                           |            |
|--------------|------|------|----------|-----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------|------------|
|              |      |      | Date     | 24/03/2017                  | EPLAN                                          | EPLAN Software & Service GmbH & Co. KG | Muestra la conexión que se realiza entre la HMI y el variador de frecuencia para que se comuniquen | TEC_tpl001 | COMUNICACIÓN HMI - VARIADOR DE FRECUENCIA | Page 5     |
|              |      |      | Ed.      | Franklin Jara; Edith Garcés | Project template with IEC identifier structure |                                        |                                                                                                    |            |                                           | Page 5 / 5 |
| Modification | Date | Name | Original |                             | Replacement of                                 | Replaced by                            |                                                                                                    |            |                                           |            |

## ANEXO J: ESPECIFICACIONES PANTALLA TÁCTIL BRAINCHILD 450.

### Display

|                                  |                                                                         |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Size                             | 4.3"                                                                    |
| Resolution (W x H in pixels)     | 480 x 272                                                               |
| Display type                     | TFT wide touch screen                                                   |
| Colors                           | 65,536                                                                  |
| Touch screen Type                | Resistive analog                                                        |
| Active Display Area ( W x H mm ) | 95 x 54                                                                 |
| Display position                 | Both horizontal & vertical                                              |
| MTBF backlight at 25 °C          | 30,000 hrs                                                              |
| Backlight                        | LED                                                                     |
| Brightness Adjustment            | Yes                                                                     |
| Screen Saver                     | Yes                                                                     |
| Language Fonts                   | Unicode including Simplified and Traditional Chinese, Japanese & Korean |

### Main Hardware

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| Processor, CPU speed | ARM Cortex-A8, 667Mhz |
| Flash Memory (ROM)   | 128 MB                |
| SDRAM (RAM)          | 256 MB                |
| Operation System     | WinCE 6.0             |
| Real Time Clock      | Yes                   |
| Buzzer               | Yes                   |
| Sound Output         | N.A.                  |
| SD card slot         | Yes                   |

## Interfaces

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| RS232C, DB9 Male                  | 1 |
| RS232C/ RS422/ RS485, DB25 Female | 1 |
| Ethernet 10/100 Mbps, RJ45        | 1 |
| USB Host                          | 1 |

## Other Networks

|                                         |        |
|-----------------------------------------|--------|
| PROFIBUS DP, PROFINET(1-port or 2-port) | Option |
| DeviceNet, EtherNet/IP                  | Option |
| CANopen, EtherCAT                       | Option |
| CC-Link, ControlNet, CompoNet           | Option |

## General Specifications

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Power Supply                         | 11-36VDC              |
| Consumption (w/o sound output)       | 5 W                   |
| Power on LED indicator               | Yes                   |
| Outer dimensions (W x H x D mm)      | 140 x 116 x 57        |
| Mounting depth (mm)                  | 51                    |
| Panel cutout (W x H mm)              | 123+1 x 99+1          |
| Protection                           | IP65 front, IP20 rear |
| Front bezel, housing                 | plastic, plastic      |
| Stainless Steel front bezel (option) | N.A.                  |
| Installation                         | Panel Mount           |
| Net Weight (Kgs)                     | 0.5                   |